

# REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE  
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E  
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE  
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108

Responsabile Unico del Procedimento  
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania  
Ing. Rosario Manzi


Il Concessionario  
**Acqua Campania S.p.A.**  
Direttore Generale  
Area Tecnica  
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)

I Progettisti

Il Geologo



Coordinatore responsabile della  
Integrazione delle Prestazioni  
Specialistiche

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
1	Febbraio 2022	Integrazioni richieste dal Comitato Speciale (DPCM 4/11/2021)			
0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA			
TITOLO :  RELAZIONE TECNICA - GEOLOGIA, MORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICA			Progettazione:   VIANINI LAVORI S.p.A.   FINALCA ingegneria srl		
Allegato	ED.02.1		Revisione:	1	Scala:

## Indice

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2. INDAGINI.....</b>	<b>8</b>
2.1 Galleria di derivazione e galleria laterale .....	8
2.2 Prove di permeabilità .....	10
2.3 Indagine Geofisica .....	10
2.4 Campagna di Indagini in località Ponte (BN) .....	15
2.5 Rilievi geologici per la scelta dei tracciati del sistema acquedottistico .....	17
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....</b>	<b>18</b>
3.1 Evoluzione geologica del territorio .....	22
3.2 Caratteri strutturali generali.....	23
<b>4. GEOLOGIA LOCALE .....</b>	<b>27</b>
4.1 Assetto strutturale .....	27
4.2 Assetto stratigrafico .....	29
4.2.1 Unità tettonica del Matese .....	29
4.2.2 Unità tettonica del Bacino Lagonegrese-molisano .....	30
4.2.3 Depositi neogenici di bacini di wedge-top .....	33
4.2.4 Unità dei terreni del Quaternario .....	33
<b>5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>36</b>
5.1 Geomorfologia del Settore Casertano.....	36
5.2 Geomorfologia del Settore Sannita .....	37
5.3 Caratteri della franosità dell'area e legenda frane (carta morfologica).....	39
5.4 Cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico .....	40
5.5 Norme d'uso del suolo .....	41
<b>6. IDROGEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO .....</b>	<b>48</b>
6.1 Reticolo idrografico superficiale .....	48
6.2 Circolazione idrica sotterranea.....	48
6.3 Unità idrogeologiche .....	49
6.3.1 Unità Idrogeologica della Media Valle del Volturno .....	49
6.3.2 Unità idrogeologica dei Monti del Sannio .....	50
6.4 Complessi idrogeologici (cfr Carta idrogeologica).....	51
<b>7. SISMICITA' DELL'AREA .....</b>	<b>54</b>

7.1	La classificazione sismica e pericolosità sismica di base .....	55
7.2	Sismicità storica .....	57
7.3	Sorgenti sismogenetiche e Faglie Capaci .....	61
<b>8.</b>	<b>DESCRIZIONE GEOLOGICA DEI TRACCIATI INIZIALMENTE</b>	
	<b>INDIVIDUATI.....</b>	<b>65</b>
8.1	Modello geologico del sottosuolo dell'area .....	66
8.2	Geologia delle tre soluzioni .....	67
8.2.1	Soluzione 1 .....	68
8.2.2	Soluzione 2 .....	73
8.2.3	Soluzione 3 .....	79
8.2.4	Confronto dei tre tracciati .....	83
<b>9.</b>	<b>PROFILO LONGITUDINALE DELLA GALLERIA: GEOLOGIA,</b>	
	<b>IDROGEOLOGIA E GAS .....</b>	<b>85</b>
9.1	Metodologia di studio per la costruzione del modello geologico della Galleria .....	86
9.2	Tratto A - Zona di imbocco di Campolattaro (GD1-GD22) .....	88
9.3	Tratto B - GD22 – GD69 .....	89
9.4	Tratto C - GD69 – GD116 .....	91
9.5	Tratto D - GD116 – GD132 .....	93
9.6	Tratto E - GD132 – GD160 .....	94
9.7	Tratto F - GD160 – GD206 .....	95
9.8	Tratto G - GD206 – GD237 .....	99
9.9	Tratto H - GD237 – GD293 .....	100
9.10	Tratto I – zona di imbocco di Ponte (GD293 – GD310).....	103
9.11	Modello idrogeologico di riferimento .....	104
9.11.1	Complessi idrogeologici .....	108
9.11.2	Potenziamenti idraulici durante la fase degli scavi .....	110
9.12	Studio sulla presenza di gas nel sottosuolo interessato dalla galleria.....	112
9.12.1	Potenziamenti di gas durante la fase degli scavi .....	115
<b>10.</b>	<b>GEOLOGIA DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE ACCESSORIE</b>	
	<b>118</b>	
10.1	Imbocco Campolattaro:.....	118
10.1.1	Geologia .....	118
10.1.2	Stratigrafia .....	119
10.1.3	Morfologia .....	122

10.1.4	Analisi dei dati interferometrici	123
10.2	Galleria Ausiliaria in Località Colle Marino .....	124
10.2.1	Geologia	124
10.2.2	Morfologia	126
10.2.3	Considerazioni sulla Idrogeologia dell'area	128
10.3	Settore Ponte: Imbocco Galleria, Pozzo Piezometrico, Condotta Forzata e Impianti di Servizio .....	128
10.3.1	Geologia	131
10.3.2	Morfologia	133
10.3.3	Idrogeologia dell'area	137
10.4	Condotta forzata ed area servizi .....	137
10.5	PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA (area impianti) .....	144
10.5.1	Categoria di sottosuolo	145
10.6	Dati interferometrici all'area di imbocco di Ponte .....	146
<b>11.</b>	<b>GEOLOGIA DELLE AREE INTERESSATE DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE .....</b>	<b>147</b>
11.1	Adduzione ACAM, Nuova Curti-Benevento, Irriguo Consorzio Bonifica.....	147
11.2	Acquedotto Alto Calore .....	160
11.2.1	Geologia e assetto tettonico lungo la condotta	161
11.2.2	Assetto morfologico	161
11.2.3	Descrizione della geologia del tracciato	161
11.3	TRACCIATO ALTO FORTORE .....	165
11.3.1	Caratteri geologici del territorio	166



**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica illustra le condizioni geologico-strutturali, morfologiche, idrogeologiche e sismiche delle aree della Provincia di Benevento e della Provincia di Caserta interessate dal Progetto di Fattibilità Economica relativo all' Utilizzo delle acque dell'invaso di Campolattaro ed al potenziamento dell'alimentazione potabile per l'area Beneventana.

Lo sviluppo completo del progetto, oltre alle opere accessorie di servizio, prevede le seguenti condotte, i cui tracciati sono indicati nella Fig. 1.

- Galleria di derivazione dell'invaso di Campolattaro;
- Galleria laterale
- Condotta di adduzione all'ACAM DN 1500 e Irriguo
- Condotte a servizio dell'Alto Calore DN 400
- Condotte a servizio dell'Alto Fortore DN 400
- Nuova Condotta Curti – Benevento tratto iniziale DN 600

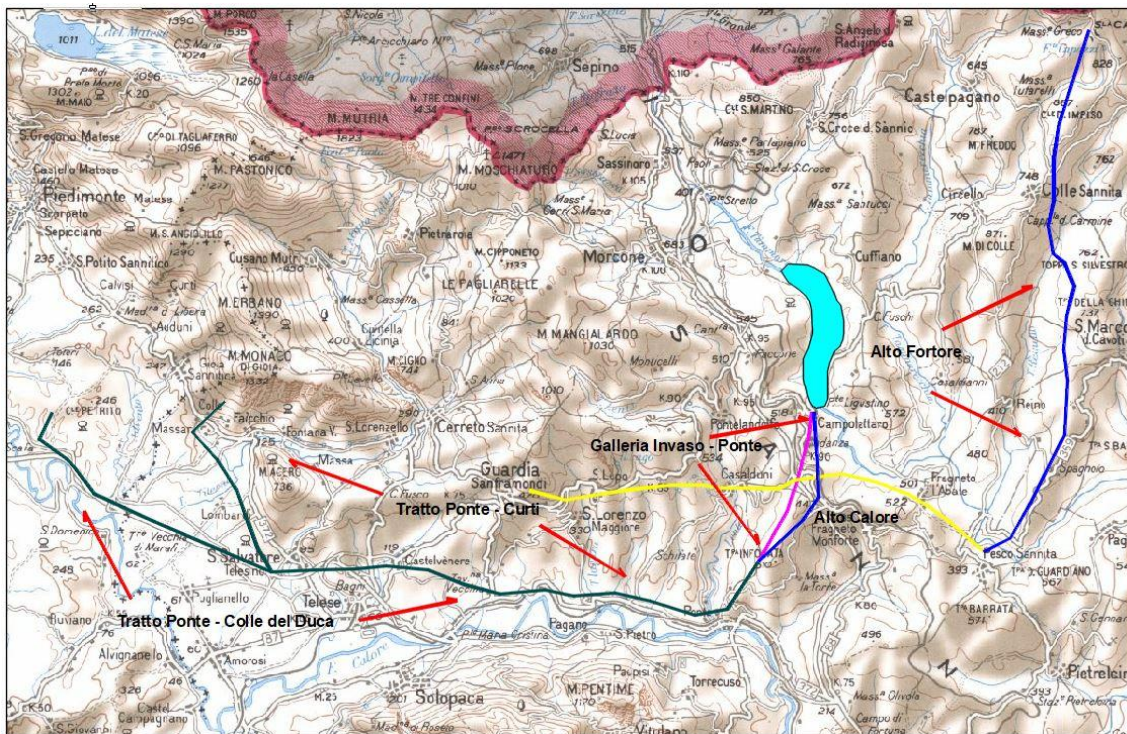


Figura 1. Area d'interesse e tracciati delle nuove condotte in progetto

Le opere acquedottistiche in progetto attraversano prevalentemente aree della Province di Benevento e solo localmente della Provincia di Caserta. Il territorio di interesse può essere suddiviso in due settori principali con differenti condizioni morfologiche e geostrutturali.

Il primo settore si identifica con una stretta fascia generalmente costituita da aree vallive e pedemontane compresa tra l'abitato di Ponte (BN) e le località di Torre del Duca e di Curti dove è previsto il collegamento con l'Acquedotto Campano. In quest'area

verranno realizzati le condotte ACAM, Curti, e Irriguo tratto iniziale e tratto terminale (figura1).

Il secondo settore rientra prevalentemente nell'area del Sannio caratterizzata da rilievi di alta e media collina compresa tra gli abitati di Guardia Sanframondi, Ponte, Campolattaro, Pesco Sannita e Colle Sannita. La geologia e la morfologia di questo territorio è molto articolata per la presenza di unità geologiche strutturalmente complessi predisponenti al dissesto. In quest'area è prevista la realizzazione della galleria di derivazione tra La diga di Campolattaro e Ponte, la condotta Alto Fortore e la condotta Alto Calore.

Nel paragrafo 2 vengono elencate tutte le indagini eseguite nelle varie campagne di studio.

Nel paragrafo 3 si descrivono le caratteristiche geologiche regionali di un settore dell'Appennino Campano di estensione maggiore rispetto all'area di studio.

Nei paragrafi 4,5,6 e 7 sono descritti i principali aspetti, geostrutturali, morfologici, idrogeologici, sismici dei territori del Casertano e del Beneventano interessati dalle infrastrutture idrauliche.

Nel paragrafo 8 viene svolta una dettagliata analisi geologica e morfologica del territorio compreso tra Campolattaro, Fragneto Monforte e Ponte, dove già nel 2007 uno studio condotto per conto della Provincia di Benevento ha valutato la possibilità dell'attraversamento dell'area con una galleria di derivazione, prospettando in alternativa tre itinerari diversi (cfr. Studio Provincia di Benevento,2007). A seguito di ulteriori approfondimenti ed aggiornamenti di carattere geologico e morfologico, sviluppati nell'ambito di questo Progetto, i tre itinerari sono stati messi a confronto al fine di individuare il più idoneo per la realizzazione della galleria.

Nel Cap.9 sono illustrati i caratteri stratigrafici e strutturali della galleria ricostruiti sulla base di rilievi geologici di superficie, sondaggi profondi e indagini geofisiche sviluppate per quasi tutta la lunghezza della galleria (circa 7 km). Nel paragrafo 9.11 viene illustrato uno studio idrogeologico dell'area con rilievo di pozzi e sorgenti per l'individuazione di eventuali interferenze con gli scavi; nel paragrafo 9.12 è illustrato uno studio sulla presenza di gas nel sottosuolo con la segnalazione potenziali criticità durante la fase degli scavi.

Nel paragrafo 10 sono illustrate le condizioni geologiche e morfologiche delle aree interessate dalla progettazione delle opere accessorie (galleria ausiliaria, area impianti condotta forzata ecc.).

Nel paragrafo 11 sono descritti gli aspetti geologici morfologici ed idrogeologici dei territori attraversati dalle condotte, evidenziando le eventuali criticità geologiche che possono interferire con le condotte medesime.

Gli obiettivi specifici raggiunti riguardano:

- la individuazione del modello geologico e dell'assetto strutturale dell'area vasta in cui ricade il territorio di interesse, fornendo allo stesso tempo preliminari indicazioni sulle criticità dei processi geomorfici esistenti;
- la descrizione della situazione geologica locale, tenendo conto dell'assetto litostratigrafico e delle caratteristiche morfologiche e sismiche.

- la caratterizzazione della situazione idrogeologica individuando i rapporti tra la circolazione idrica superficiale e sotterranea e opere previste.
- Costruzione del modello geologico del sottosuolo locale
- L'analisi delle principali criticità geologiche che si possono prevedere per lo scavo della Galleria e lungo i tracciati delle condotte

Nel corso dello studio sono stati svolti rilievi geologici, indagini di campo, e condotti una serie di sopralluoghi collegiali con i progettisti nelle aree di realizzazione delle opere più impegnative. Lo studio è stato affiancato da una raccolta di dati geologici desunti da progetti realizzati in precedenza nell'area e dalla bibliografia scientifica più recente. Sono state consultate alcuni progetti di importanza nazionale (Italfer, CARG, ecc.) e le seguenti Carte Geologiche Ufficiali, ad alcune delle quali hanno partecipato nella fase di redazione lo scrivente ed i suoi collaboratori:

- Carta Geologica dell'Italia meridionale in scala 1:250.000 (Bonardi et al, 1980). Boll. Soc. Geol. Ital. 1988
- Carta Geologica della Campania in scala 1:250.000 e Note Illustrative - Università Napoli
- Carta Geologica F. 173. Benevento in scala 1:100.000 e Note Illustrative ISPRA Roma
- Carta geologica F. 431 Caserta Est in scala 1:50.000 e Note illustrative-Progetto CARG- ISPRA Roma
- Carta Geologica F. 419 S. Giorgio La Molara in scala 1:50.000 e Note Illustrative Progetto CARG -ISPRA Roma
- Studio sulla fattibilità per la individuazione e quantificazione delle infrastrutture idriche per uso idropotabile a supporto dell'invaso di Campolattaro - SOGESIT 2007
- Diga di Campolattaro. Stato dell'arte delle opere, delle procedure in essere e della programmazione approntata - ASEA 2019
- Piano Stralcio Frane Distretto dell'Appennino Meridionale
- Progetto Definitivo Italfer Tratta Telesse- Canello
- Progetto Definitivo Italfer Tratta Apice -Orsaia

## **2. INDAGINI**

Per la redazione del progetto di fattibilità economica sono state realizzate numerose indagini dirette ed indirette in maniera da acquisire già nella prima fase della progettazione una raccolta di informazioni sufficientemente significativo. Si dispone quindi di una raccolta di dati del sottosuolo ampia che ha consentito ricostruire il modello geologico, e idrogeologico del sottosuolo della galleria con un grado di affidabilità sufficiente, essendo stati realizzati n 13 sondaggi profondi in asse galleria, con una media di un sondaggio ogni 600m di sviluppo, ed indagini geofisiche consistenti in stendimenti di prospezioni geofisiche a riflessione della lunghezza quasi pari allo sviluppo della galleria, per un totale complessivo di circa 6 km, integrate, inoltre, da prospezioni di geoelettrica tomografica.

### **2.1 GALLERIA DI DERIVAZIONE E GALLERIA LATERALE**

In dettaglio sono state eseguite due campagne di indagini geognostiche. La prima campagna è stata condotta nel 2019 per la redazione del Progetto di Fattibilità Economica consistente nella esecuzione di n 3 sondaggi profondi in asse galleria (S3, S3bis, S5), n. 3 sondaggi per le aree di imbocco e degli impianti e dei serbatoi della zona di Ponte, oltre ad indagini indirette geofisiche consistenti n 3 MASW eseguite lungo l'asse della galleria per la taratura dei terreni estratti dai sondaggi S3, S3 bis e S5.

La campagna di indagini condotta nel 2020 è consistita nella realizzazione di 9 sondaggi profondi con una lunghezza media di oltre 100m-150m di profondità., oltre altri n2 sondaggi eseguiti per gli approfondimenti sulla galleria ausiliaria (cfr. tab 1). Per quanto riguarda le indagini dirette in asse galleria (CL1+CL1bis, CL7 CL8 CL9 SG2 e ed in asse galleria ausiliaria (SG2, SG3), sono stati eseguiti a carotaggio continuo per tutto il loro sviluppo in profondità. Per i sondaggi S3, S3bis,S5 , (2019) il carotaggio continuo ha compreso un tratto di 50 m a cavallo della sezione della galleria, per i sondaggi CL2,CL3,CL4,CL6 (2020) l'intervallo di carotaggio continuo è stato di 40m a cavallo della sezione galleria, ma per quest'ultima serie di sondaggi i tratti di carotaggio a distruzione sono stati monitorati, con prelievo di campioni dallo smarino di scavo ogni 20-50m di perforazione, dai quali è stato possibile risalire alla natura dei terreni ed annotare le eventuali variazioni litologiche ( cfr schede interpretazione stratigrafica)

Lungo quasi tutto lo sviluppo della galleria sono state eseguiti stendimenti di geofisica per acquisire dati sulla stratigrafia e geometria dei terreni e per la caratterizzazione geotecnica. In totale nelle due campagne geofisiche del 2019 e del 2020 sono state eseguiti

- *n 9 stendimenti di prospezioni geofisiche a riflessione per un totale complessivo di circa 6 Km*
- *n. 9 Prospezione sismica con tecnica MASW 2D (2020)*
- *n. 2,160 km lineari Prospezioni di Geoelettrica Tomografiche ERT (2020).*
- *n. 1,840 km lineari di Prospezioni di Sismica a Rifrazione (2019).*

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

- n. 1 stendimento sismico con tecnica MASW (2019)

In particolare, le indagini sono state eseguite nel corso delle seguenti campagne:

- campagna 2019 – Area Impianti zona Ponte
- campagna 2019 – Galleria di derivazione
- Campagna 2020 – Area Impianti Imbocco galleria Pozzo Zona Ponte
- Campagna 2020 – Galleria di derivazione
- Campagna 2020- Galleria ausiliaria
- Campagna 2020- Pozzo Campolattaro

Nella tab. 1 sono indicate le indagini eseguite per la Galleria di derivazione e per la galleria ausiliaria; l'ubicazione delle indagini utilizzate è riportata nella fig.2,

Sigla	pk	coordinate	coordinate	Q. Imm	Strumenti installati	Profondità	Distruzione carotaggio	campioni	lugeon	log	Geomacca
		EST	NORD	m		m	m			m	
<b>CL1 bis</b>	0	14.730350	41.296283	401		40	c.c				
<b>CL 1</b>	0	14.730350	41.296283	370	PZ CA (51 mt)	70	30/40	Cl=3	2		si
<b>CL 2</b>	<b>7,3</b>	14.728483	41.291233	485	PZ TA 2"	155	115/40	Cl=3	2	si	si
<b>CL 3</b>	<b>21,3</b>	14.723333	41.278883	556	PZ TA 2"	205	165/40	Cl=3	2	si	si
<b>CL 4</b>	<b>32,1</b>	14.724250	41.269317	534	PZ TA 2"	210	170/40	Cl=3	2	si	si
<b>CL 5</b>	<b>43</b>	4567596.81	2496815.12	423	PZ TA 2"	105	65/40	Cl=3	2	si	si
<b>CL 6</b>	<b>50,2</b>	4566160.09	2496658.55	452	PZ TA 2"	110	70/40	Cl-3	3	si	si
<b>GL 7</b>	<b>57,5</b>	4565127.74	2496103.10	447	PZ TA2"	105	75/40	Cl-3	3	si	si
<b>CL 8</b>	<b>69</b>	4564669,83	2495774,13	409	PZ TA2"	95,80	95,80cc	cl-5	3	si	si
<b>CL 9</b>	<b>73,5</b>	4564887,35	2495463,22	416	PZ TA2"	110m	110/110				
<b>S3 (2019)</b>	<b>50,9</b>	14°43.264'	41°15.169'	411	PZ CA	95	45/50	cl-3			si
<b>S3bis (2019)</b>	<b>39,5</b>	14°43'18.13	41°15'45.81	467	Pz CA	145	95/50	Cl_-3			si
<b>SG 2</b>	<b>46</b>	4567432,34	2464654,32	392	PZ TA 2""	30	30/30m	Cl 2			si
<b>SG3</b>	<b>46,1</b>	4567875,12	243256,44	394	PZ CA	50	50/50m	cl-3			si

Tab. 1 Sintesi delle indagini eseguite per la Galleria di derivazione e per la Galleria ausiliaria

Le interpretazioni geologiche delle stratigrafie dei sondaggi sono illustrate nell'allegato GL.05a nell'allegato GL05b, e nella scheda litostratigrafica di cantiere reinterpretata sotto il profilo geologico

## 2.2 PROVE DI PERMEABILITÀ

La valutazione della permeabilità delle formazioni presenti nell'area di studio è stata eseguita seguendo un approccio combinato basato sull'esame delle prove in foro disponibili, sulle evidenze emerse nel corso dei sopralluoghi e sulle caratteristiche litologiche. Al termine di questa elaborazione ad ogni formazione è stata associata una permeabilità di riferimento ed un range di variazione ragionevolmente possibile. La tab. 2 sintetizza i risultati ottenuti dalle prove Lugeon eseguite nei fori di sondaggio, suddivisi per formazione

Di seguito si riporta nella tab. una sintesi delle prove condotte nei fori di sondaggio ricadenti all'interno dell'area di studio, con indicazione dei valori di permeabilità determinati

Sondaggio	Tipologia Prova	profondità	Permeabilità K medio m/s	Formazione di riferimento
CL 1	Lugeon	50,00m-53,00m	1,103E-07	UFM
CL 1	Lugeon	67,00m-70,00m	2,757E-08	UFM
CL 2	Lugeon	137,00m-140,00m	8,657E-08	UFM
CL 2	Lugeon	152,00m-155,00m	7,279E-08	UFM
CL 3	Lugeon	188,00m-191,00m	1,029E-07	UFM
CL 3	Lugeon	202,00m-205,00m	2,117E-08	UFM
CL 4	Lugeon	193,00m-196,00m	1,243E-07	UFM
CL 4	Lugeon	202,00m-205,00m	2,606E-08	FYRagM
CL 5	Lugeon	89,40m—92,70m	4,0E-08	CPA
CL 5	Lugeon	100,2m – 103,15m	1,0E-07	AV/CPA
CL 6	Lugeon	90,40m- 93,40m	1,0E-08	TUT
CL 6	Lugeon	107,00m-110,00m	1,0E-08	TUT
CL 7	Lugeon	96,50m -98,50m	1,44E-05	FYRc
CL 7	Lugeon	112,00m- 115,00m	1,0E-07	FYRc
CL 7	Lugeon	127,00m-130,00m	2,0E-08	FYRcagM
CL 8	Lugeon	72,0m-73,10m	>7,87E-05	FYRc
CL 8	Lugeon	76,50m-79,10m	2,0E-08	FYRc
CL 8	Lugeon	90,00m-95,80m	2,50E-09	FYRc

Tab.2 Sintesi dei risultati delle prove di permeabilità eseguite nei sondaggi con riferimento alle formazioni geologiche

## 2.3 INDAGINE GEOFISICA

La motivazione di questa indagine è quella di verificare, con metodologie indirette, le condizioni di saturazione da parte delle acque meteoriche del sottosuolo, riscontrare

l'eventuale presenza di falde acquifere e caratterizzarne la geometria, riscontrare l'eventuale presenza di vuoti da fratturazione e/o da asportazione di materiale operata da eventuali flussi idrici, appurare l'andamento dei deflussi idrici di scorrimento superficiale e di infiltrazione efficace e quindi contribuire, unitamente alle altre indagini di ordine sismico e geotecnico, alla esatta interpretazione di un modello geologico a supporto di una efficace progettazione delle opere da realizzare.

Pertanto, allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);
- caratterizzare i principali parametri geologico-sismici;
- caratterizzare i limiti di resistività elettrica da correlare a cambiamenti litostratigrafici, ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;

Per il progetto preliminare, nell'anno 2019, lungo due tratti del tracciato della galleria idraulica, sono state eseguite le seguenti indagini di ordine geofisico:

**N. 1,840 km lineari di Prospezioni di Sismica a Rifrazione.** Le prospezioni, denominate **SR** in onde di compressione sono state effettuate con sismografo multicanale digitale SoilSpy Rosina 50 canali.

**N. 1 stendimento sismico con tecnica MASW,** per la determinazione delle Vs equivalente, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love.

**N. 2,160 km lineari Prospezioni di Geoelettrica Tomografica ERT,** eseguite con georesistivimetro multicanale con acquisizione del tipo, Dipolo-Dipolo e Polo-Dipolo

La geometria di acquisizione delle indagini sismiche sopra citate è riportata in Tab. 3, mentre la geometria di acquisizione delle indagini geoelettriche è riportata in Tab. 4.

<b>PROSPEZIONI SISMICHE SR - MASW</b>				
<b>STENDIMENTO SISMICO</b>	<b>N° Canali</b>	<b>Distanza geofonica</b>	<b>Lunghezza base sismica</b>	<b>Rilevamento onda</b>
<b>SR 1</b>	<b>50 X 3</b>	<b>5.0 m</b>	<b>650 m</b>	<b>Vp</b>
<b>SR2</b>	<b>25 X 6</b>	<b>10.0 m</b>	<b>1190 m</b>	<b>Vp</b>
<b>MASW 1</b>	<b>25</b>	<b>5.0 m</b>	<b>120 m</b>	<b>Vs - Vp</b>

Tab.3 - Geometria di acquisizione delle linee di Sismica a Rifrazione SR e MASW-1D



PROSPEZIONI GEOELETTRICHE ERT				
STENDIMENTO GEOELETTRICO	N° Canali	Distanza elettrodoica	Lunghezza base geoelettrica	Dispositivo elettrodoico
<i>ERT 1</i>	64 X4	5.0 m	740 m	<i>Dipolo-Dipolo, Polo-Dipolo.</i>
<i>ERT 2-3</i>	64 X 8	5.0 m	1420 m	<i>Dipolo-Dipolo, Polo-Dipolo.</i>

Tab. 4 - Geometria di acquisizione delle linee Geoelettriche ERT

Per approfondire il livello di conoscenza, nei mesi di Agosto e Settembre 2020, è stata realizzata una nuova campagna di indagini geofisiche di **Sismica a Riflessione** e **MASW-1D**, il lavoro è stato eseguito attraverso le seguenti fasi operative, pianificazione e coordinamento per l'esecuzione in sito di:

**N. 5** stendimenti di **Sismica a Riflessione (SL)** denominati SL1 da 450 m), SL2 da 450m, SL3 dal 1350 m, SL 4 da 460m, SL 5 da 450m, SL 6 da 150m per uno sviluppo totale di 3310 m, per la modellazione e caratterizzazione sismo stratigrafica delle litologie presenti nell'area di studio (Fig. 2).

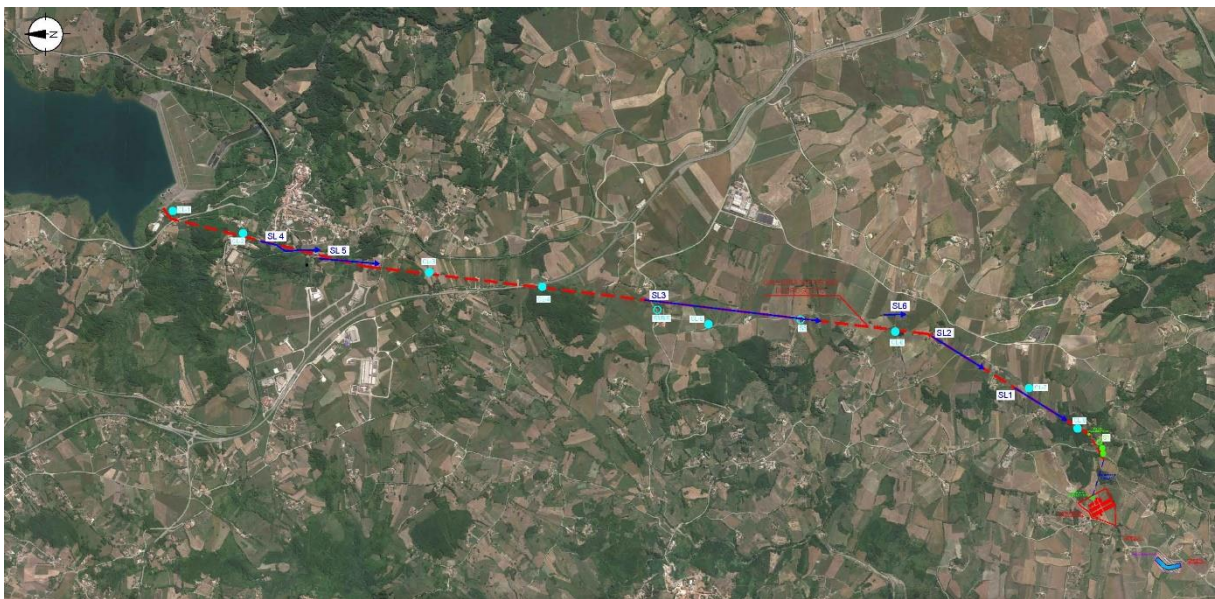


Fig.2 – Ubicazione delle indagini si sismica a riflessione (SL)

Le caratteristiche geometriche, di configurazione e acquisizione delle linee sismiche sono riportate nella seguente Tabella 5.

<b>PROSPEZIONI SISMICHE A RIFLESSIONE SL – MASW-1D</b>				
<b>STENDIMENTO SISMICO</b>	<b>N° Canali</b>	<b>Distanza geofonica</b>	<b>Lunghezza base sismica</b>	<b>Rilevamento onda</b>
<i>SL 1</i>	72	5.0 m	450 m	<i>Vp</i>
<i>SL 2</i>	72	5.0 m	450 m	<i>Vp</i>
<i>SL 3</i>	252	5.0 m	1.350 m	<i>Vp</i>
<i>SL 4</i>	74	5.0 m	460 m	<i>Vp</i>
<i>SL 5</i>	72	5.0 m	450 m	<i>Vp</i>
<i>SL 6</i>	26	5.0 m	165 m	<i>Vp</i>
<i>MASW 1 Campolattaro (BN)</i>	25	5.0 m	120 m	<i>Vs - Vp</i>
<i>MASW 1 Faicchio (BN)</i>	25	5.0 m	120 m	<i>Vs - Vp</i>
<i>MASW 2 Faicchio (BN)</i>	25	5.0 m	120 m	<i>Vs - Vp</i>

**Tab. 5** Geometria di acquisizione delle linee di Sismica a Riflessione SL e MASW-1D

Successivamente, nei mesi di Novembre e Dicembre 2020, è stata realizzata una ulteriore campagna di indagini geofisiche di **Sismica a Riflessione** e **MASW 2D**, il lavoro è stato eseguito attraverso le seguenti fasi operative, pianificazione e coordinamento per l'esecuzione in sito di:

**N. 3** stendimenti di **Sismica a Riflessione** (SL) denominati SL7 da 300 m, SL8 da 1.080m, SL9 dal 840 m, per uno sviluppo totale di 2.220 m, posizionate in campo come da tab. 6.

**N. 9** Prospezione sismica con tecnica **MASW 2D** (Multichannel analysis of surface waves), con lunghezze da 100 a 800 metri, per uno sviluppo totale di 2.310 m, elaborazione dei dati con profili verticali di velocità dell'onda "S" e grafici di dispersione laterale delle onde di taglio Vs. Posizionate in campo come da tab. 7.

**N. 1** Prospezione di Geoelettrica Tomografica **ERT**, eseguita con geometria lineare e spaziatura elettrodica di 5.00 m, effettuata in modo da coprire un areale opportunamente significativo, al fine di ottenere una alta risoluzione di investigazione. Sul transetto della lunghezza di 315.00 m sono stati acquisiti dati con dispositivo elettrodico, Polo-Dipolo con visualizzazione dei risultati su pseudosezioni caratteristiche e rappresentazione di sezioni di resistività reali del sottosuolo tramite programma di inversione dati 2D. La prospezione, denominata ERT 4 è stata posizionate in campo in punti esplicativi della geologia locale come da tab. 8.

PROSPEZIONI SISMICHE A RIFLESSIONE SL				
STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza geofonica	Lunghezza base sismica	Rilevamento onda
<i>SL 7</i>	42	5.0 m	300 m	Vp
<i>SL 8</i>	198	5.0 m	1.080 m	Vp
<i>SL 9</i>	150	5.0 m	840 m	Vp

**Tab. 6** - Geometria di acquisizione delle linee di Sismica a Riflessione SL

PROSPEZIONI SISMICHE – MASW 2D				
STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza geofonica	Lunghezza base sismica	Rilevamento onda
<i>MASW 2D - SL1</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D - SL2</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D - SL3 Tratto 1°</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D - SL3 Tratto 2°</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL4</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL5</i>	31	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL6</i>	26	5.0 m	150 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL7</i>	21	5.0 m	100 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL8</i>	161	5.0 m	800 m	Vs - Vp
<i>MASW 2D su SL9</i>	73	5.0 m	360 m	Vs - Vp

**Tab. 7** - Geometria di acquisizione delle linee MASW 2D

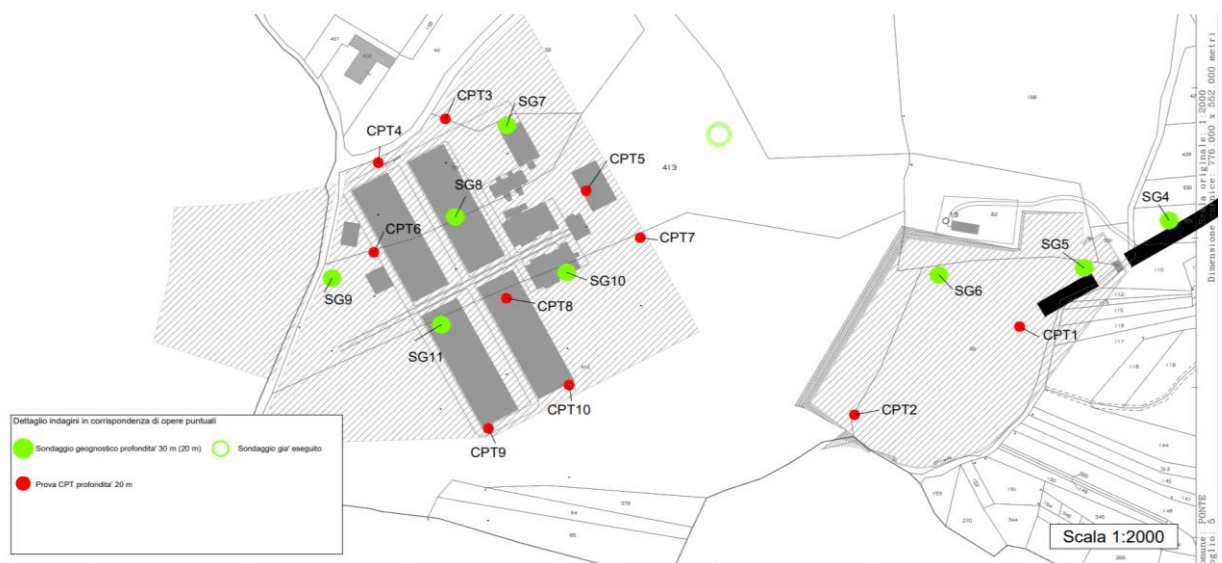
<b>PROSPEZIONI GEOELETTRICHE ERT</b>				
<b>STENDIMENTO GEOELETTRICO</b>	<b>N° Canali</b>	<b>Distanza Elettrodica</b>	<b>Lunghezza base Goelettrica</b>	<b>Dispositivo elettrodico</b>
<b>ERT 4</b>	<b>64</b>	<b>5.0 m</b>	<b>315 m</b>	<b>Polo-Dipolo.</b>

*Tab. 8 - Geometria di acquisizione delle linee geoelettriche.*

## 2.4 CAMPAGNA DI INDAGINI IN LOCALITÀ PONTE (BN)

Nel territorio del Comune di Ponte (BN) a circa un chilometro dal centro abitato sul fianco occidentale del rilievo di Toppa Infocata, il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere: Imbocco della galleria, pozzo piezometrico, condotta forzata e impianti di servizio.

Nelle figure 3 e 4 sono rappresentate in pianta le ubicazioni dei sondaggi nelle due aree interessate dagli impianti e dalla condotta forzata



*Figura 3 Ubicazione indagini per l'area impianti e per la Condotta forzata*

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

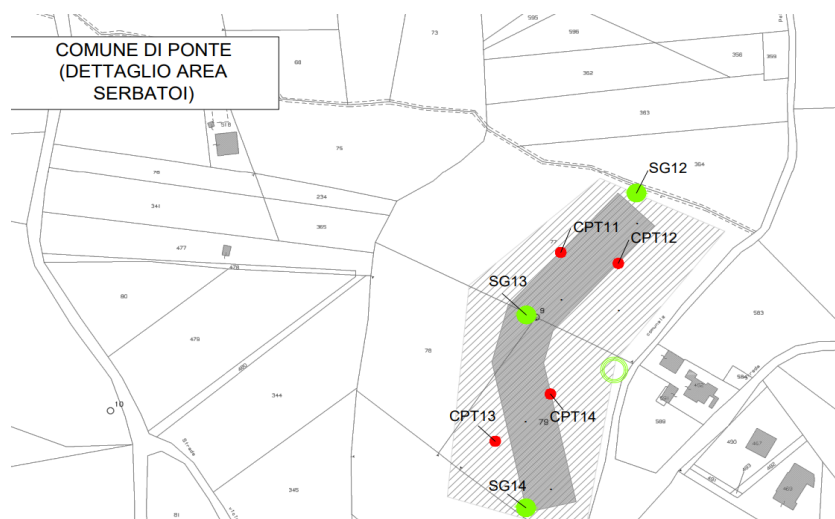


Figura 4 ubicazione indagini nell'area dei serbatoi

Nella tabella 9 sono sintetizzate le indagini e le relative attività di monitoraggio in corso

Sigla Sondaggio	Profondità	Quota/m slm	Campioni indisturbati.	Strumenti installati	PROVE DOWN - HOLE	CPT	D.P.S.H	Piezometri
S1 (2019)		370				X	X	
S2 (2019)		290				X	X	
S3 (2019)		246				X	X	
SG4	35m	355	2			X	X	X
SG5	30m	340	3		X	X	X	X
SG6	20m	325				X	X	
SG7	30m	265	2			X	X	X
SG8	30m	265	2		X	X	X	X
SG9	30m	260	3	Inclinometro		X	X	X
SG10	30m	265	2			X	X	X
SG11	30m	260	2			X	X	X
SD12	30m	245				X	X	
SG13	30m	245			X	X	X	
SG 14	30m	245				X	X	

Tab. 9 Sintesi delle indagini geognostiche condotte nella zona di Ponte

Tra il 2019 ed il 2020 sono state realizzate varie campagne di indagini geognostiche costituite da sondaggi profondi per l'analisi geologica e geotecnica della galleria di derivazione, affiancati da indagini geofisiche. Sono stati realizzati sondaggi geognostici nelle aree dove sono previste opere accessorie (galleria ausiliaria, area impianti condotta forzata ecc.) mirati alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione delle opere da realizzare. Queste attività sono state affiancate da un monitoraggio continuo della falda e delle aree potenzialmente in frana. Per maggiori approfondimenti sulle indagini si rimanda alla relazione (cfr ED.02.1 ALL.01 Indagini).

## **2.5 RILIEVI GEOLOGICI PER LA SCELTA DEI TRACCIATI DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO**

E' stata condotta tra il 2019 ed il 2021 più campagne di rilievi geologici per definire il migliore tracciato per il sistema irriguo. Sono state valutate le condizioni di stabilità dei territori in prospettiva anche futura. Tutte le aree individuate sono state confrontate con le cartografie del rischio idrogeologico del Distretto dell'Appennino meridionale.

I rilievi geologici, morfologici e idrogeologici sono stati redatti in scala 1: 5.000 affiancati da profili geologici sviluppati lungo tutto il sistema delle condotte in scala 1:500/1: 5.000.

Lungo tutti percorsi sono state realizzate prove penetrometriche CPT per un totale di 460.



### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'Appennino meridionale è un segmento arcuato a falde di ricoprimento, compreso tra l'arco dell'Appennino centro-settentrionale e l'arco calabro-peloritano, formatosi in gran parte durante il Neogene. Costituisce un edificio a falde con vergenza orientale compreso tra il bacino Tirrenico ad ovest e l'avampaese Apulo ad est (Bonardi et al., 2009). Si tratta di una catena montuosa formata da più unità geologiche (unità stratigrafico-strutturali) accavallate tra loro con pieghe e sovrascorrimenti. Questa particolare strutturazione dell'edificio si è sviluppata al di sopra della microzolla Adria in subduzione verso ovest (Mostardini e Merlini, 1986, Patacca e Scandone 2007, Bonardi et al, 2009) dando luogo alla formazione di più falde tettoniche (figura 5)

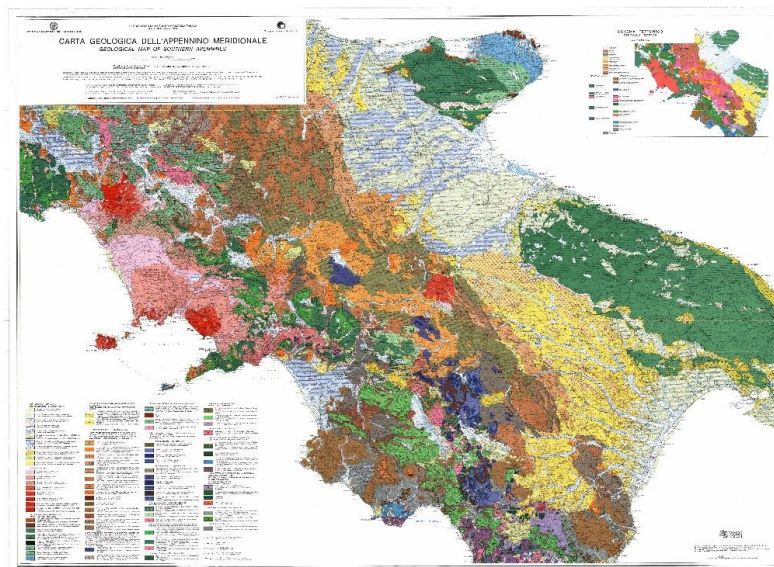


Figura 5. Carta geologico strutturale dell'Appennino Meridionale (Bonardi et alii,1988)

L'assetto strutturale dell'Appennino meridionale può essere inquadrato come il risultato di una tettonica caratterizzata da sovrascorrimenti di importanza regionale, il cui orizzonte di scollamento basale diventa progressivamente più superficiale procedendo dalle aree interne della catena verso l'avampaese apulo. Ulteriori sovrascorrimenti più recenti e profondi si sono propagati verso l'alto troncando i preesistenti sovrascorrimenti più superficiali secondo un meccanismo di *breaching* (Butler, 1983), che coinvolge l'avampaese apulo strutturato alla base della catena. Nella sezione di figura 6 viene illustrato lo schema del modello geologico del sottosuolo dell'Appennino meridionale in cui viene evidenziata la progressiva migrazione spazio-temporale della deformazione nel sistema Catena- Avanfossa -Avampaese.

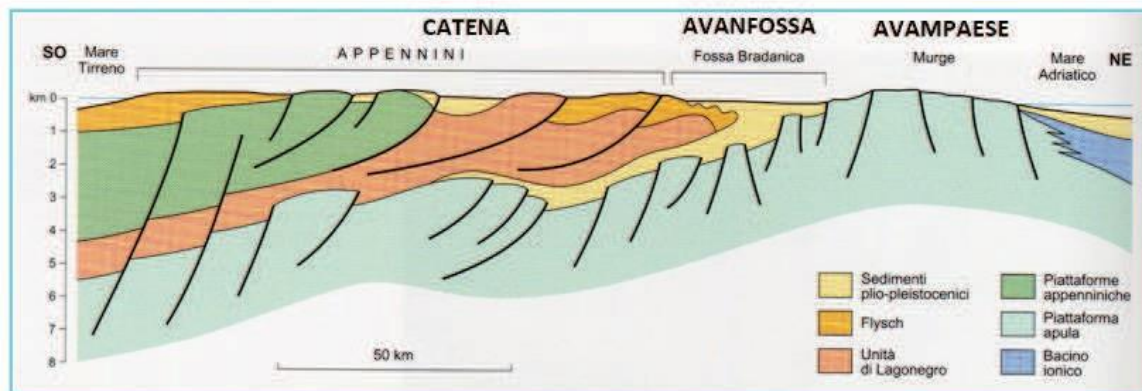


Figura 6 Sezione geologica schematica attraverso l'Appennino Meridionale e la fossa Bradanica (da Selli et alii, in Autori Vari 1988, modif.)

Nella figura 7 è rappresentato il profilo geologico reale costruito dall'Agip in base a numerosi sondaggi profondi per ricerche di Idrocarburi lungo una sezione che interessa l'area in studio.

La ricostruzione dell'assetto stratigrafico-strutturale della Catena dell'Appennino meridionale si presenta molto problematica e sono disponibili in letteratura differenti modelli paleogeografici (Selli, 1962; Ogniben, 1969; Ippolito et al., 1973; D'Argenio et al., 1975; Mostardini & Merlini, 1986; Sgrosso, 1988, 1998; Pescatore et al., 1988; Patacca & Scandone, 1989, 2001; Bonardi et al., 2009) (D'Argenio, 1988) a causa delle differenze nella ricostruzione stratigrafica di alcune successioni di bacino pelagico, nell'attribuzione cronologica di alcune successioni mioceniche di foredeep e thrust-top basins, e nella ricostruzione di modelli palinspastici di epoca pre-tettonogenetica. Tuttavia, è sempre stato condiviso da tutti gli Autori il generale senso di trasporto tettonico verso i quadranti orientali illustrato nelle figure 6 e 7.

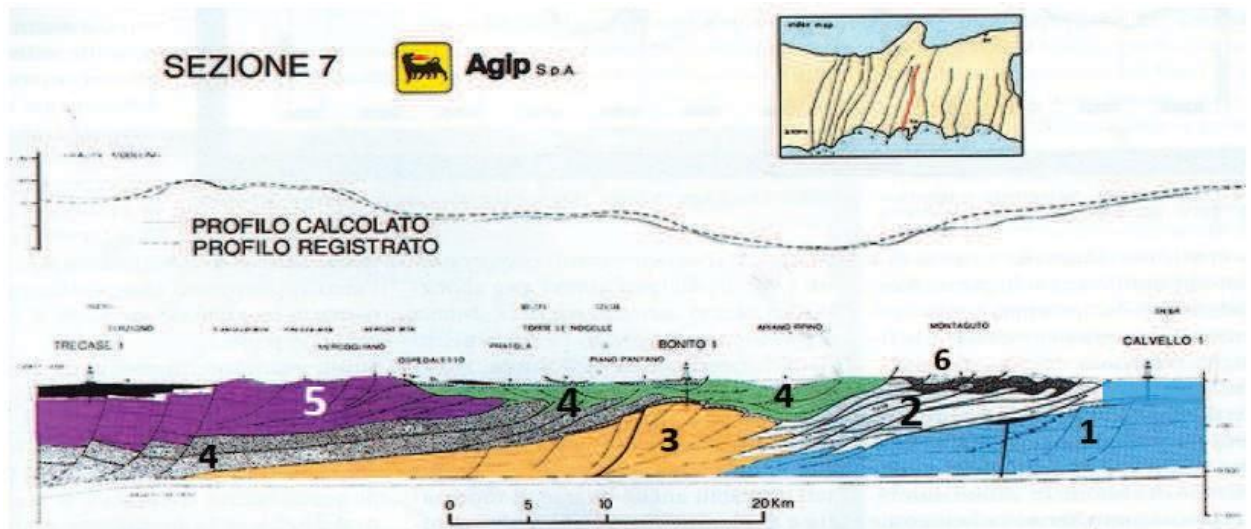


Figura 4 Sezione geologica costruita sulla base di dati di superficie e di sondaggi profondi per ricerche di idrocarburi. La traccia della sezione si sviluppa in corrispondenza dell'area di studio. Legenda: 1. Unità Piattaforma Apula esterna; 2. Unità Bacino Apulo; 3. Unità Piattaforma Apula interna; 4. Unità lagonegresi molisane; 5. Unità della Piattaforma appenninica; 6. Depositi terrigeni pliocenici e pleistocenici. (da Mostardini & Merlini, 1988. Modif.)



Nel presente studio si fa riferimento al modello paleogeografico pre-orogénico proposto in Pescatore et al. (1996a, 1999) e Di Nocera et al. (2006). Tale modello generale, riferito al settore campano-molisano della catena, prevede schematicamente quattro unità paleogeografiche principali (Figura 8):

- a) *Bacino liguride*
- b) *Piattaforma carbonatica sud-appenninica*
- c) *Bacino lagonegrese molisano*
- d) *Piattaforma Apula*

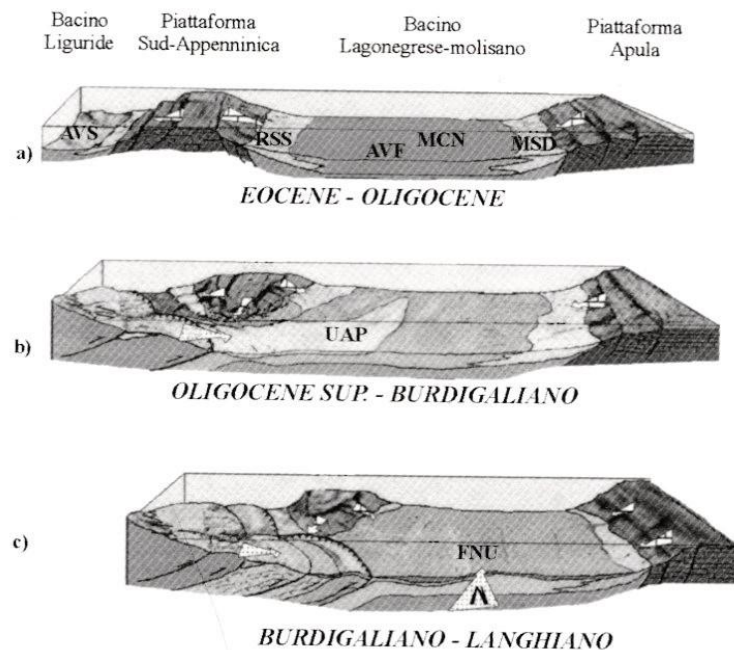


Figura 8 Schema paleogeografico del margine continentale apulo-adriatico nel settore campano-molisano che illustra il quadro pre-orogénico della distribuzione dei depocentri di sedimentazione del Bacino Lagonegrese-molisano e le relative aree di alimentazione tra l'Eocene ed il Langhiano (Miocene inferiore).  
 Legenda: Unità sicilide AVS; Unità del Bacino Lagonegrese-molisano: RSS Flysch rosso, AVF Argille Varicolori del Fortore, Formazione di Corleto Perticara MCN; Unità della Daunia MSD; Successione di Papaloia UAP; Flysch Numidico FNU (da Di Nocera et al.2006)

### a) Bacino Liguride

Bacino Liguride fa parte del dominio oceanico interno (Neotetide) in cui si sono deposte un insieme di successioni costituite dal Complesso Liguride, dalle Unità con "terreni ad affinità sicilide" (Bonardi et alii, 1988b) e dal Complesso Sicilide (Ogniben, 1969). Porzioni di queste unità più prossime al margine continentale africano, a seguito della chiusura della Tetide, e dell'evento deformativo post Aquitaniano si accavallano sulle successioni carbonatiche di piattaforma del margine occidentale della zolla continentale africana

**b) Piattaforma carbonatica sud-appenninica**

Le successioni di piattaforma carbonatica si sono deposte in un dominio paleogeografico (zolla continentale africana) costituente un alto morfologico e strutturale che separava il bacino oceanico ligure dal bacino lagonegrese -molisano. La successione di piattaforma è costituita da depositi carbonatici mesozoici di facies di transizione, di scogliera e di retroscogliera (D'Argenio 1966, Carannante et al. 1994). Dopo una prima emersione testimoniata da depositi bauxitici del Cretacico superiore (D'Argenio,1974), si registra un graduale annegamento del dominio di piattaforma e la ripresa della sedimentazione dall' Aquitaniano al Miocene superiore dando luogo alla formazione di una successione costituita alla base da depositi bioclastici di ambiente neritico e verso l'alto da depositi emipelagici ed infine da torbiditi arenacei (Perrone & Sgrosso 1981).

**c) Bacino Lagonegrese-molisano**

Fanno parte del Bacino Lagonegrese-molisano tre distinte unità tettono-stratigrafiche che si riferiscono al margine occidentale (settori interni), alle zone assiali ed alle aree più esterne del bacino stesso (Pescatore et alii, 1988; Dazzaro et alii, 1988).

*Settore interno*

Al settore più interno (occidentale) in Lucania sono riferite le Unità lagonegresi II (Scandone 1967,1972) e l'Unità Lagonegrese di Monte Arioso (Pescatore et al.1988); nel Sannio ed in Irpinia rispettivamente l'Unità sannitica (Di Nocera et al.2002) e l'Unità di Frigento (Di Nocera et al.2002). Queste unità sia nel settore lucano che in quello Sannitico-irpino si sono formate lungo il margine occidentale del bacino lagonegrese dove la sedimentazione dal Trias medio fino al Miocene inferiore è stata caratterizzata da depositi calcareo-clastici provenienti dal disfacimento del margine orientale della Piattaforma sud-appenninica. Tale sedimentazione è rappresentata dalle formazioni dei "Calcari a liste e noduli di selce", degli "Scisti silicei" e del "Flysch Galestrino", del Flysch Rosso, e del flysch Numidico. Solo nell'area sannitico-irpina la sedimentazione è continuata fino al Miocene medio con arenarie quarzose-litiche di tipo post-numidico. (Di Nocera 2002).

*Settore assiale*

Al settore assiale del Bacino Lagonegrese-molisano appartengono l'Unità Lagonegro I (Scandone 1967,1972) e l'Unità lagonegrese di Groppa d'Anzi (Pescatore et al. 1988), affioranti in Basilicata; l'Unità del Fortore (Dazzaro et al, 1988; Pescatore et al.1996) affiora nel Sannio ed in Irpinia.

Sulla successione della Serie calcareo-silico-marnosa" si sviluppa verso l'alto in continuità di sedimentazione una sequenza di Formazioni costituita dalle "Argille Varicolori", di "Corleto Perticara", "Tufiti di Tusa" e Flysch Numidico di età Cretacico superiore – Miocene inferiore.

*Settore esterno*

Le successioni riferite al settore esterno del Bacino Lagonegrese-molisano affiorano sul margine orientale della catena appenninica e comprendono anche le sequenze terrigene meso-supra-mioceniche. Si tratta di depositi argilloso-marnosi con intercalazioni calcareo clastiche provenienti dal margine occidentale della Piattaforma Apula. In Lucania affiora l'Unità di Campomaggiore costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni del Flysch Galestrino, Flysh Rosso, Flysch Numidico e Formazione di Serra

Palazzo; l'età è compresa tra il Cretacico superiore ed il Tortoniano. In Irpinia la formazione del Flysch di Faeto e le Marne argillose di Toppa Capuana evolvono fino al Messiniano inferiore (Basso et al, 2001,2002) mentre l'unità della Daunia comprende anche le successioni evaporitiche del Messiniano sup. (formazione di Monte Castello, Crostella e Vezzani 1964).

#### **d) Piattaforma Apula**

Nel quadro dell'orogenesi dell'Appennino questa unità carbonatica rappresenta l'avampaese ed affiora estesamente ad est della avanfossa bradanica nel Gargano e nelle Puglie, costituendo il substrato dell'avanfossa medesima. La successione carbonatica è costituita da evaporiti e dolomie basali (formazione di Burano) del Trias superiore e da dolomie e calcari di piattaforma del Giurassico e Paleogene (Pavan & Pirini, 1966; Ricchetti et alii, 1988). Gli spessori della formazione sono notevoli in quanto superano i 6000 m.

In Irpinia, i terreni ascrivibili alla piattaforma Apula strutturata (piattaforma Apula interna) sono stati individuati in sottosuolo attraverso i pozzi per la ricerca petrolifera, quali Irpinia 1, Taurasi 1, Ciccone e Nusco 1 (Mostardini & Merlini, 1986; Lentini et alii, 1990; Matano & Di Nocera, 2001).

### **3.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO**

Le principali fasi deformative che hanno strutturato il settore più meridionale della Catena Appenninica sono avvenute tra il Miocene ed il Quaternario, anche se gran parte dell'edificio a falde si è strutturato a partire dal Langhiano (Mostardini & Merlini 1986; Di Staso & Giardino 2002; Patacca & Scandone 2007). Le unità tettoniche più interne, derivanti da un'area oceanica o a crosta continentale assottigliata, hanno iniziato ad impilarsi a partire dal Miocene inferiore (Di Staso & Giardino 2002; Patacca & Scandone 2007), formando un prisma di accrezione suturato da una successione di *thrust top-basin* (Bonardi et al. 2009). A partire dal Tortoniano, questo insieme è sovrascorso sui domini di piattaforma carbonatica impostati su crosta continentale (Mostardini & Merlini 1989; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009). Successivamente il prisma tettonico si è ulteriormente spostato verso l'esterno, coinvolgendo nella deformazione l'ampio Bacino di Lagonegro-molisano e tutti i domini paleogeografici più esterni, sino al raggiungimento della Piattaforma Apula interna (Mostardini & Merlini 1986; Bonardi et al. 2009). Tra il Messiniano e la prima parte del Pliocene inferiore, si sono verificati alcuni episodi di tettonica distensiva che ha favorito la formazione di bacini di *piggy-back* poco profondi, caratterizzati da sedimentazione prevalentemente evaporitica (Torre et al. 1988; Patacca & Scandone 2007). La fase tettonica del Pliocene inferiore, quindi, ha interrotto nuovamente la sedimentazione nelle aree bacinali consentendo un'ulteriore traslazione delle coltri della catena per eventi compressivi (Cinque et al. 1993; Patacca & Scandone 2007). Successivamente, le fasi tettoniche del Pliocene inferiore e medio hanno determinato l'individuazione di ulteriori zone subsidenti, con conseguente ingressione marina connessa alla generale invasione del Mar Mediterraneo dopo la crisi di salinità del Messiniano (Cantalamesa et al. 1988; Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone

2007). Nel Pliocene medio e superiore le varie fasi tettoniche hanno portato al rovesciamento dei fianchi esterni delle pieghe, oltre che ad ulteriori traslazioni attraverso piani di taglio inverso (Mostardini & Merlini 1986; Cinque et al. 1993). Quindi la pila tettonica già formata viene successivamente disarticolata dalla tettonica trascorrente e distensiva plio-pleistocenica, coeva all'apertura della porzione più meridionale del Bacino Tirrenico (Patacca et al. 1992; Di Bucci et al. 1999; Casciello et al. 2006). Nei settori interni dell'Appennino meridionale, questa tettonica avviene prevalentemente su lineamenti ad alto angolo, che riattivano localmente strutture ereditate dalle precedenti fasi tettoniche compressive (Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999). Tra il Pleistocene medio e l'Olocene, infine, si instaura un regime prevalentemente estensionale responsabile della formazione di importanti strutture tettoniche a carattere regionale (Cinque et al. 1993; Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999). La tettonica distensiva quaternaria si sostituisce a quella prevalentemente trascorrente plio-pleistocenica, determinando la formazione di faglie dirette di diverso ordine gerarchico e causando la riattivazione di numerosi elementi preesistenti (Di Bucci et al. 1999). Questa fase porta quindi alla definizione degli attuali assetti geologici della Catena Appenninica, con la formazione di ampie piane costiere e intramontane colmate da spesse successioni continentali di tipo vulcanico, alluvionale e fluvio-lacustre (Branaccio et al. 1991; Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999).

A seguito di questi ultimi assestamenti della tettonica in quasi tutto l'Appennino Campano si registra nelle aree di pianura e sui rilievi una copiosa sedimentazione di terreni vulcanoclastici dovuta essenzialmente all'attività esplosiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei (Rosi & Sbrana 1987; Santacroce 1987), due importanti apparati vulcanici posti nella parte centrale della Piana Campana (Fedele et al. 2009). In corrispondenza dei settori di fondovalle tali terreni sono rappresentati da tufi e depositi piroclastici con spessore fino a diverse decine di metri, mentre lungo i versanti questi depositi sono costituiti da alternanze di colluvioni vulcanoclastiche e paleosuoli con variabili quantità di materiale roccioso (Calcaterra et al. 1999, 2000; Di Crescenzo & Santo 1999; Zanchetta et al. 2004; Bisson et al. 2007).

### **3.2 CARATTERI STRUTTURALI GENERALI**

Nel settore della Catena sud-appenninica di interesse, al di sotto di una coltre di terreni recenti, sono presenti tre scaglie tettoniche con età compresa tra il Mesozoico ed il Miocene inferiore, derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale (Bacino Lagonegrese-molisano, Scandone 2000, Di Nocera et alii 2002), da domini di piattaforma carbonatica (Piattaforma abruzzese-campana di d'Argenio et alii (1973), e dalla Piattaforma carbonatica appenninica e apula (sensu Mostardini & Merlini, 1986), non affiorante nell'area (figura 9).

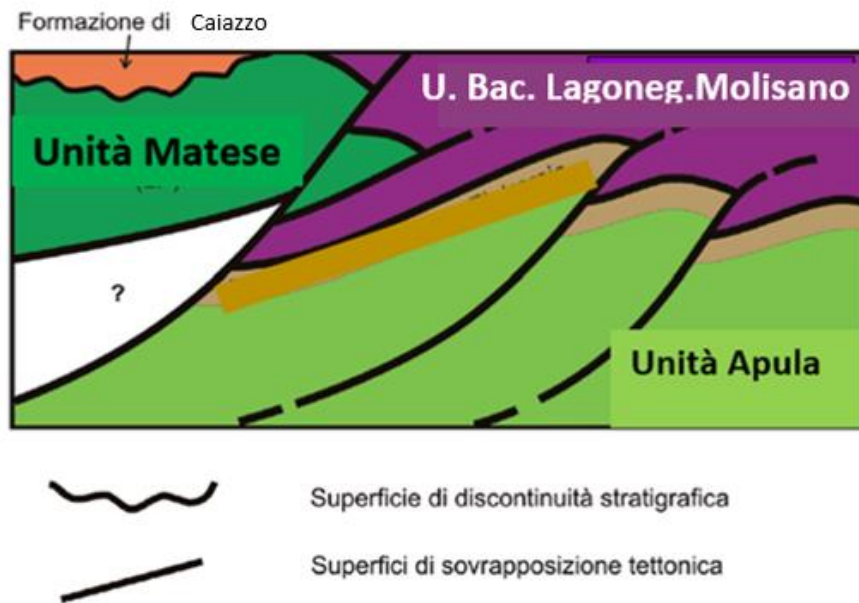


Figura 9 – Rapporti geometrici e strutturali tra le unità tettoniche presenti nell'area in studio (da Carannante et alii, 2012, modif

Nella figura 6 è rappresentata la ricostruzione schematica dei rapporti esistenti tra alcune unità tettoniche derivanti dalla deformazione delle originali formazioni geologiche. L'Unità occidentale del Bacino lagonegrese-molisano (sensu Di Nocera et alii 2002), sottoposta all'Unità tettonica Matese, entrambe solidariamente sormontanti l'Unità tettonica Apula. La configurazione geometrica attuale delle Unità è il risultato di una articolata storia deformativa caratterizzata da fasi compressive mio-pleioceniche seguite da eventi tettonici durante il Pliocene superiore-pleistocene. L'età della sovrapposizione tettonica del Matese sull'Unità occidentale del Bacino lagonegrese - molisano risulterebbe successiva alla deposizione della formazione delle Arenarie di Caiazzo (ARC) ovvero del F. di Castetvetere, del Tortoniano superiore-messiniano inferiore (Patacca et alii, 1990; Di Nocera et alii, 1996).

Nel settore dell'Appennino casertano, l'elemento geometricamente più elevato della pila tettonica è rappresentato dall'Unità del Sannio con la sua copertura silicoclastica miocenica (Carannante et al. 2012). Tale unità deriva da un dominio bacinale originariamente localizzato tra i vari domini di piattaforma (Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009), e si sovrappone con vergenza orientale sulle due unità mesozoiche di piattaforma carbonatica. L'età della sovrapposizione sui Monti Lattari-Picentini-Alburni è riferibile al Tortoniano inferiore-medio, mentre l'età della sovrapposizione sull'Unità Matese-Taburno-Camposauro risulterebbe successiva alla deposizione delle arenarie del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore (Patacca et al. 1990; Di Nocera et al. 1993).

L'evoluzione strutturale della zona è contraddistinta, inoltre, dalla sovrapposizione dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui depositi sin-orogeni delle Arenarie di Caiazzo. Il quadro tettonico è complicato infine dalla presenza di numerosi piani inversi ad alto angolo, successivi ai *thrust* regionali a basso angolo, che determinano la sovrapposizione di differenti livelli stratigrafici delle unità carbonatiche sui depositi

silicoclastici dell'Unità del Sannio (Bonardi et al. 2009; Carannante et al. 2012). Tali strutture contrazionali, nonostante risultino fortemente disarticolate dalla sovraimposizione dell'attività tettonica estensionale plio-quadernaria, mostrano una buona continuità laterale e marcate evidenze locali.

La pila tettonica viene successivamente disarticolata dalla tettonica trascorrente ed estensionale plio-pleistocenica, coeva all'apertura della porzione meridionale del Bacino Tirrenico (Patacca et al. 1990; Casciello et al. 2006; Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009). In particolare, in tale settore della catena, la tettonica del Pliocene superiore-Pleistocene agisce prevalentemente su lineamenti ad alto angolo con orientazione appennica ed antiappennica, riattivando localmente strutture compressive ereditate dalle precedenti fasi tettoniche mio-plioceniche (Carannante et al. 2012).

Nell'Appennino sannitico - molisano è stato ipotizzato un *Bacino lagonegrese-molisano* (DI NOCERA et alii, 2002; PATACCA & SCANDONE, 2007) arealmente ridotto verso nord e articolato in due bracci di mare: il *Bacino del Sannio* ed il *Bacino molisano*, che in epoca pre-orogena cingevano, rispettivamente ad ovest e ad est, la Piattaforma carbonatica emipelagica dei Simbruini-Matese (DI NOCERA et alii, 2002; PATACCA & SCANDONE, 2007), riscontrabile attualmente nel Gruppo del Matese orientale e nel Monte Camposauro. La paleogeografia in epoca pretettonica dell'area sannitico-molisana è caratterizzata da una fisiografia batiale articolata in altofondi e bassofondi, quest'ultimi capaci solo in parte (il Bacino molisano) di ricevere la sedimentazione silicoclastica concordante, nell'Aquitano, quando l'area marina è ancora configurata come retropaese alpino; in questa fase si distribuiscono i depositi residuali delle rocce calcaree dall'orogene alpino (Tufiti di Tusa). Con una distribuzione regionale e più ampia, le articolate aree bacinali subiscono l'apporto deposizionale numidico (flysch numidico) nel Burdigaliano superiore-Langhiano; .

Coerentemente con quanto descritto in PATACCA & SCANDONE (2007) per l'Unità del Sannio, le successioni del Bacino del Sannio devono aver subito due differenti strutturazioni nell'intervallo Tortoniano – Messiniano:

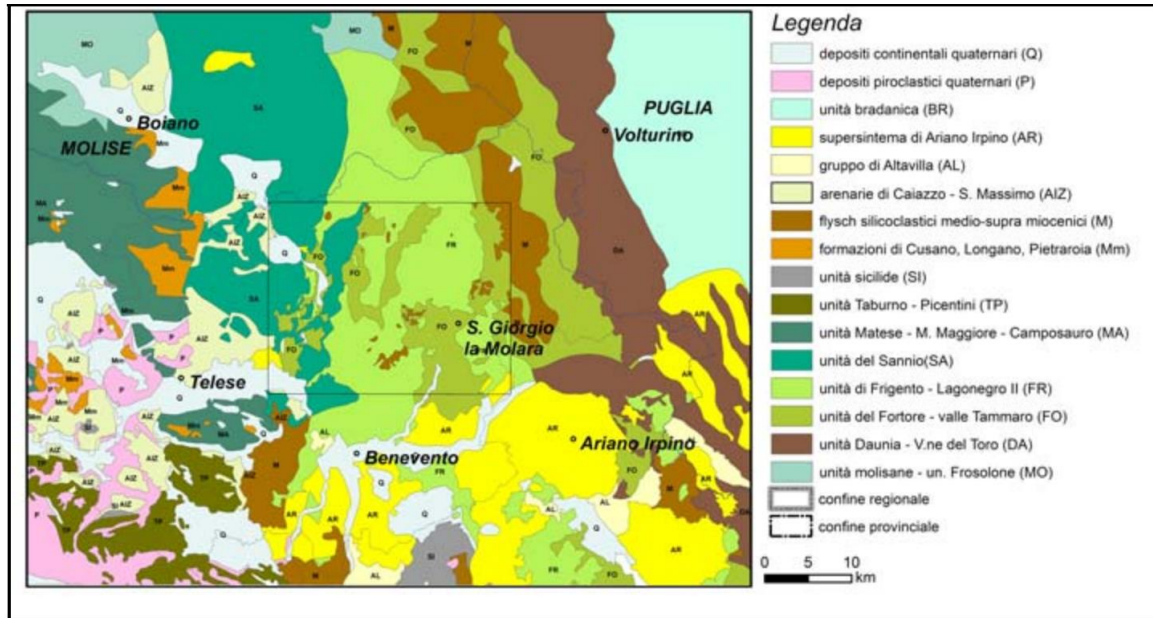
a) l'Unità del Sannio si deve essere affastellata sull'unità del dominio di piattaforma carbonatica dei Simbruini-Matese e sull'Unità del Fortore (cfr. unità tettoniche di Frosolone-Agnone e di Tufillo-Serra Palazzo), solo dopo la deposizione delle arenarie di Caiazzo di età Messiniano;

b) l'Unità di Frigento, di pertinenza bacinale più meridionale e più interna rispetto al paleofronte della catena, nel Tortoniano inferiore era invece già in sovrapposizione ai terreni lagonegresi distali dell'Unità del Fortore.

Anche il settore sannitico-molisano è strutturato a falde di ricoprimento, in cui si registra la sovrapposizione dell'unità tettonica del Sannio sulla unità di Frigento, e la ulteriore sovrapposizione di queste due unità su quelle del Fortore e della Valle del Tammaro. A seguito di questa complessa evoluzione cinematica la pila tettonica formatasi risulta essere costituita alla base dalle sequenze prevalentemente argillose, argilloso-marnoso-calcareo ed arenaceo-pelitico-calcareo, e, in posizione geometrica più elevata, dalle successioni prevalentemente calcaree. Queste ultime, a causa del loro comportamento fragile, sono state smembrate e ridotte in più blocchi con spessori non superiori a 300-350 m, dalla tettonica plio-pleistocenica, a carattere distensivo e trascorrente.

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Pertanto, nella regione si individuano più gruppi montuosi di limitata estensione, ribassati progressivamente verso sud (Bacino di Benevento) ed organizzati in sistemi di dorsali, limitati da valli fluviali ad andamento appenninico/anti-appenninico e meridiano/longitudinale.



*Figura 10 Schema geologico-strutturale dell'area interessata dal progetto*

## 4. GEOLOGIA LOCALE

### 4.1 ASSETTO STRUTTURALE

Dal punto di vista strutturale, l'area di studio è caratterizzata da un assetto che varia sostanzialmente passando dal settore di territorio del casertano a quello del territorio sannitico-molisano. Il limite è collocato nella valle del F. Calore tra gli abitati di Telese e Ponte.

#### *Settore del Casertano*

In generale, le principali strutture tettoniche appaiono parzialmente sepolte al di sotto dei depositi quaternari e, pertanto, l'esatta definizione dei rapporti geometrici tra le varie unità geologiche è generalmente complessa e di non facile lettura. Si tratta di un sovrascorrimento a medio e basso angolo, ad andamento circa NW-SE e vergenza Nord-occidentale, che determina la sovrapposizione dei termini carbonatici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui depositi prevalentemente pelitici dell'Unità tettonica del Sannio. Tale elemento presenta un andamento fortemente arcuato e, in generale, tende ad approfondirsi nei settori centrali della dorsale, formando una tipica sinclinale di rampa. Il *thrust* è associato a una spessa fascia di tettonizzazione, e risulta dislocato da numerose faglie dirette e inverse ad alto angolo, ad andamento NE-SW, NW-SE e E-W.

Il secondo gruppo di strutture, invece, è rappresentato dal thrust che delimita il margine settentrionale di Castello, a Sud del Torrente Isclero. Si tratta, in questo caso, di un sovrascorrimento a basso angolo con direzione circa WNW-ESE e vergenza settentrionale, che determina la sovrapposizione dei litotipi calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui terreni argilloso-marnosi dell'Unità tettonica del Sannio e sui depositi silicoclastici delle Unità sin-orogene.

Le strutture distensive sono senza dubbio le più diffuse nei settori di studio, in quanto interessano buona parte dei termini litologici del substrato e, localmente, i termini vulcano-clastici che colmano le depressioni morfostrutturali della Piana Campana. Tali elementi tagliano gran parte delle strutture tettoniche più antiche e influenzano direttamente l'assetto morfologico superficiale dell'intera area di studio, soprattutto in corrispondenza dei rilievi carbonatici dei Monti Tifantini e di Durazzano.

Per quanto riguarda l'assetto giaciturale, i termini litologici del substrato sedimentario sono caratterizzati da un andamento piuttosto regolare ed omogeneo, ma fortemente influenzato dai numerosi elementi tettonici presenti nell'area. I litotipi calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni presentano un assetto generalmente monoclinale o blandamente ondulato, mentre i termini silicoclastici dell'Unità del Sannio e delle coperture sin-orogene mostrano un assetto per lo più caotico e disordinato, caratterizzato da numerose strutture plicative a piccola e media scala.

I depositi vulcanoclastici che colmano la Piana Campana tra Amorosi e S. Salvatore Telesino, M.Te Acero, invece, sono contraddistinti da un assetto fondamentalmente tabulare in quanto rappresentano in riempimento recente delle paleo-depressioni morfologiche. Tali depositi non sono stati interessati da tettonica compressiva e pertanto



risultano privi di strutture plicative, anche se localmente risultano caratterizzati da strutture fragili connesse alla tettonica estensionale quaternaria.

### Settore Beneventano

I lineamenti corrispondenti e/o associati a faglie di tipo compressivo sono rappresentati da gran parte dei limiti tettonici di natura compressiva presenti soprattutto nella fascia di territorio che espongono le unità tettoniche di letto dell'Unità del Tammaro. Essi sono rappresentati dalle finestre tettoniche del Tammario irpino nel settore occidentale, del Torrente Reinello nel settore centrale e più ad oriente del Torrente Tammarecchia - Fiume Tammaro. In alcuni settori risultano spinti i processi di inversione del rilievo, favoriti dalle dislocazioni tensili plio-pleistoceniche, con alti strutturali (megastrutture antiforimi) che corrispondono a bassi morfologici relativi e, viceversa, bassi strutturali (megastrutture sinforimi) che si ritrovano a costituire, in talune altre aree, i rilievi maggiori. Più in generale, il paesaggio è condizionato dall'assetto morfostrutturale di ampi e selezionati blocchi relitti alla cui sommità il membro calcareo-marnoso (FYRc) e la litofacies (FYRag) del Flysch Rosso risultano tettonicamente sovrapposti ai diversi termini prevalentemente pelitici dell'unità Fortore. Le dislocazioni tettoniche quaternarie, infatti, devono aver condizionato il reticolo idrografico preesistente, sviluppato prevalentemente lungo i margini delle megastrutture, in quanto le depressioni vallive rappresentano anche la soluzione di continuità longitudinale delle megastrutture. Quest'ultime sono assimilabili, alla scala chilometrica, ad anticlinori e sinclinori con assi orientati nella direzione appenninica (nord-ovest – sud-est). In particolare le megastrutture che ricadono a nord-est del Fiume Tammaro, sono caratterizzate da una immersione generale verso sud. Un esempio è l'intera struttura plicativa compresa tra gli abitati di Colle Sannita e Reino figura 11.

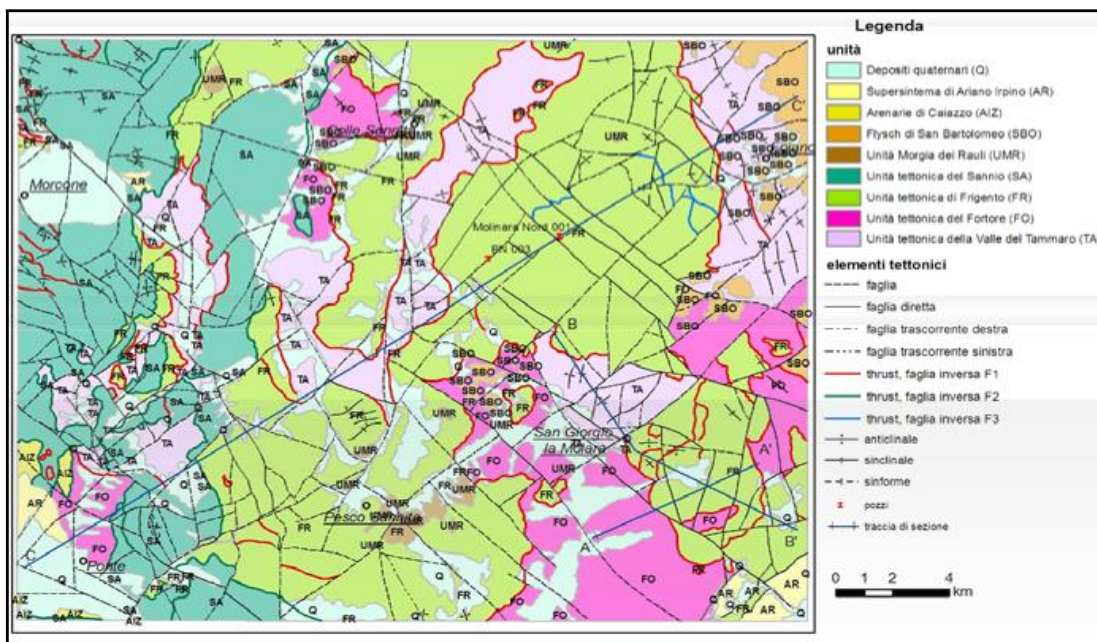


Figura 11- Lo schema tettonico mostra la distribuzione delle già menzionate unità limitate da thrust sviluppati in momenti diversi (fasi) e per questo siglati F1, F2 e F3. Ciascuno di essi comprende associazioni strutturali alla differente scala coerenti con differenti tipologie di messa in posto.

Ulteriori limiti tettonici di valenza regionale caratterizzano il livello strutturale superiore della tettonica sequenziale nell'area studiata. Queste strutture pongono al tetto i terreni prevalentemente argillosi e calcareo-clastici dell'Unità del Sannio (DI NOCERA et alii 2002; PATACCA & SCANDONE, 2007) mentre al letto costringono i terreni del Flysch rosso e dell'unità del Fortore. Questi caratteri sono evidenti per la presenza di blocchi morfostrutturali relitti (klippen) con geometria della base sub-orizzontale, posti sopra i differenti termini delle unità tettoniche precedentemente strutturate. La maggiore distribuzione dei terreni appartenenti all'unità di tetto (SA) è individuata in corrispondenza della finestra tettonica del Fiume Tammaro con il thrust di Casalduni-Pontelandolfo-Morcone. L'indicatore stratigrafico del limite temporale inferiore della sovrapposizione di Unità del Sannio su Flysch rosso e sull'Unità della Valle del F. Tammaro Fortore sono le arenarie di Caiazzo (AIZ) di età Messiniano presenti al letto del sovrascorrimento. La traslazione dell'Unità del Sannio è definitivamente fossilizzata dalla sedimentazione della Formazione della Baronia (BNA) del Pliocene inferiore, che nella valle del Fiume Calore sutura il contatto tettonico tra i termini del Flysch Rosso al tetto e i terreni delle arenarie di Caiazzo al letto.

Nell'Appennino molisano-sannita l'età Messiniano inferiore è quindi da riferire all'accavallamento sia dell'Unità del Sannio (SA) sia dell'Unità di Frigento (FR), che conserva i terreni dell'Unità del Sannio sempre al tetto di quelli dell'Unità di Frigento, come si può osservare in destra orografica del Fiume Tammaro e nell'area di C.le Mottola.

Esistono, infatti, ampi settori di catena, nell'area molisano-sannita, interessati dagli effetti di una tettonica trascorrente destra che devono aver limitato entro tronchi discreti la deformazione e la strutturazione senza tuttavia variarne lo stile della deformazione. Un esempio di tracce di faglia trascorrente a componente di movimento destro corrisponde all'allineamento Casalduni – Colle Sannita con rigetto orizzontale dell'ordine di alcune centinaia di metri.

## **4.2 ASSETTO STRATIGRAFICO**

Vengono descritti i caratteri delle principali Unità tettoniche presenti nei territori in cui si sviluppa l'infrastruttura idraulica:

### **4.2.1 Unità tettonica del Matese**

Si tratta di una successione carbonatica che si sviluppa dal Trias al Cretacico superiore, formata alla base da termini dolomitici e che progressivamente verso l'alto fanno passaggio a termini litologici calcarei. Lo spessore di tutta la successione può raggiungere anche i 2000m. L'unità è presente in limitati affioramenti nel settore compreso tra Ruviano e Gioia Sannita, ed è coperta dai terreni di età più recente. La formazione carbonatica è costituita da dolomie e calcari dolomitici grigi, calcari finemente detritici avana; calcari detritici, calcari oolitici e pseudoolitici avana; calcari dolomitici e dolomie a laminazione interna con intercalazioni di calcari conglomeratici alla base. Sono presenti anche calcari microcristallini bianchi, calcari dolomitici bianchi e avana talora con

intercalazioni di livelli argillosi verdi. Calcari e calcari oolitici grigi e bianchi con fitta laminazione interna e talora con liste di selce grigia; calcari conglomeratici di colore grigio scuro.

#### 4.2.2 Unità tettonica del Bacino Lagonegrese-molisano

Le unità tettoniche del Bacino lagonegrese presenti nell'area in studio sono le seguenti: *Unità tettonica di Frigento* e *l'unità tettonica della Valle del Tammaro*

##### *Unità tettonica di Frigento*

L'unità è costituita da una successione sedimentaria con uno spessore compreso tra 2500 e 4000 m, riferibile in parte alla unità Lagonegrese II (Scandone 1967,1972). Nella zona del beneventano è largamente diffusa la porzione sommitale della Unità tettonica in cui sono presenti depositi carbonatici di scarpata di bacino del Cretacico superiore – Burdigaliano della formazione del Flysch Rosso (FYR) costituito alla base da litofacies calcaree detritiche e da una facies prevalentemente pelitica. L'unità tettonica di Frigento è costituita dal basso verso l'alto dalle seguenti formazioni:

- *Flysch Rosso (FYR)*
- *Flysch Numidico (FYN)*
- *Formazione Fragneto Monforte (UFM)*

##### *Formazione del Flysch rosso (FYR)*

Il Flysch Rosso (FYR) è molto complesso in quanto formato da successioni prevalentemente argilloso marnose con frequenti intercalazioni calcareo-clastiche e da successioni calcareo-marnoso-pelitiche. Nella formazione sono state distinte due litofacies: la litofacies calcareo-clastica (FYRc), e la litofacies argilloso-marnosa calcarea (FYRcagM).

La litofacies calcareo-marnosa è costituita da alternanze di calcari e marne rosse in strati e banchi fino ad un metro di spessore; si rinvengono calcareniti grigio-verdastre calciruditi con fossili, e calcilutiti grigiastre e biancastre, in strati e banchi massivi, diffuse fratture verticali; si rinvengono anche calcari cristallini saccaroidi biancastri e grigio avana con vene spatiche, calcareniti torbiditiche bioclastiche grigie e biancastre, calcilutiti gradate intercalate a calcari marnosi bianchi e rosati, con stratificazione sottile e tabulare.

La litofacies argilloso-marnosa è costituita da argille, argilliti marnose e marne di colore rosso, grigio e verde, talora parzialmente silicizzate e lenti di calciruditi bioclastiche, in strati prevalentemente sottili e strati di dimensioni medie, con stratificazione irregolare.

Il limite inferiore della formazione FYR non è esposto, mentre verso l'alto passa in continuità all'unità del Flysch Numidico FYN; lo spessore previsto nella zona è di almeno un centinaio di metri, tuttavia, in alcuni settori raggiunge spessori complessivi di almeno 200-300 metri. L'età è Cretacico –Oligocene.

#### *Formazione del flysch Numidico (FYN)*

Il flysch Numidico (FYN) è costituito da alternanze di quarzoareniti torbiditiche grigiastre, giallastre, in strati anche gradati, a cemento siliceo e matrice argillosa, con clasti arrotondati e smerigliati di quarzo, a grana variabile da fine a grossolana; sono presenti anche intercalazioni di argille siltose e marnose. Si rinvengono, inoltre, microconglomerati granulari quarzosi in strati spessi e banchi massivi e amalgamati, a luoghi gradati, con strutture da fluidificazione, ed arenarie con letti e nuvole di ciottoli, che originano corpi sedimentari spesso cartografati come allungati, linguiformi e canalizzati. Le Formazioni del F. Numidico e del F. Rosso formano una successione originariamente continua dal Cretacico superiore al Miocene inferiore-medio, in cui il Flysch Rosso rappresenta la formazione inferiore.

Le due formazioni sono presenti diffusamente lungo il tratto da Campolattaro a Ponte, ed in maniera discontinua nei dintorni di S. Salvatore Telesino; ovunque queste formazioni sono suddivise in blocchi isolati da faglie che ne interrompono la continuità stratigrafica. Età Oligocene – Miocene inf.

Il flysch Numidico affiora soprattutto lungo la strada che collega il paese di Ponte con la superstrada Benevento - Campobasso, dove numerose cave per l'estrazione di sabbie ricche di quarzo ne mettono in evidenza le caratteristiche litostratigrafiche. Lo spessore varia da poche decine di metri fino anche al centinaio di metri Età: Oligocene – Miocene inf.

#### *Formazione di Fragneto Monforte (UFM)*

In continuità di sedimentazione sui terreni del flysch numidico è presente una successione arenaceo-pelitica “post-numidica”, indicata come formazione di Fragneto Manforte (UFM), costituita da strati e banchi massivi di arenarie quarzose e quarzoso-litiche-feldspatiche giallastre a grana media e fine, alternate ad argille ed argille siltose verdastre e grigie. Lo spessore è dell'ordine di alcune centinaia di metri. La formazione in alcune aree si rinviene sottoposta geometricamente al F. Rosso per motivi tettonici. Età Miocene inferiore.

#### *Unità tettonica della Valle del Tammaro (VT)*

L'unità tettonica della Valle del Tammaro, denominazione locale che corrisponde alla Formazione dell'Unità del Fortore, è costituita dal basso verso l'alto dalle seguenti formazioni:

- Formazione delle Argille Varicolori (AV)
- Formazione di Corleto Perticara (CPA)
- Formazione di Paola Doce (PDO)
- Formazione di S. Giorgio La Molara (GGM)

#### *Formazione delle Argille Varicolori (AV)*

La formazione è costituita da argille di colore grigio, verde, rosso e violaceo, in strati sottili, con intercalazioni di calcilutiti verdoline e grigie con vene di calcite spatica, calcareniti e calciruditi grigie in strati sottili e medi, e di calcareniti fini silicifere e calcilutiti e calcareniti con patine limonitiche o manganesifere in strati sottili e medi; si rinvengono

anche argille marnose di colore scuro scagliettate con intercalazione di calcari marnosi grigi ad intensa fratturazione prismatica e di marne brune o rossastre e calcilutiti marnose. Inoltre, sono presenti calcareniti e calcilutiti di colore grigio-avana e grigio-cenere, compatte, con laminazioni piano-ondulate di natura torbidityca. La stratificazione spesso non è visibile per le condizioni caotiche degli affioramenti, solo dal pezzame presente nel suolo agrario, si deduce la notevole varietà litologica presente nella formazione. L'Età è Cretacico- Oligocene.

#### *Formazione di Corleto Perticara (CPA)*

La formazione è costituita da calcilutiti bianche e giallognole, a frattura concoide e/o prismatica, laminate, in strati medi e spessi, e da marne calcaree di colore grigio e verde chiaro in strati sottili e medi, a luoghi spessi, interessate da clivaggio di fratturazione; sono presenti anche calcareniti fini di colore marrone chiaro, laminate, con strutture sedimentarie, in strati sottili e medi, con intercalazioni di argille ed argille marnose laminate di colore verde, grigio- scuro e marrone, in strati medi e spessi; marne argillose laminate e marne silicizzate a frattura prismatica (paesiniforme). La base dell'unità non è esposta; essa presenta un contatto eteropico con le **AV**. La CPA passa verso l'alto con contatto sia netto che graduale al **PDO** e a **FYN**. Lo spessore complessivo può raggiungere anche i 700-800 m. L' Età è: Cretacico –Oligocene

#### *Formazione di Paola Doce (PDO)*

Forma lembi di modesta estensione, costituiti da arenarie grigiastre o giallognole, arcose e arcosico-litiche con quarzo, a grana medio-grossolana e medio-fine, da litareniti micacee e tufitiche in strati e banchi massivi e fratturati, passanti verso l'alto ad intervalli laminati in arenaria fine e siltosa, e da arenarie torbidityche vulcanoclastiche, ricche in mica, di colore marrone in strati medi e spessi a grana medio-fine, perlopiù massive con rari interstrati pelitici. Subordinatamente si rinvengono intercalazioni di calcareniti grigio-avana, marne grigiastre ed argille grigio-verdastre, anche scagliose di colore rosso-vinaccia. L'unità poggia con contatti graduali ed eteropici sia su AV, CPA e passa verso l'alto a FYN. Lo spessore non supera i 50 m. L'Età è Oligocene - Miocene inf

#### *Formazione di S. Giorgio (GGM)*

La formazione affiora molto estesamente con numerosi membri arenacei e pelitici nei settori più orientali ove è presente l'abitato di S. Giorgio La Molarata. Nella zona affiora in superficie in limitate aree, come ad esempio nella settore dell'imbocco della Galleria lato Campolattaro.

La formazione è rappresentata solo dal membro arenaceo- calcareo- marnoso costituito da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzose a grana medio-fine in strati medi e sottili, con intercalazioni di calcareniti torbidityche, calcari marnosi, marne argillose e marne, e subordinati micro conglomerati granulari in strati e banchi amalgamati. Alla base sono presenti intercalazioni di strati di quarzoareniti di tipo numidico. Lo spessore visibile è di circa 50m, ma si presume che sia dell'ordine di alcune centinaia di metri.

La formazione è trasgressiva discordante sulle Argille Varicolori, sulla Corleto Perticara e sulla formazione di Paola Doce. L'età è Tortoniano-Messiniano

### 4.2.3 Depositi neogenici di bacini di wedge-top

Durante il Neogene alcune successioni sedimentarie si sono depositate in bacini sedimentari sulla catena parzialmente emersa in discordanza sui terreni già depositi e localmente emersi, sigillando i contatti tettonici tra le diverse unità tettoniche (Bonardi et alii 2009, Patacca e Scandone 2007). Alcune di queste successioni sono presenti nell'area di interesse e sono rappresentate dalla Formazione delle Arenarie di Caiazzo e dall'unità di Colle Marino:

#### *Formazione delle Arenarie di Caiazzo (ARC)*

La formazione delle arenarie di Caiazzo (SELLI, 1957) localmente correlata con le Arenarie di Castelvetere; affiora in limitati settori a sud-ovest di Casalduni, sul versante in destra del F. Calore, mentre, costituisce il substrato più diffuso delle valli dell'area settentrionale della Piana Campana. In essa si distinguono arenarie arcosico-litiche debolmente cementate e a granulometria fine con stratificazione tabulare medio-sottile, siltiti e argille grigie e giallastre, calcareniti arenacee; soprattutto nella parte alta della successione si rinvencono arenarie debolmente cementate da medio grossolane fino a micro conglomerati in strati e banchi, ricche di granuli di quarzo e clay chips, e calcareniti arenacee. Localmente è possibile rinvenire nella formazione arenacea inclusi **olistoliti** di natura calcarea o olistostromi di natura argillitica. Si tratta di ammassi voluminosi dell'ordine da varie centinaia a migliaia di metri cubi di calcari e/o di argilliti, intercalati alla formazione arenacea durante la fase della sedimentazione (wild flysch). I calcari e le argille costituenti sono da riferire rispettivamente alle unità di Piattaforma o alla unità delle Argille Varicolori. Età Tortoniano Messiniano

#### *Unità di Colle Marino (OEM)*

L'Unità OEM è rappresentata da affioramenti di limitata estensione; essa si rinviene in loc. Colle Marino, in sinistra del T. Lenta a circa + 200– 250 m dalla quota dell'alveo, ed in loc. Fontana Greco e Fontana Cursariello. Il sintema è formato da conglomerati poligenici, cementati, eterometrici, costituiti da clasti di calcilutiti silicizzate, diaspri, calcareniti ricristallizzate, calcari marnosi, calcari di piattaforma, arenarie arcosico-litiche e rari clasti cristallini. Si ritrovano, inoltre, paraconglomerati poligenici giallastri a ciottoli arrotondati, con matrice sabbiosa e cemento calcareo con intercalazioni di lenti sabbiose e sabbioso-argillose. Il contatto basale è inconforme con superficie erosiva su varie unità (FYR, CPA, GGM). Lo spessore è di circa 50 m.

Si tratta di limitati affioramenti pliocenici di conglomerati poligenici con scarsa matrice con organismi a guscio sottile di acque dolci. I clasti di varia natura sono sempre arrotondati, Lo spessore è limitato ad alcune decine di metri. L'età del deposito è da riferire al Pliocene medio.

### 4.2.4 Unità dei terreni del Quaternario

Questi terreni sono rappresentati da unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutto il settore di studio alla base dei rilievi montuosi o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area. In generale, tali depositi sono formati da sedimenti di

genesi prevalentemente alluvionale, gravitativa e detritico-colluviale, e poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche.

#### *Unità del Tufo Grigio campano (TGC) (Ignimbrite campana Auct.)*

L'unità è costituita da più litofacies non sempre tutte presenti nei vari affioramenti. La Litofacies più diffusa in affioramento è caratterizzata da un tufo lapideo con una caratteristica colorazione grigio giallastra. L' Ignimbrite ha una composizione petrografica da trachitica a trachifonolitica, talora con fessurazione prismatico colonnare ("tufo grigio campano" Auct.): alla base si presenta compatta, con colorazione da marrone bruciato al violaceo, con piccole pomice e scorie ocre e nere, anche di grosse dimensioni ricche di sanidino; in superficie ed alla periferia dell'apparato, si presenta incoerente, grigia o violacea, prevalentemente cineritica. E' presente un sottile paleosuolo cotto sottostante do colore giallo arancio, l'età è Pleistocene sup.

#### *Depositi piroclastici (i)*

Depositi detritici sabbiosi limosi e sabbiosi di natura prevalentemente vulcanica (pomice, ceneri e scorie) con vario grado di pedogenizzazione. Localmente sono presenti anche livelli di pomice da caduta (pomice di Avellino, di Mercato). L'età è Olocene - Attuale

#### *Depositi alluvionali terrazzati (SFL)*

Lungo la valle del F. Calore nel tratto tra Ponte e Telesse sono presenti depositi conglomeratici terrazzati che testimoniano sovralluvionamenti della valle durante il Riss. Si tratta di conglomerati con abbondante matrice sabbiosa e con intercalazioni di lenti sabbiose e sabbioso-limose. Si presentano di regola cementati e solo localmente addensati. Lo spessore varia da alcuni metri fino a 30m. Sono stati indicati con la medesima sigla SFL anche antichi e recenti depositi alluvionali terrazzati delle piane di alluvionamento dei fiumi Volturno e Tiverno. In particolare, questi depositi sono in gran parte coperti e frammisti a pomice, sabbie e ceneri (depositi vulcanici da caduta di origine flegrea). Età è Pleistocene medio- sup.

#### *Depositi alluvionali attuali (al)*

Depositi fluviali localizzati lungo le aste principali dei fiumi Calore e Volturno; essi sono costituiti prevalentemente da depositi limoso sabbiosi di natura piroclastica e subordinatamente da ghiaie carbonatiche. Olocene-Attuale

#### *Depositi di frana (fr e a1a)*

Accumuli gravitativi in evoluzione (fr) o completamente formati e stabilizzati (a1a). I corpi di frana sono formati da depositi caotici, prevalentemente argillosi o argilloso-marnosi, con frammenti litoidi di calcilutiti, calcareniti e/o arenarie, localmente pedogenizzati e addensati. Lo spessore è variabile da alcuni metri a qualche decina di metri e dipende dal cinematismo del processo franoso. Il fenomeno franoso è maggiormente sui versanti ove affiorano i terreni della formazione delle Argille Varicolori. L'età è riferibile. Olocene- Attuale

*Depositi di versante (dt)*

Questi depositi affiorano estesamente nei settori centrale della zona di intervento, alla base dei rilievi carbonatici. Nello specifico, si tratta di depositi continentali di versante e di falda detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa. Si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche (a), da angolose a sub-angolose, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, giallastro e bruno-rossastro, da scarsa ad abbondante; a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici. L'età è riferibile al Pleistocene medio - Olocene.

*Depositi eluvio-colluviali (Cl)*

Tali terreni si rinvengono diffusamente in tutta l'area di studio, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base dei rilievi più acclivi ed estesi. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a dominante limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi di versante e ai depositi di origine mista. I presenti terreni mostrano uno spessore massimo di pochi metri e sono interamente riferibili all'Olocene.

*Depositi di origine mista (cs)*

I terreni si rinvengono localmente alla base dei rilievi carbonatici che bordano la Valle del Calore, in corrispondenza dello sbocco dei canali in roccia all'interno dei settori di piana alluvionale. Si tratta di depositi continentali di versante, conoide alluvionale e colata detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi di versante e alle coltri eluvio-colluviali. I suddetti accumuli presentano uno spessore massimo dell'ordine di qualche metro e sono ascrivibili al Pleistocene superiore - Olocene.



## **5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

L'area interessata dall'attraversamento dell'opera infrastrutturale dal punto di vista morfologico presenta morfologie di tipo montano e collinare nella zona dei monti del Sannio, mentre nel settore Casertano è caratterizzata da zone prevalentemente pianeggianti e/o sub-pianeggianti. I rilievi montuosi sono costituiti dai calcari e dolomie mesozoici dei Monti del Matese e dei Monti di Caserta, e dalle successioni calcareo-marnose ed arenacee presenti ad est di Monte Moschiatturo fino a Colle Sannita, dove costituiscono una serie di dorsali collinari che raggiungono quote intorno a 500-600m s.l.m.m.m.

Nel settore della provincia di Caserta la morfologia è caratterizzata da piccoli rilievi interposti a valli sub pianeggianti ammantate da depositi piroclastici dei Campi flegrei, tra cui fa spicco l'Ignimbrite Campana, che modella le asperità del substrato calcareo e/o flyscioide creando versanti di raccordo con basso angolo. Tale morfologia si estende verso est attraverso una zona pianeggiante rappresentata dalla piana valliva del medio Volturno che comprende le piane di Alife, Teleso e Caiazzo, fino al piede della dorsale carbonatica del Matese, nella regione di Gioia Sannitica.

### **5.1 GEOMORFOLOGIA DEL SETTORE CASERTANO**

In relazione alla complessa evoluzione geologica subita, l'area risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico e strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale sviluppatisi durante il Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo, hanno influenzato indirettamente la Piana Campana nel settore Casertano. L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono direttamente connessi al deflusso delle acque correnti superficiali ed ai fenomeni gravitativi e/o erosivi agenti lungo i versanti. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale, depositi di genesi vulcanica e forme di origine antropica.

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità, legato essenzialmente alla natura litologica e sedimentologica dei depositi. Ad essi si aggiungono i numerosi elementi tettonici presenti nell'area, connessi alla complessa evoluzione tettonica che ha interessato i settori di catena in questione a partire dal Miocene. La morfogenesi selettiva ha portato, infatti, allo sviluppo di forme morbide e poco marcate in corrispondenza dei settori di affioramento di termini litologici prevalentemente pelitici e arenaceo-marnosi, che risultano caratterizzati da ampie vallate e pendii poco acclivi privi di bruschi stacchi morfologici. Nelle aree di affioramento dei termini litologici a comportamento lapideo o pseudo-lapideo, al contrario, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme più aspre e marcate, caratterizzate da strette vallate e versanti molto acclivi, spesso interrotti da bruschi stacchi morfologici connessi ad importanti elementi tettonici o con le superfici di strato dei livelli più competenti.

I settori di piana alluvionale e le grandi depressioni morfostrutturali, come la Piana Campana sono caratterizzate dalla presenza di spessi depositi di copertura, di genesi

prevalentemente alluvionale, fluvio-lacustre, vulcanica e detritico-colluviale. In tali aree la morfogenesi selettiva svolge quindi un ruolo di secondaria importanza nell'evoluzione geomorfologica dei rilievi, in quanto subordinata ai processi deposizionali e di alterazione in situ dei litotipi affioranti.

Nei settori di affioramento delle successioni calcareo-dolomitiche mesozoiche si rinvencono diffuse scarpate di degradazione con altezza ed andamento variabili. Tali morfologie risultano sempre attive e sono impostate, generalmente, in corrispondenza di allineamenti morfostrutturali di una certa rilevanza quali faglie, fratture e piani di strato. Alla base dei versanti orientali dei rilievi carbonatici del Matese acclivi ed estesi si rinvencono, inoltre, diffuse coltri detritiche provenienti dall'alterazione e dallo smantellamento dei litotipi calcareo-dolomitici.

In corrispondenza dei versanti su cui sono sviluppati gli abitati di Guardia San Framondi e San Lupo ad est della Valle del F. Calore si rinvencono canali molto incisi con caratteristica forma a V e andamento pressoché rettilineo. Questi elementi sono spesso associati a fenomeni di colata detritica in concomitanza con gli eventi meteorici più intensi. Allo stato attuale i suddetti canali ed i relativi fenomeni di debris flow risultano in uno stato di quiescenza, anche se sono comunque possibili locali riattivazioni dei movimenti di massa per via delle ingenti quantità di materiale detritico presenti in corrispondenza delle incisioni. Lungo buona parte dei corsi d'acqua dell'area si rinvencono frequenti scarpate fluviali, di altezza ed estensione variabile, e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da prevalenti meccanismi deposizionali. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono presenti in corrispondenza dei margini esterni dei terrazzi morfologici più estesi, posti a quote variabili dal fondovalle attuale e impostati generalmente sui terreni del Tufo Grigio Campano.

## **5.2 GEOMORFOLOGIA DEL SETTORE SANNITA**

Più articolata risulta la morfologia del tracciato nel settore beneventano dove un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità, legato essenzialmente alla natura litologica dei depositi. Ad essi si aggiungono i numerosi elementi tettonici presenti nell'area, che tagliano almeno in parte anche i depositi di copertura più antichi, spesso non rilevabili direttamente a causa della particolare conformazione geologica del territorio. I principali elementi strutturali presenti nell'area, connessi alla tettonica compressiva, trascorrente ed estensionale che ha interessato tale porzione di catena a partire dal Miocene, risultano particolarmente evidenti in tutto il settore di interesse e, in modo particolare, nelle aree di affioramento dei termini litologici più competenti. I suddetti elementi, comunque, dislocano almeno in parte anche i depositi di copertura più antichi ma non risultano direttamente rilevabili sul terreno a causa della particolare conformazione geologica del territorio.

Nel settore centro-occidentale (M. Moschiatturo Valle del Tammaro), si è modellato un paesaggio ad alta energia del rilievo, connotato da notevole dislivello tra creste e fondovalle, con numerosi gruppi montuosi e collinari caratterizzati da ampi ed

articolati versanti e con l'individuazione di valli intramontane molto approfondite (valli del F. Tamaro, T. Tammarecchia, T. Lente, T.Reinello, ecc.), che marcano ampie finestre tettoniche lungo le quali è possibile osservare in affioramento le successioni delle unità tettoniche sovrascorse con rapporto rigido su plastico.

La morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme blande e poco marcate in corrispondenza dei settori di affioramento di termini litologici prevalentemente pelitici e arenaceo-marnosi, che risultano caratterizzati da ampie vallate e pendii poco acclivi privi di bruschi stacchi morfologici. Nelle aree di affioramento dei termini litologici a comportamento lapideo o pseudo-lapideo, al contrario, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme più aspre e marcate, caratterizzate da strette vallate e versanti molto acclivi, spesso interrotti da bruschi stacchi morfologici connessi ad importanti elementi tettonici o con le superfici di strato dei livelli più competenti. In generale, il reticolo idrografico presenta uno sviluppo piuttosto articolato ed un pattern sub-dendritico o sub-angolato, che segue in buona sostanza le principali direttrici tettoniche dell'area. La struttura della rete idrografica, pertanto, risulta fortemente condizionata sia dalla natura litologica del substrato che dagli elementi strutturali che lo hanno interessato. Il reticolo idrografico infatti si presenta più esteso ed articolato nei settori di affioramento dei litotipi a dominante pelitica e meno articolato, con andamento sub-rettilineo, nelle aree di affioramento dei termini litologici a comportamento litoide o pseudo-litoide. Il settore oggetto di studio è caratterizzato da numerosi corsi d'acqua, a carattere stagionale e/o torrentizio, e da diffusi canali e solchi di erosione concentrata di limitata estensione.

Si osserva una maggiore erosione del rilievo, rappresentata da valli molto approfondite nell'ambito di formazioni calcareo marnose, arenacee ed argillose Valle del T. Lenta e del T. Reventa.

In particolare in corrispondenza dei settori in cui affiorano le argille strutturalmente complesse (Argille Varicolori) si sviluppano bacini con ampie testate da ricondurre a evoluzione per frane verificatesi antiche verificatesi sotto condizioni climatiche diverse dall'attuale. Nel tratto tra la diga di Campolattaro e Ponte il reticolo idrografico si presenta angolato, a causa del forte controllo delle lineazioni neotettoniche, orientate generalmente in senso appenninico (NW-SE) e antiappenninico (NE-SW). Lungo il tratto da Ponte a San Salvatore Telesino, sul versante in destra orografica del F. Calore, la morfologia è caratterizzata da numerosi lembi relitti di un *glacis di erosione*. Il *glacis* si imposta principalmente sulle rocce tenere delle *arenarie di Caiazzo* (ARC) e nella porzione più alta del versante sui termini marnosi argillosi, fratturati e coinvolti da fenomeni gravitativi. Alla base del versante in corrispondenza del fondovalle del F. Calore si riconoscono cospicui accumuli di depositi alluvionali terrazzati con spessori valutabili intorno a 150 m. Si tratta di ghiaie poco cementate con clasti di natura calcarea ed arenacea e con intercalati livelli di ceneri vulcaniche e piroclastiti rimaneggiate.

### 5.3 CARATTERI DELLA FRANOSITÀ DELL'AREA E LEGENDA FRANE (CARTA MORFOLOGICA)

Lo studio dei fenomeni di dissesto presenti nei settori di intervento è stato condotto mediante appositi rilievi di campo e studi foto interpretativi di ortofoto e immagini satellitari. I suddetti dati sono stati opportunamente integrati con quelli provenienti dagli studi bibliografici e territoriali ad oggi disponibili. In particolare, per l'analisi dei fenomeni di dissesto sono stati consultate le cartografie tematiche del Progetto IFFI (APAT 2007) e le cartografie geologiche con elementi di geomorfologia del Progetto CARG ( Di Nocera et alii, 2012 e Carannante et al, 2012). Nell'attuale contesto morfo-climatico, i fenomeni gravitativi di versante rappresentano un fattore di primaria importanza nell'evoluzione dei rilievi di tutta l'area di studio. Tali fenomeni risultano decisamente più frequenti in corrispondenza dei settori di affioramento delle successioni sedimentarie meno competenti, a dominante pelitica e argilloso-sabbiosa. I movimenti franosi sono originati dall'azione congiunta di vari fattori, quali elementi tettonici, caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, dinamica delle acque superficiali. In un tale contesto geologico-strutturale, i movimenti di versante generalmente si localizzano in corrispondenza di lineamenti tettonici e di aree in erosione connessi dal deflusso delle acque correnti superficiali.

Si riportano, nel seguito, le seguenti tipologie di dissesto individuate:

- *colamento lento*;
- *frana complessa*;
- *debris flow*
- *scivolamento rotazionale/traslato*
- *area a franosità diffusa (creep)*

Nell'area della provincia di Caserta le frane sono molto poche e di limitata estensione, mentre nell'alto Sannio i fenomeni gravitativi sono molto numerosi e di grande estensione.

Nel Sannio le frane si presentano generalmente come sistemi franosi complessi, caratterizzati da movimenti di masse lungo il pendio e dal successivo rimaneggiamento delle stesse ad opera degli agenti esogeni e delle acque di origine meteorica. Queste ultime, a loro volta, portano allo sviluppo di nuovi fenomeni di dissesto ed alla riattivazione di quelli già esistenti, trovando nelle scarse caratteristiche di resistenza dei terreni rimaneggiati e/o alterati i presupposti per il raggiungimento di nuove e localizzate condizioni di instabilità. I complessi rapporti geometrici e strutturali tra le unità affioranti, unitamente alle variazioni litostratigrafiche e ai fenomeni erosivi superficiali, controllano la naturale distribuzione dei movimenti franosi, differenziandoli per tipologia ed entità.

Nei settori caratterizzati dalla presenza di successioni silicoclastiche a dominante pelitica e argilloso-sabbiosa, prevalgono fenomeni di versante riconducibili a colamenti, scivolamenti e frane complesse in terra, a cui si associano diffusi processi di deformazione superficiale quali creep e/o soliflusso. Si tratta di fenomeni di dimensioni generalmente contenute, spesso confinati alle coltri di copertura e alle porzioni più superficiali ed

alterate del substrato. Lo stato di attività è variabile dallo stabilizzato all'attivo, anche se risultano generalmente predominanti i fenomeni quiescenti.

In corrispondenza dei versanti caratterizzati dalla presenza di successioni a dominante calcareo-marnosa, arenaceo-pelitica, invece, prevalgono fenomeni gravitativi quali scivolamenti e frane complesse in roccia e detrito, cui si associano locali crolli e/o ribaltamenti. Spesso si tratta di fenomeni di notevoli dimensioni, con spessori delle masse mobilizzate dell'ordine di alcune decine di metri, che interessano i versanti in questione dai settori di cresta fino ai fondivalle. Anche in questo caso lo stato di attività è variabile dallo stabilizzato all'attivo, con una netta predominanza dei fenomeni quiescenti. Relativamente alle cartografie geologico-geomorfologiche prodotte nell'ambito dello studio, negli elaborati è stata riportata la classificazione sulla base della tipologia di dissesto e sullo stato di attività (Cruden, D. M. & Varnes, D. J., 1996). Ad ogni dissesto è, inoltre, stato assegnato uno dei seguenti stati di attività: attivo; quiescente; inattivo.

#### **5.4 CARTOGRAFIA DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Il tracciato in progetto ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.:

Lo svolgimento dello studio sulla pericolosità geologica delle aree interessate dal progetto è stata confrontata la cartografia del "Rischio di frana" e del "Rischio idraulico", redatta dal ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, attualmente confluita nel Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale. In quanto il tracciato della galleria è caratterizzato da elevate coperture, le forme morfologiche del territorio non sono state prese in considerazione in quanto non costituiscono impatti negativi nei confronti degli scavi progettati in profondità della galleria principale e della galleria ausiliaria laterale alla galleria principale. Al contrario le forme morfologiche hanno, significativa rilevanza nei tratti di imbocco di imbocco della galleria principale e della galleria laterale confronti delle opere accessorie e dei tratti interessati dalle condotte.

Quest'analisi preliminare si è rivelata molto importante in quanto ha consentito di progettare opere e condotte che non interferiscono con aree a rischio idrogeologico con pericolosità idraulica.

Nel seguito è riportata la legenda del rischio del PAI e le norme d'uso descritte nelle Norme di Attuazione del PSAI dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.



Figura 12 Legenda del rischio del PAI dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

## 5.5 NORME D'USO DEL SUOLO

Per quanto riguarda il "Rischio da frana" dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, valgono le norme d'uso del suolo riportate al Titolo II delle "Norme di attuazione e misure di salvaguardia" dello PSAI; nel dettaglio: •

Art. 3 - Aree a rischio molto elevato (R4)

1. Nelle aree definite a "rischio idrogeologico molto elevato" si intendono perseguire i seguenti obiettivi: incolumità delle persone, sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.

2. Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1 è vietata qualunque trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, infrastrutturale ed edilizio tranne che non si tratti di:

A) interventi di demolizione senza ricostruzione;

B) interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, e ristrutturazione edilizia, così come definiti alle lettere a), b), c) e d) dell'art. 3 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e

regolamentari in materia edilizia) e s.m.i., sugli edifici, sulle opere pubbliche o di interesse pubblico, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, purché detti interventi non comportino aumento del carico urbanistico o incremento dell'attuale livello di rischio e la necessità di intervenire non sia connessa con la problematica idrogeologica individuata e perimetrata dal Piano nell'area;

C) interventi strettamente necessari a migliorare la tutela della pubblica incolumità e a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, che non siano lesivi delle strutture ed infrastrutture adiacenti, senza aumenti di superficie e volume utili, senza aumento del carico urbanistico o incremento di unità immobiliari e senza cambiamenti di destinazione d'uso che non siano riconducibili ad un adeguamento degli standard per la stessa unità abitativa;

D) interventi di riparazione, di adeguamento antisismico e ricostruzione in sito di edifici danneggiati da eventi sismici, qualora gli eventi stessi non abbiano innescato asseverate riattivazioni del fenomeno di dissesto idrogeologico;

E) realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;

F) interventi atti all'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e che incrementano le condizioni di stabilità dell'area in frana; G) opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi;

H) taglio e/o eliminazione delle essenze arboree e arbustive qualora specifici studi, asseverati da tecnici abilitati, dimostrino che esse concorrano a determinare stato di pericolo per la pubblica incolumità, aggravino le condizioni di stabilità del versante o siano di intralcio all'esecuzione di opere strutturali finalizzate alla messa in sicurezza dell'area.

#### Art. 4 - Aree di alta attenzione (A4)

Nelle aree di cui alla rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applicano i divieti e le prescrizioni di cui al precedente Articolo 3 e con le medesime eccezioni, qualora, in sede di approfondimento, risultasse la presenza di strutture, infrastrutture o beni ambientali e culturali.

#### Art.5 - Aree a rischio potenzialmente alto (Rpa) ed Aree di attenzione potenzialmente alta (Apa)

- 1. Nelle aree di cui alla rubrica del presente articolo, urbanizzate e non, si applicano i divieti e le prescrizioni di cui al precedente Articolo 3 e con le medesime eccezioni.
- 2. Resta ferma la possibilità di annullare e/o modificare, in qualsiasi momento, la perimetrazione e le misure di salvaguardia relative all'assetto idrogeologico di tali aree a seguito di studi ed indagini a scala di maggior dettaglio che consentano una definizione, a scala adeguata, delle condizioni di stabilità del territorio. Si applica il successivo Articolo 29.

**Art. 6 - Aree a rischio elevato (R3)**

- Nelle aree definite “a rischio idrogeologico elevato” si intende perseguire i seguenti obiettivi: incolumità delle persone, sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.
- Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1 è vietata qualunque trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l’aspetto morfologico, infrastrutturale ed edilizio ad eccezione di:
  - A) interventi consentiti nelle Aree a rischio molto elevato, di cui al precedente Articolo 3;
  - B) interventi finalizzati all’abbattimento delle barriere architettoniche, al rispetto delle norme in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro, nonché al miglioramento delle condizioni igienico sanitarie, funzionali, abitative e produttive, comportanti anche modesti aumenti di superficie e di volume e cambiamenti di destinazione d’uso, purché funzionalmente connessi a tali interventi.
  - C) installazione di manufatti leggeri, prefabbricati, di modeste dimensioni al servizio di edifici, infrastrutture, attrezzature ed attività esistenti.

**Art. 7 - Aree di medio-alta attenzione (A3)**

Nelle aree di cui alla rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applicano i divieti e le prescrizioni di cui al precedente Articolo 6 e con le medesime eccezioni qualora, in sede di approfondimento, risultasse la presenza di strutture, infrastrutture o beni ambientali e culturali.

**Art. 8 - Aree a rischio medio (R2)**

- Nelle aree definite a “rischio idrogeologico medio” si intende perseguire i seguenti obiettivi: sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.
- Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1, in tali aree le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell’area.

**Art. 9 - Aree di media attenzione (A2) .**

Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applica la disciplina di cui al precedente Articolo 8. •

**Art. 10 - Aree a rischio moderato (R1)**

Nelle aree definite a “rischio idrogeologico moderato”, le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell’area.



Art. 11 - Aree di moderata attenzione (A1)

1. Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applica la disciplina di cui al precedente Articolo 10.

Art. 12 - Aree a rischio potenzialmente basso (Rpb) ed Aree di attenzione potenzialmente bassa (Apb)

- Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, urbanizzate e non, si applica la disciplina di cui all'Articolo 10.
- Resta ferma la possibilità di annullare e/o modificare, in qualsiasi momento, la perimetrazione e le misure di salvaguardia relative all'assetto idrogeologico di tali aree a seguito di studi ed indagini a scala di maggior dettaglio che consentano una definizione, a scala adeguata, delle condizioni di stabilità del territorio. Si applica il successivo Articolo 28. •

Art. 13 - Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1)

Nelle aree di cui alla rubrica gli interventi sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n.127 del 1/06/88), nella Circolare LL.PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239).

In riferimento alla "Pericolosità da frana" dell'Autorità di Bacino della Puglia, si applicano le disposizioni riportate al Titolo III delle "Norme Tecniche di Attuazione" del PSAI; nel dettaglio:

Art. 11 – Disposizioni generali

- In relazione alle specifiche condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici, così come risultanti dallo stato delle conoscenze, sono soggetti alle norme del presente capo le aree di cui agli artt. 13, 14 e 15.
- In tutte le aree a pericolosità geomorfologica si applicano, oltre a quelle del presente Titolo III, le disposizioni dei Titoli IV, V e VI.
- Nelle aree a pericolosità geomorfologica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:
  - a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;
  - b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità geomorfologica;
  - c) non compromettere la stabilità del territorio;
  - d) non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva della pericolosità geomorfologica esistente;
  - e) non pregiudicare la sistemazione geomorfologica definitiva né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

f) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di pericolosità;

g) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

h) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

4. La realizzazione di tutti gli interventi previsti nelle aree di cui al comma 1, salvo gli interventi di cui all'art. 12 punto c), sono sottoposti al parere vincolante dell'Autorità di Bacino.

5. Nessun intervento può essere approvato da parte della competente autorità di livello regionale, provinciale o comunale senza il preventivo o contestuale parere vincolante da parte dell'Autorità di Bacino.

6. Nelle aree di cui all'art. 4 comma 1 interessate anche da pericolosità geomorfologica, le prescrizioni relative si applicano contemporaneamente e si sommano ciascuna operando in funzione della rispettiva finalità.

7. I manufatti lambiti e/o attraversati dal limite di aree a differente livello di pericolosità sono ricompresi nell'area interessata dalle prescrizioni più restrittive.

8. I Comuni ricadenti nel territorio di applicazione del PAI introducono nei certificati di destinazione urbanistica informazioni sulla perimetrazione delle aree a pericolosità geomorfologica.

9. Tutti gli interventi e le opere destinate alla prevenzione ed alla protezione del territorio dal rischio geomorfologico devono essere sottoposti, dall'amministrazione territorialmente competente, ad un idoneo piano di azioni ordinarie di manutenzione tese a garantirne nel tempo la necessaria funzionalità.

10. Il monitoraggio della stabilità del territorio, degli spostamenti superficiali e profondi nonché la caratterizzazione dei fenomeni di instabilità vanno perseguiti da tutte le amministrazioni territorialmente competenti quali strumenti di prevenzione del rischio idrogeologico e di ottimizzazione degli interventi di mitigazione.

11. I vincoli e le prescrizioni di cui ai successivi artt. 13, 14 e 15 non si applicano per le opere pubbliche per le quali alla data di adozione del Piano siano iniziati i lavori. L'uso e la fruizione delle predette opere sono comunque subordinati all'adozione dei Piani di Protezione Civile ai sensi della Legge 225/92 e del relativo sistema di monitoraggio e allerta.

#### Art. 12 – Interventi per la mitigazione della pericolosità geomorfologica

Nelle aree di cui agli artt. 13, 14 e 15 sono consentiti:

a) gli interventi e le opere di difesa attiva e passiva per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l'eliminazione della pericolosità, ivi compresa la realizzazione di sistemi di monitoraggio e controllo della stabilità del territorio e degli spostamenti superficiali e profondi;

b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, di miglioramento del patrimonio forestale, di rinaturalizzazione delle aree abbandonate dall'agricoltura, finalizzati a ridurre la pericolosità geomorfologica, ad incrementare la stabilità dei terreni e a ricostituire gli equilibri naturali, a condizione che non interferiscano negativamente

con l'evoluzione dei processi di instabilità e favoriscano la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona;

c) gli interventi di somma urgenza per la salvaguardia di persone e beni a fronte di eventi pericolosi o situazioni di rischio eccezionali. In particolare, gli interventi di cui ai punti a) e b) devono essere inseriti in un piano organico di sistemazione dell'area interessata ed oggetto d'intervento preventivamente approvato dall'Autorità di Bacino. Gli interventi di cui al punto c) devono essere comunicati all'Autorità di Bacino e potranno essere oggetto di verifica da parte della stessa Autorità.

Art. 13 – Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3)

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), per le finalità di cui al presente PAI, oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.

2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), c) e f).

Art. 14 – Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2)

1 Nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2), oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari

nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geologico e geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

b) Ulteriori tipologie di intervento sono consentite a condizione che venga dimostrata da uno studio geologico e geotecnico la compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità dell'area ovvero che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato. Detto studio e i progetti preliminari delle opere di consolidamento e di messa in sicurezza dell'area sono soggetti a parere vincolante da parte dell'Autorità di Bacino secondo quanto previsto agli artt. 12, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità. In tal caso, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a) e b) del presente articolo.

Art. 15 – Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

## **6. IDROGEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO**

### **6.1 RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE**

Uno dei principali elementi morfologici dell'area è rappresentato dal reticolo idrografico superficiale che si sviluppa in maniera differente nei settori del casertano e del Sannio. La valle ricade nel bacino idrografico del Fiume Volturno, una delle principali aste di drenaggio superficiale dell'Appennino Campano. Il paesaggio di tale settore è caratterizzato dalla presenza di un ampio fondovalle, bordato ai suoi margini da almeno due ordini di terrazzi (Scarsella1971; Carannante et al. 2012). Il più alto è localizzato tra i 150 ed i 200 m s.l.m. ed è associato a lembi di conglomerati fluviali a clasti poligenici, mentre il più basso è posto intorno ai 70 m s.l.m. e coincide con la superficie sommitale dell'Ignimbrite Campana (Carannante et al. 2012). La valle che il Fiume Volturno ha scavato all'interno di questa potente formazione vulcanica risulta abbastanza ampia ed è caratterizzata da un alveo con tracciato prevalentemente meandriforme, che per lunghi tratti risulta imbrigliato in argini artificiali (Carannante et al. 2012).

Nel settore beneventano a monte della stretta di Telese il fiume Calore confluisce nel Volturno nei dintorni di Amorosi. Fino a non molti anni fa il fiume era alimentato principalmente dalle copiose sorgenti di Cassano Irpino, le cui acque sono state recentemente captate per alimentare l'acquedotto pugliese. Pertanto, la portata di questo fiume si è ridotta enormemente e riceve il maggiore contributo solo dal tributario in sinistra del F. Sabato. I principali affluenti in destra sono il torrente Tammaro e il Lente, che tuttavia presentano un regime di tipo torrentizio da imputare alla presenza nel loro bacino imbrifero di formazioni geologiche prevalentemente impermeabili ed alla assenza di sorgenti significative.

### **6.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA**

Il territorio presenta una fortissima eterogeneità e complessità delle caratteristiche idrogeologiche, riconducibile sia al complesso assetto strutturale dell'area che alla grande varietà di termini litologici affioranti (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

Come è possibile osservare dallo schema idrogeologico del settore dell'Appennino di interesse progettuale (figura 13), nel settore della Piana della valle del Volturno e del Calore, settore Casertano, vi sono trasferimenti idrici sotterranei e emergenze idriche da collegare direttamente con il Massiccio del Matese. Nella settore beneventano tra Campolattaro e Ponte, per la diffusa presenza di formazioni geologiche prevalentemente pelitiche e/o manoso-argillose mancano sorgenti. Gli unici punti di acqua sono riferibili a pozzi e/o cisterne poco profondi (circa 4-5m) che i contadini realizzano nei primi metri delle coltri di alterazione dei terreni in cui si formano effimere falde idriche la cui portata è controllata dal regime delle piogge. Nella Valle del Calore, tra Ponte e Telese, solo nel fondovalle ed in sinistra della valle si riscontrano emergenze idriche significative collegate con il Massiccio Taburno Camposauro, mentre in destra orografica, fatta eccezione per la

zona di Telese, sorgenti sono presenti solo nei settori montani del Monte Muschiatturo. (Matese Meridionale).

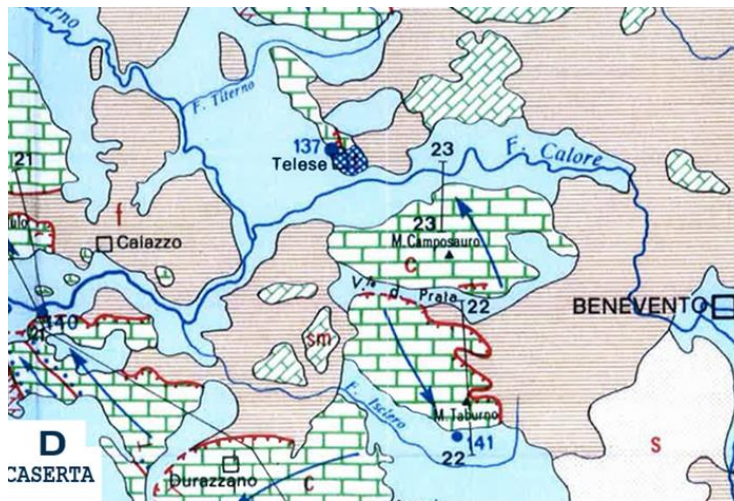


Figura 13 Stralcio dello schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale (da Celico 1978 modif.).

### 6.3 UNITÀ IDROGEOLOGICHE

I litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere raggruppati in due differenti unità idrogeologiche (Celico et al. 2007) che, per chiarezza d'esposizione, saranno descritte singolarmente. Procedendo da ovest verso est sono:

- **Unità Idrogeologica della Media Valle del Volturno.**
- **Unità idrogeologica dei M.ti del Sannio**

#### 6.3.1 Unità Idrogeologica della Media Valle del Volturno

L'acquifero dell'unità idrogeologica della Media Valle del Volturno è costituito essenzialmente da un'alternanza di lapilli, pomici, tufi, limi, sabbie e lenti ciottolose. A letto esso è delimitato quasi ovunque da depositi argilloso - arenacei in facies di flysch affioranti, a nord-ovest e a sud-est, lungo il corso del fiume Volturno. Detti affioramenti rappresentano anche i limiti dell'unità idrogeologica. A nord e a sud-ovest essa è invece, delimitata rispettivamente dalla fascia detritica pedemontana del Matese e dalla struttura del monte Maggiore.

L'acquifero quaternario trae una certa alimentazione dal Matese (tra Sant'Angelo di Alife e Piedimonte Matese), laddove il substrato "impermeabile" si trova più in basso della piezometrica del massiccio. Le quote piezometriche nella piana si mantengono generalmente sopra l'alveo del Volturno, il quale rappresenta, pertanto il principale punto di recapito della falda.

### 6.3.2 Unità idrogeologica dei Monti del Sannio

La grande diffusione di terreni poco permeabili fa sì che non siano presenti nell'ambito delle aree attraversate dalle condotte strutture idrogeologiche di particolare potenzialità da un punto di vista delle risorse idriche sotterranee. Queste sono concentrate essenzialmente nell'ambito di isolati ammassi costituiti da rocce prevalentemente calcaree e calcareo-marnose da riferire alle formazioni del Flysch Rosso ed alla Corleto Perticara che costituiscono altrettanti bacini in grado di alimentare sorgenti di piccola portata.

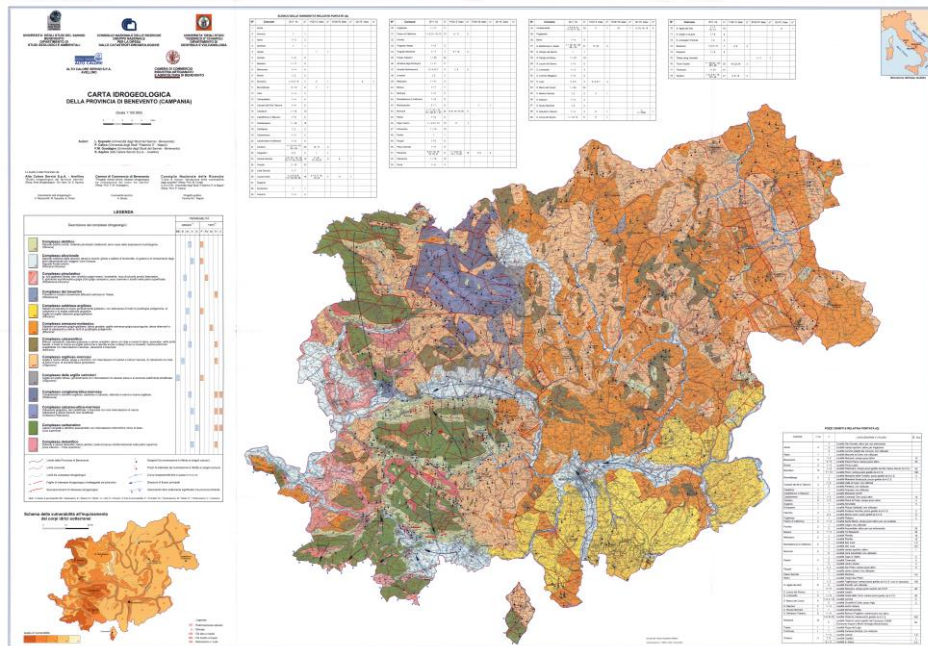


Figura 14 Carta idrogeologica della Provincia di Benevento (Esposito et al. 2003)

Nell'ambito del bacino del F. Tammaro il livello non particolarmente elevato degli apporti meteorici medio-annui (800-1000 mm contro i 1000-1500 mm del settore più elevato in quota a monte di Sepino e Morcone) limita l'entità delle risorse idriche, in gran parte dovute a deflussi superficiali.

La Carta Idrogeologica della Provincia di Benevento (figura14) evidenzia che in questo settore del Sannio dove sono presenti queste unità geologiche le sorgenti sono poco diffuse e la loro portata è molto bassa da riferire a qualche l/s.

Un bilancio illustrato in BUDETTA et al. (1979), relativamente al periodo 1954-62 con confronto fra apporti meteorici e deflussi misurati alla stazione di Paduli, ha evidenziato un "rendimento" del bacino pari a 10 l/km (200 milioni di m totali in media annua pari a una Q media di 6,4 m<sup>3</sup>/s). Di tale portata solo una aliquota modesta (alcune centinaia di l/s in media annua) può essere attribuita ad apporti di acqua sotterranea connessi ad emergenze sorgive concentrate soprattutto nel settore montano nord-occidentale, dall'origine alla confluenza con il T. Sassinoro e da quest'ultima alla confluenza con il T. Tammarecchia (de Riso 2005).

In un tale contesto la realizzazione della diga sul fiume Tammaro all'altezza di Campolattaro ha risposto pienamente alle esigenze di poter contare su una riserva idrica connessa agli importanti deflussi invernali.

Solo nella zona di Telese e S. Salvatore Telesino ove affiorano i calcari della Unità Alburno Cervati vi sono flussi significativi sotterranei provenienti dai Monti di Gioia Sannitica che arricchiscono la falda della struttura carbonatica di Telese. E solo in questo settore, in corrispondenza del rilievo di Montepugliano, a Nord di Telese, è possibile rinvenire il fenomeno carsico che si rappresenta con almeno 15 *collapse sinkholes*, con un diametro massimo fino a 250 m ed una profondità di circa 100 m (Del Prete et al. 2004; Santo et al. 2007; Di Crescenzo & Santo 2013). Secondo le fonti storiche locali, alcuni di loro ebbero origine a seguito degli eventi sismici del 1349 e del 1805 (Del Prete et al. 2004). In base ad evidenze geomorfologiche ed idrogeologiche, la genesi di tali doline sarebbe da imputare alla presenza di un reticolo carsico sotterraneo molto sviluppato, strettamente connesso ad oscillazioni del livello di base della falda e a fenomeni ipercarsici per miscelazione di acque ricche in CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S (Comiello & De Riso 1986; Del Prete et al. 2004).

In merito ai punti d'acqua (pozzi e sorgenti) presenti sul territorio in esame, è stata fatta una ricerca presso gli Enti competenti (Province di Benevento e Caserta, Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, ATO), ed è stata richiesta la disponibilità di database e/o archivi da cui poter estrarre informazioni utili in tal senso. Tuttavia, i pozzi desunti dalle cartografie IGM e dal foglio CARG "S. Giorgio La Molarà", integrati con i punti d'acqua desunti dalla Carta idrogeologica della Provincia di Benevento e dai rilievi di campo, ha consentito il censimento di punti d'acqua, descritti al § 9.11.

#### **6.4 COMPLESSI IDROGEOLOGICI (CFR CARTA IDROGEOLOGICA)**

Si illustra nel seguito la legenda della carta idrogeologica che copre tutto il territorio interessato dal sistema irriguo in progetto

- *Complesso dei depositi alluvionali (Al)*

Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Sono presenti variazioni latero/verticali di granulometrie in rapporto alla differente energia di trasporto fluviale. Il deposito costituisce acquiferi porosi eterogenei ed anisotropi, sono sede di falde idriche sotterranee che possono avere scambi con corpi idrici superficiali. Il tipo di permeabilità e per porosità ed il grado di permeabilità è da medio e/a medio alto in funzione della prevalenza di granulometrie più grosse. Coefficiente di permeabilità  $K > 10^{-1}$

- *Complesso dei detriti sciolti (Ds)*

Depositi clastici derivanti dal trasporto gravitativo di breve percorso costituenti falde detritiche alla base dei versanti, conoidi torrentizie attuali ed alluvioni terrazzate. Costituiscono acquiferi di discreta trasmissività, sono sede di falde idriche di notevole



potenzialità, costituendo dei percorsi idraulici preferenziali nei trasferimenti idrici tra rilievi ed aree di pianura. Il complesso è contraddistinto da un tipo di permeabilità per porosità e da un grado di permeabilità medio. Coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-1} > k > 10^{-4}$

- *Complesso dei detriti cementati (Dc)*

Costituiscono falde detritiche alla base dei versanti, conoidi torrentizie recenti ed antiche ed alluvioni terrazzate recenti ed antiche. Possono essere sede di falde acquifere, la permeabilità è per fratturazione e per porosità, sono caratterizzati da una permeabilità medio-scarso. Coefficiente di permeabilità compresa tra  $10^{-2} > k > 10^{-7}$

- *Complesso sabbioso (Sb)*

Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi marini da incoerenti a scarsamente cementati del Pliocene superiore e Pleistocene inferiore. Costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi, localmente contraddistinti da una buona conducibilità. La permeabilità è per porosità ed il grado di permeabilità è medio ( $10^{-1} > k > 10^{-4}$ )

- *Complesso argilloso-calcareo (AG)*

Al presente complesso sono associati i terreni argilloso-marnosi delle unità AV/CPA FYRagM. Si tratta di argille, argille marnose e marne scagliose o in strati da molto sottili a sottili, con locali intercalazioni di torbiditi calcaree; argille limose, limi argillosi e marne in strati da molto sottili a molto spessi, talora poco evidenti e a laminazione piano-parallela, con sottili intercalazioni di sabbie e sabbie limose. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano delle acquicolture di notevole importanza per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è generalmente molto bassa. A tale complesso si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-9}$  e  $1 \cdot 10^{-7}$

- *Complesso arenaceo-marnoso (ARM)*

Questo complesso è costituito dai termini essenzialmente arenaceo-marnosi delle unità UFM, GGM e TUT. Si tratta di arenarie, quarzareniti in strati da medi a molto spessi, con locali passaggi di litoareniti e diffuse intercalazioni di argille marnose, marne e calcilutiti; argille marnose, marne e siltiti laminate o in strati molto sottili, con frequenti passaggi di arenarie a laminazione piano-parallela e convoluta; a luoghi si rinvengono livelli di paraconglomerati mal stratificati, da poco a ben cementati, e orizzonti di quarzoareniti in alternanza con marne argillose. Costituiscono acquiferi misti di modesta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente discontinue e frazionate. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-5}$

- *Complesso Idrogeologico calcareo C*

Complesso calcareo con sottili livelli di argilliti. Il complesso comprende i termini calcarei del Flysch rosso (FYRc) e porzioni lapidee di CPA) costituiti da calcilutiti,

calcareniti, calciruditi con fossili, con sottili intercalazioni di argilliti e marne, argille silicifere calcari brecciati. La formazione di regola si presenta molto fratturata. La presenza di intercalazioni pelitiche e marnose rende possibile solo una scarsa circolazione idrica sotterranea, limitata prevalentemente alla pozione superficiale dell'ammasso roccioso maggiormente esposto agli agenti esogeni: L'elevata fratturazione, in corrispondenza di orizzonti, in cui le intercalazioni argillose sono meno presenti, può aumentare localmente la portata della circolazione delle acque. Il tipo di permeabilità è per fratturazione e porosità, localmente nella successione può prevalere l'uno sull'altro a seconda della frequenza delle intercalazioni argillose. Il grado di permeabilità è globalmente scarso. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità  $10^{-4} < k > 10^{-5}$ .

- *Complesso calcareo argilloso marnoso CMA*

Depositi torbiditici costituito da alternanze ritmiche calcareo marnose con subordinati livelli argillosi. In tale complesso sono stati associati le unità CPA, FYRCagM. Può costituire acquiferi fessurati di importanza locale, contraddistinti da una circolazione basale. In concomitanza di frequenti intercalazioni marnose ed argillose, unitamente ad una intensa deformazione la circolazione idrica sotterranea risulta molto modesta. Nel complesso non si registra un tipo di permeabilità prevalente, essendo presente sia la porosità che la fratturazione. Il complesso idrogeologico si può considerare nel suo insieme impermeabile  $10^{-7} > k$ .



La sismicità degli ultimi anni è collocabile in un quadro regionale più ampio relativo ad un'attività neotettonica notevole; essa si manifesta con un generale sollevamento, riconoscibile lungo la catena appenninica in corrispondenza di grandi sistemi di faglia ad orientamento NW-SE, NE-SW, E- W, NNW-SSE; nel Sannio è prevalente una attività secondo una direttrice NE-SW le cui profondità ipocentrali non superano i 20 Km e non evidenziano allineamenti preferenziali che consentano di associarli all'attività di strutture tettoniche ben definite (ALESSIO et alii, 1993).

## 7.1 LA CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

I comuni interessati dalle opere in progetto in riferimento alla classificazione sismica stabilita dall'Allegato A dell'OPCM 3274/2003 risultano classificati come indicato in Tabella 10

<b>Comune Prov. Benevento</b>	<b>Zona ai sensi dell'OPCM 3274/2003</b>
Campolattaro	1
Casalduni	1
Fragneto L'Abate	1
Fragneto Monforte	1
Pesco Sannita	1
Ponte	1
Pontelandolfo	1

Tabella 10 *Classificazione sismica dei Comuni della Prov di BN interessati dall'Opera*

Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione OPCM 2003
S= 2	I° Categoria	Zona 1
S= 6	II° Categoria	Zona 2
S= 9	III° Categoria	Zona 3
Non classificato	n.c.	Zona 4

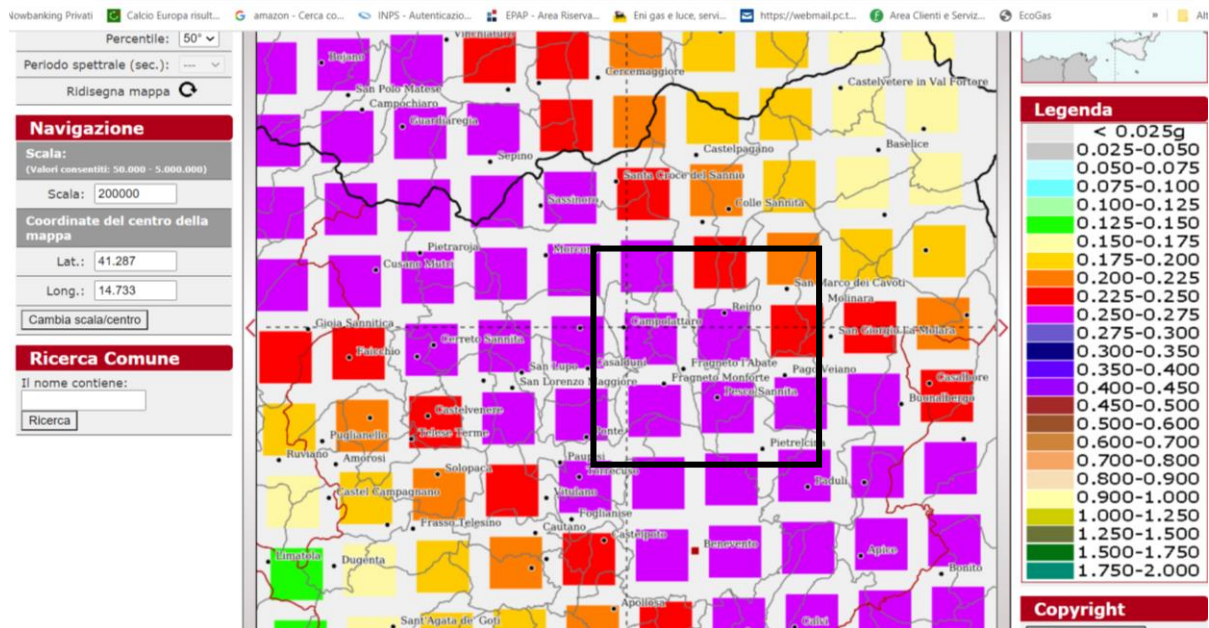
Tabella11. *Corrispondenza tra le successive classificazioni sismiche*

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (tabella 11). Le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, e quindi per ciascun comune, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e

in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

L'azione sismica viene valutata in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti), su sito di riferimento rigido (di categoria A), a superficie orizzontale (superficie topografica di categoria T1), riferendosi alla definizione di "pericolosità sismica di base", fornita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Tabella 12).



Tab 12 Mappa della pericolosità sismica di base riferita all'area di studio

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica "probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR":

- $a_g$ : accelerazione massima su suolo tipo A (allegato B alle NTC)
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (allegato B alle NTC)
- $T_{C^*}$ : periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo  $T_C$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (Allegato B alle NTC).

ZONA SISMICA	DESCRIZIONE	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
Zona 1	<b>Zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.</b>	<b>ag &gt; 0.25</b>
Zona 2	<b>In questa zona possono verificarsi forti terremoti</b>	<b>0.15 &lt; ag ≤ 0.25</b>
Zona 3	<b>In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.</b>	<b>0.05 &lt; ag ≤ 0.15</b>
Zona 4	<b>Zona meno pericolosa. I terremoti sono rari</b>	<b>ag ≤ 0.05</b>

*Tabella 13 Caratteristiche delle Zone sismiche*

## 7.2 SISMICITÀ STORICA

I dati contenuti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani (CPTi1) riferiscono che l'area in è stata interessata dagli effetti di diversi eventi sismici di una certa intensità, come quello del 1688 e del 1732 di magnitudo 6.9 o del 1456 di magnitudo 7.2 nel Molise (figura15).

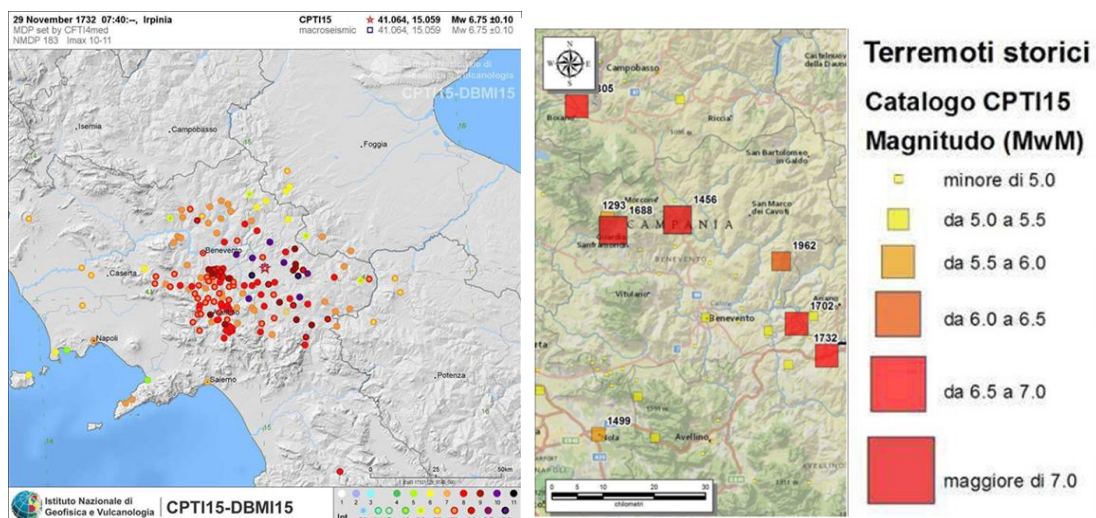


Figura 15 Ubicazione epicentrale dei principali terremoti storici che hanno determinato forti danni nell'area di studio

Nella Tabella 14 sono riportate le osservazioni macrosismiche dell'area compresa territorio del comune di Pontelandolfo del l'area del bacino del fiume Tammaro, contenute nel database Macrosismico Italiano – DBMI (Stucchi et al., 2007). Gli eventi raccolti in questa tabella sono ordinati in ordine decrescente di intensità macrosismica al sito (espressa secondo la scala MCS). L'evento sismico che ha prodotto i maggiori danni è il terremoto occorso nel 1688; la magnitudo momento stimata per questo evento corrisponde a 6.6.



**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

<b>Is</b>	<b>Anno</b>	<b>Me</b>	<b>Gi</b>	<b>Or</b>	<b>Mi</b>	<b>Se</b>	<b>AE</b>	<b>Io</b>	<b>M<sub>w</sub></b>
10	1688	06	05	15	30		Sannio	11	6.72
8-9	1456	12	05				Molise	10	6.96
7-8	1732	11	29	07	40		Irpinia	10-11	6.61
7	1930	07	23		08		Irpinia	10	6.72
7	1962	08	21	18	19	30	Irpinia	9	6.19
6	1927	05	25	02	50		Cerreto	6-7	5.16
6	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
5	1984	05	07	17	49	42	Appennino abruzzese	8	5.93
4-5	1913	10	04	18	26		Matese	7-8	5.40
4-5	1990	05	05	07	21	17	Potentino	7	5.84
2-3	1905	11	26				Irpinia	7	5.32
2-3	1991	05	26	12	25	59	Potentino	7	5.22
2	1997	03	19	23	10	50	Matese	6	4.59
NF	1905	03	14	19	16		Beneventano	6-7	4.96
NF	1996	04	03	13	04	35	Irpinia	6	4.92

Tab. 14 Osservazioni macrosismiche per Pontelandolfo (data base DBMI04, Stucchi et al.,2007)

Vari autori hanno studiato l'area in questione per determinare la possibile posizione della sorgente sismogenetica sulla base di analisi geologico-strutturali, neotettoniche, geomorfologiche e sismologiche, ma la geometria e la localizzazione delle faglie relative al terremoto del 1688 sono ancora oggetto di discussione (DI BUCCI et alii, 2005, 2006; VALENSISE & PANTOSTI, 2001; VILARDO et alii, 2001, 2003).

L'area, in passato, ha mostrato di subire danni anche per terremoti localizzati in aree più lontane, come quello del 1857 di magnitudo 7.0 (Basilicata) o del 1930 di magnitudo 6.6 (Irpinia).

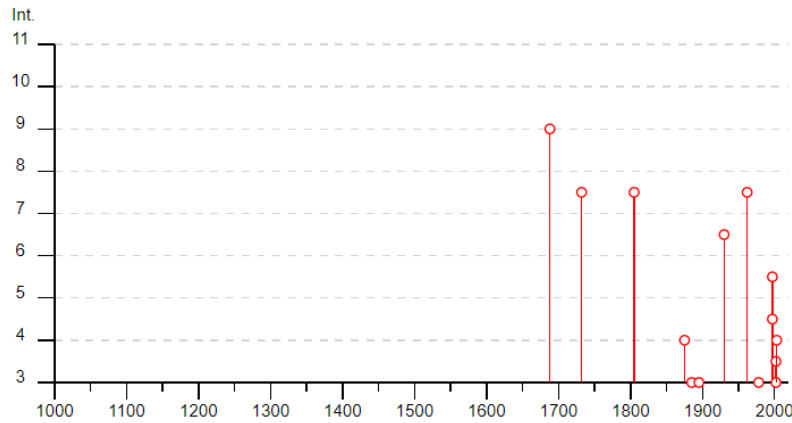
Al fine di completare il quadro sulla sismicità storica l'area in esame, si riportano di seguito sinteticamente le osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il comune di Campolattaro ed alcuni comuni limitrofi (tabelle 15-16)

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

## Campolattaro



PlaceID IT\_59468  
 Coordinates (lat, lon) 41.287, 14.732  
 Municipality (ISTAT 2015) Campolattaro  
 Province Benevento  
 Region Campania  
 No. of reported earthquakes 18



*Tab 15 Principali terremoti storici con la massima intensità*

Closest localities (within 10km) with reported macroseismic observations

Place name	EQs	Distance (km)
Pontelandolfo	28	3
Casalduni	21	4
Iella	1	5
Fragneto Monforte	8	5
Fragneto l'Abate	16	5
Reino	15	8
Morcone	27	8
Monteleone	1	8
San Lupo	14	9
Ponte	11	9
Pesco Sannita	27	9
Francavilla	1	9
San Lorenzo Maggiore	16	10

*Tab.16 elenco di località interessate da sisma con distanza inferiore a 10Km dalle aree in studio*

Come per la zona di Pontelandolfo anche la Valle Telesina è stata più volte devastata da sismi di grande intensità in epoca storica (ad es. nel 1456 e nel 1688). L'area è ubicata al confine tra le Province di Benevento e Caserta e coincide con la bassa valle del Fiume Calore (fig. 16).



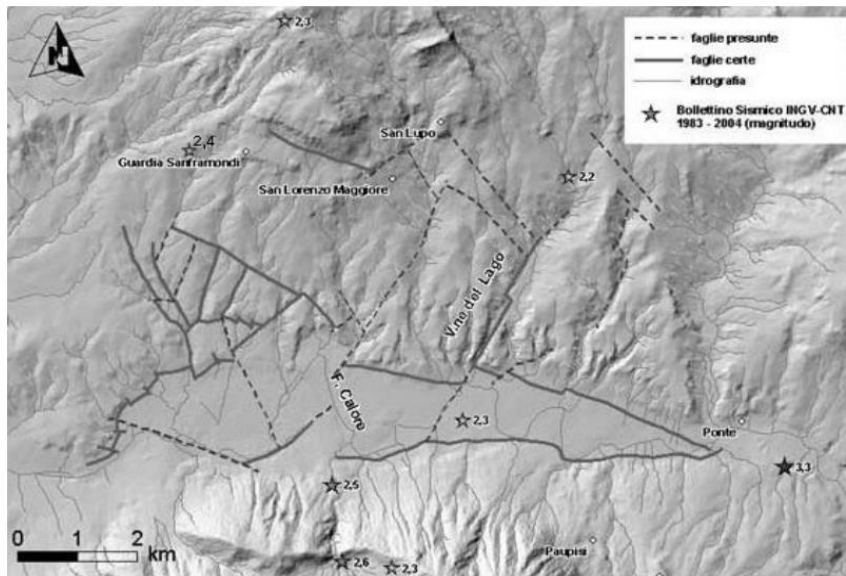


Figura 16 Principali faglie ed epicentri degli eventi sismici verificatisi nell'ultimo ventennio nella Valle Telesina

Si tratta di una depressione morfostrutturale ad andamento E- W, compresa tra i rilievi carbonatici del Monte Camposauro a S e dei Monti del Sannio a N, individuata nel Pleistocene inferiore per poi meglio definirsi nel Pleistocene medio (Aprile et al., 1980). Il substrato pre-quadernario dell'area, intensamente tettonizzato, è costituito in netta prevalenza da litotipi pelitici e, in subordine, arenacei e carbonatici, di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Pliocene inferiore (Di Nocera et al., 1993); su questo substrato, poggiano in discordanza angolare depositi quadernari, costituiti da alluvioni terrazzate, depositi di conoide e di versante e vulcaniti. La maggior parte delle litologie presenti è caratterizzata da una forte propensione al dissesto idrogeologico, in grado di amplificare notevolmente gli effetti degli eventi sismici.

Negli ultimi decenni, la sismicità dell'area in studio è caratterizzata dall'assenza di terremoti ad elevata energia. Tuttavia, bisogna porre l'attenzione sul forte rilascio di energia sismica con tempi di ricorrenza lunghi, che potrebbe trarre in inganno ed indurre a sottovalutare il potenziale sismogenetico di molte strutture (Valentise & Pantosti 2001). Poiché, come evince dalla storia dei terremoti, in tempi storici il massiccio del Matese è stato sede di forti terremoti distruttivi sia sul versante settentrionale che su quello meridionale, pertanto il rischio sismico dell'intera area è attualmente molto elevato (SCARPA & ZOLLO, 1985). Non essendo nota la dettagliata storia sismica dell'area, non è da escludere che le sequenze sismiche avvenute negli ultimi decenni potrebbero rappresentare fenomeni precursori per futuri grossi terremoti lungo le principali strutture sismogenetiche del massiccio del Matese e delle aree contermini.

### 7.3 SORGENTI SISMOGENETICHE E FAGLIE CAPACI

L'area sismogenetica del Sannio-Matese rappresenta uno dei segmenti sismicamente più attivi dell'Appennino Meridionale (BARBANO et al, 1989; BRANNO et alii, 1986; CUBELLIS et alii, 1995; MAYER-ROSA et al.1993), in quanto è stato interessato più volte da eventi sismici distruttivi con intensità IX MCS (1456, 1688, 1702, 1732, 1805) intervallati da lunghi periodi di quiescenza, nonché da sequenze sismiche di bassa energia (1885, 1903, 1905, 1990, 1992) (MILANO et al, 1998).

Nella figura 13 è riportato lo Stralcio della carta delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004; Meletti et al., 2008) con la rappresentazione geometrica delle zone sorgenti dell'Appennino meridionale dalla zona 924 alla zona 928 (settore compresi tra la Majella ed il Pollino). L'area in studio rientra nella zona sismogenetica 927 "Sannio-Irpinia-Basilicata" che rappresenta il settore della catena dell'Appennino meridionale con il massimo rilascio di energia da circa 0.7ma (Patacca et al.,1990), in cui sono attesi terremoti di media profondità ( $P = 8-12$  km) e di elevata magnitudo ( $M_{max} = 7.06$ ), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente normale.

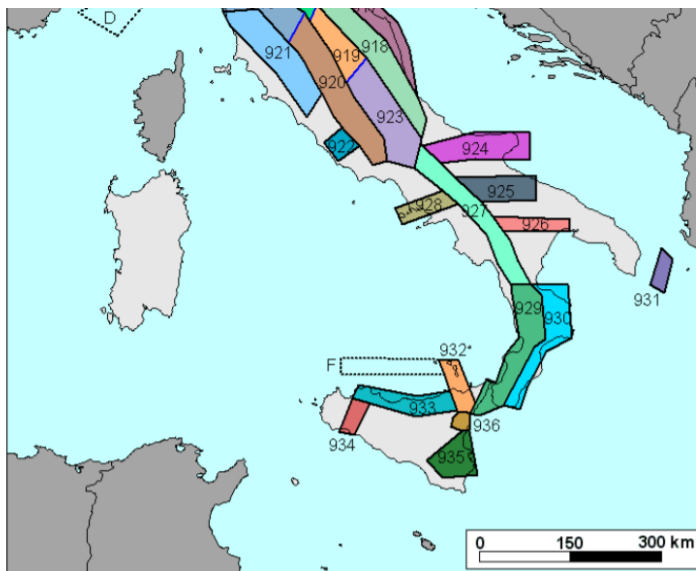


Figura 17 Zonazione sismogenetica ZS9

Il settore beneventano è condizionato dalla sismicità compresa all'interno di due importanti zone sismogenetiche (figura 17) caratterizzate da elevati valori attesi in termini di intensità MCS (Carannante et al. 2012). In particolare Bousquet et al. (1993) hanno studiato la neotettonica dell'area circostante Benevento individuando un'attività di età quaternaria lungo strutture con direzione "appenninica" (ESE-ONO) e strutture con strike disposte E-O (figura 18).

Immediatamente a sud del M. Camposauro, è stata ipotizzata la presenza nel sottosuolo di una importante struttura sismogenetica responsabile del terremoto del 1688 (Cinque et al. 2000; Valentini& Pantosti 2001; Vilardo et al. 2003; Di Bucci et al. 2005).

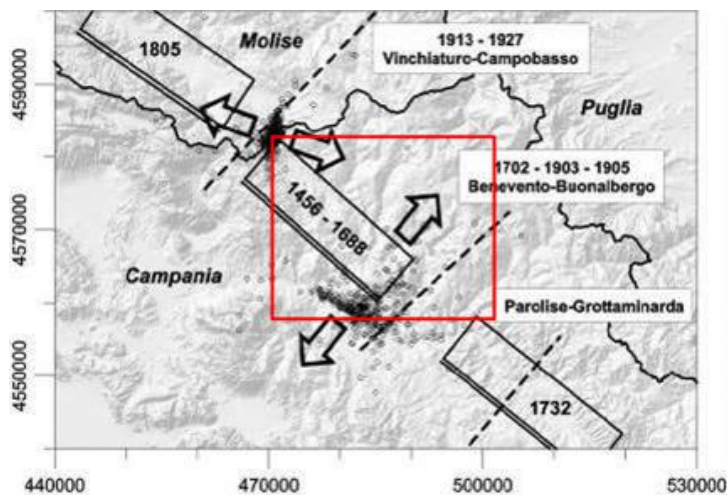


Figura 18- Localizzazione delle sequenze sismiche del 1990-92 e 1997 in relazione agli elementi sismotettonici dell'area sannitica. Le frecce rappresentano l'orientazione preferenziale degli assi-T sub-orizzontali dedotti dall'analisi dei meccanismi focali. I rettangoli e le linee tratteggiate rappresentano rispettivamente la proiezione in superficie delle faglie sismogenetiche ed i lineamenti tettonici trasversali riportati nel catalogo DPS di VALENSISE & PANTOSTI (2001) (da VILARDO et alii, 2001). Il riquadro in rosso indica l'area del foglio 419

Nell'area del Sannio nell'ultimo secolo non sono avvenuti terremoti di elevata magnitudo e pertanto non si dispone di dati sistematici sulla entità delle deformazioni del suolo, come invece è stato possibile documentare con il terremoto in Irpinia del 1980 che nella zona di Pian delle Pecore (AV) avrebbe determinato spostamenti al suolo dell'ordine di 40cm-50cm (Pantosti D., Schwartz D. P., e Valensise G., 1993).

Tuttavia, in assenza di tali dati, alcune indicazioni si possono trarre dagli studi di paleosismologia. Le numerose osservazioni sinora effettuate indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune in corrispondenza di terremoti profondi oltre 8-10Km a partire da magnitudo intorno a 5.5-6,6Mw con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. In Italia, molti terremoti storici catastrofici (e.g., i terremoti del 1783 in Calabria, 1915 nel Fucino, 1980 in Irpinia, 1688 nel Sannio con magnitudo intorno a 7), sono stati associati a fenomeni di fagliazione superficiale con rigetti prossimi o superiori al metro.

Studi paleosismologici basati anche su analisi morfologiche e geologiche hanno consentito di riconoscere fenomeni di fagliazione in epoca tardo Pleistocenica-Olocenica lungo varie strutture tettoniche considerate in precedenza inattive, dimostrandone una frequenza maggiore di quanto prima supposto. Su tale presupposto l'ISPRA ha realizzato per tutto il territorio della penisola italiana il Catalogo ITHACA (ITaly HAZardfrom CAPable faults) che riporta le principali lineazioni tettoniche capaci di riattivazioni.

Il database del Progetto ITHACA riporta, le alcune faglie capaci, dell'Appennino centro meridionale (fig.19). Tali elementi per alcuni tratti potrebbero interferire con la rete di distribuzione delle condotte di progetto e sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa rilevanza e con sicuro risentimento nei settori di studio.

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

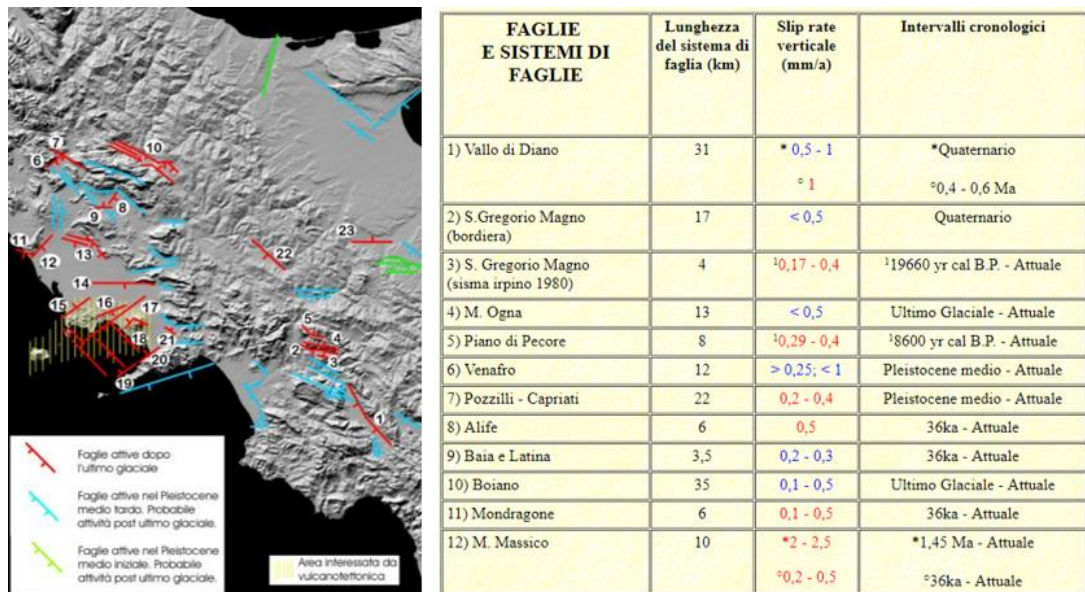


Figura 19 Stralcio della Carta delle faglie attive dell'Italia centro-meridionale (Ascione e Cinque, 2001)

Per quanto riguarda il settore di territorio interessato dalla galleria nella figura 17 è riportata la faglia capace segnalata nel Catalogo del Progetto ITHACA che si sviluppa con orientamento NO-SE a sud tra l'abitato di Ponte (BN) e la Valle del F. Calore; inoltre nella medesima figura è riportata la proiezione in superficie della faglia sismogenetica dell'area sannitica con magnitudo Mw 6.6

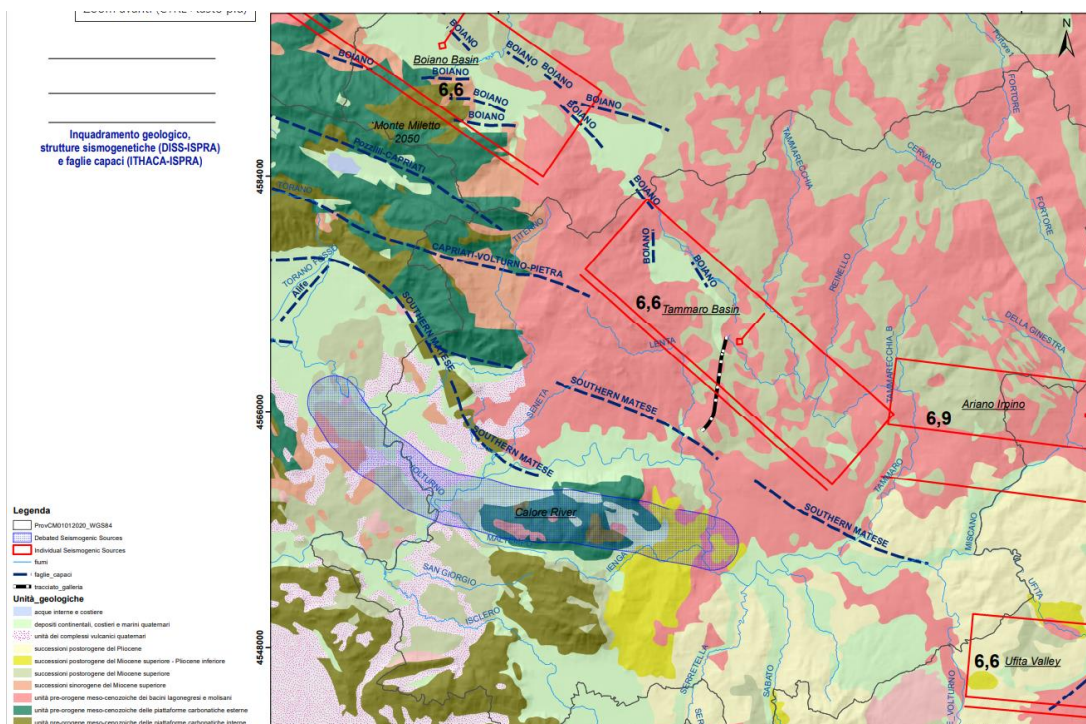


Figura 20 Faglie capaci e faglie sismogenetiche che interessano il settore dei Monti del Sannio

L'area indagata si pone in una tra le aree con il maggiore potenziale sismogenetico e i maggiori valori di pericolosità sismica dell'intera penisola italiana. Questa osservazione è giustificata dai dati di sismicità storica dalle informazioni sismotettoniche reperite in letteratura e dalle analisi di pericolosità sismica. Il quadro sismotettonico nel suo complesso si compone di strutture tettoniche distensive con trend appenninico, quelle con il maggior potenziale sismogenetico, e da strutture distensive secondarie ad andamento E-O lungo cui, in alcuni casi, si sviluppano sciami sismici con eventi principali di magnitudo medio-bassa (Pondrelli et al., 2005). La località indagata è in prossimità di alcune delle principali strutture distensive e in particolare nelle vicinanze delle faglie presumibilmente responsabili della generazione di due tra gli eventi tra i più distruttivi registrati in epoca storica nell'area del Sannio e del Matese: l'evento del 1456 (Boiano) e quello del 1688 (Benevento). Le dimensioni stimate di questi eventi, qualora si ripetessero, rendono plausibile l'occorrenza di elevati valori di scuotimento sismico, comportando fenomeni di fagliazione superficiale e instabilità di versanti.



## 8. DESCRIZIONE GEOLOGICA DEI TRACCIATI INIZIALMENTE INDIVIDUATI

Per il trasferimento delle acque dalla diga di Campolattaro alla zona di Ponte dove è prevista la potabilizzazione e distribuzione sul territorio di interesse del progetto, la condotta di derivazione dovrà attraversare in galleria alcuni rilievi collinari per un tratto di circa 7 km.

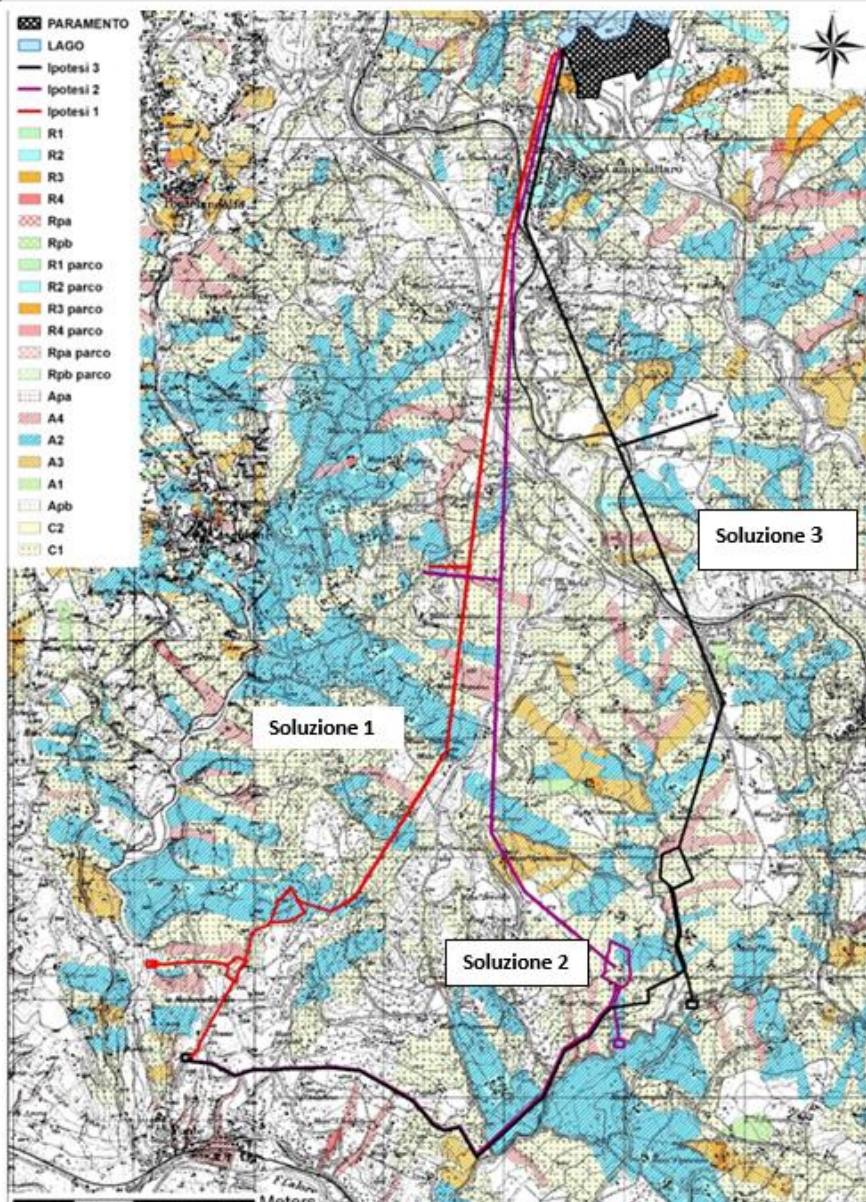


Fig. 21 I tracciati delle tre soluzioni sovrapposti alla carta del rischio dell'ADB

In questa fascia di territorio compreso tra Campolattaro, Fragneto Monforte, Fragneto l'Abate e Ponte a causa della presenza di terreni strutturalmente molto complessi con elevata propensione alla franosità, la Provincia di Benevento ha redatto nel 2007 uno studio sulla fattibilità della derivazione in galleria, nell'ambito del quale sono state

prospettate in alternativa tre differenti soluzioni. Nella fig. 16 sono indicate le tracce delle tre soluzioni analizzate dalla Provincia di Benevento.

Lo schema funzionale prevede per ognuno dei tre itinerari la realizzazione di una galleria, al cui sbocco (lato sud) sono localizzati un pozzo piezometrico, una condotta forzata ed un'area di impianti in cui sono previsti un impianto di potabilizzazione, una centrale elettrica, un serbatoio di accumulo, un impianto idroelettrico ed un impianto di sollevamento. I tre tracciati, (fig.21), per conservare la quota della livelletta intorno a 340m slmm, prevedono l'attraversamento dell'area con una galleria, che nell'itinerario 1 ha uno sviluppo di 7,600 km; nell'itinerario 2, misura 7,600 km e nell'itinerario 3 circa 6,350 km.

## 8.1 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA

Sulla base delle attuali conoscenze stratigrafiche e litologiche è stato ricostruito un modello geologico del sottosuolo delle aree interessate dalle tre soluzioni della derivazione dalla Diga di Campolattaro fino a Ponte. In tale area indicata il modello geologico prevede la presenza di due importanti strutture geologiche (fig.17). La prima si sviluppa a nord, compresa tra Campolattaro e Colle Mottola; la seconda struttura comprende i rilievi di colle Mottola e di Toppa Infocata.

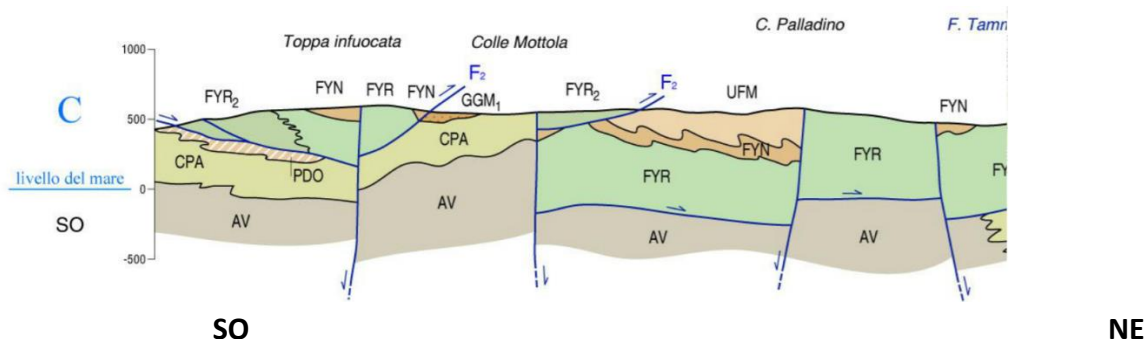


Figura 22 Sezione geologica schematica dell'area del Foglio N. N.419 S. Giorgio La Molara in scala 1:50.000 interessata dalle opere (da Carta Geologica S. Giorgio F. 419 Ispra, modif.)

### A) Settore Nord (Campolattaro)

In questo settore la struttura geologica dominante è caratterizzata dall'accavallamento tettonico della unità tettonica di Frigento sulla unità tettonica Valle Tamarro (fig.22). L'unità tettonica di Frigento (FYR), formata dai calcari del F. Rosso FYRc e dalle arenarie del F. Numidico FYN e dalle soprastanti arenarie della formazione di Fragneto è stata piegata, sollevata e rovesciata sui termini arenacei (GGM) più recenti della Unità tettonica Valle del Tamarro (Formazione di S. Giorgio La Molara del Miocene superiore).

La tettonica traslativa e surrettiva tardo pliocenica ha disseccato e smembrato la struttura in due ampi blocchi delimitati da faglie trascorrenti con andamento SW-NE

Il primo blocco è rappresentato dal rilievo calcareo ad ovest dell'abitato di Campolattaro noto con il toponimo con il toponimo *Saraceno*. La struttura geologica è caratterizzata da calcari del flysch rosso (FYRc) che unitamente alle arenarie della formazione di Fragneto (UFM), si accavallano sulle arenarie della Formazione di S. Giorgio (GGM). profilo geologico soluzione n.1).

Il secondo blocco, più a sud, caratterizzato dal rilievo di M.te Saucò, risulta sollevato di varie decine di metri rispetto al primo blocco mediante faglie ad alto angolo. Il sollevamento della struttura geologica ha portato in superficie i terreni del substrato profondo costituito da i calcari e marne della Formazione Corleto Perticara (CPA) ed i terreni delle Argille Varicolori (AV)

Lungo questo tratto più settentrionale dell'area, lo scavo della galleria per ognuno dei tre itinerari interesserà i medesimi terreni rappresentati dalle arenarie (GGM) dai calcari marnosi (CPA) e dalle argilliti varicolori (AV); si prevedono analoghe condizioni strutturali (faglie e giaciture degli strati) ed analoghe condizioni idrogeologiche caratterizzata da più falde idriche indipendenti a varie profondità (modello a *multifalda*).

#### B) Settore Sud (Ponte)

Nel settore meridionale è presente un'ampia struttura geologica che dalla valle del F. Lenta si sviluppa fino all'abitato di Fragneto.

Si tratta di una successione, forse anche raddoppiata dalla tettonica, costituita alla base da argilliti e calcari marnosi della Formazione delle Argille Varicolori su cui poggiano con contatto stratigrafico i calcari marnosi della formazione di Corleto Perticara (CPA) in eteropia con la formazione arenacea tufitica della F. di Paola Doce (PDO). Queste unità sono tettonicamente sottoposte alla formazione del F. Rosso costituita alla base dalla litofacies calcarea (FYRc) formata dai calcari detritici e calciruditi ben cementate ed in alto dalle litofacies eteropiche argilloso-calcareo-marnose (FYRagM, FYRcagM). Il F. Rosso passa verso l'alto alle quarzoareniti del F. Numidico. L'insieme di queste formazioni costituisce una successione di terreni con spessore complessivo di almeno 600m-700m e risulta caratterizzata da irregolari pieghe ad ampio raggio con una inclinazione rivolta verso i quadranti orientali, con angoli di circa 12-14 gradi. Si rilevano sul versante orientale di Toppa Infuocata numerose faglie ad alto angolo che hanno smembrato e sollevato singoli blocchi della sequenza sedimentaria, creando piccoli horst e graben.

## 8.2 GEOLOGIA DELLE TRE SOLUZIONI

Facendo riferimento al modello geologico-strutturale del sottosuolo descritto, si illustrano le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni interessati dai tracciati ipotizzati per la galleria.



Si sottolinea che il modello geologico riferito ai tratti in galleria, pur essendo basato sulle recenti conoscenze geologico-strutturali dell'area fornite dal Progetto CARG, è caratterizzato da un elevato grado di incertezza, perché le strutture geologiche sono generalmente complesse e per la maggior parte non osservabili direttamente. Inoltre, in questa fase lo studio è stato supportato solo da dati di superficie e da dati desunti da indagini realizzate da altri Enti in aree prossime all'asse galleria. Le stesse Unità Geologiche presumibilmente presenti nel sottosuolo sono illustrate con il dettaglio della *formazione geologica*, in cui non potendo precisare le singole litologie che ne fanno parte, viene indicata quella più diffusa nella formazione. Ne consegue, che anche i rapporti geometrici esistenti tra le varie formazioni sono indicati secondo le conoscenze geologiche più attendibili ricostruite a scala regionale, per cui in questa fase di analisi non possono essere precisati i volumi delle singole formazioni che saranno attraversati dagli scavi.

### **8.2.1 Soluzione 1**

L'area individuata ricade nella zona Nord all'esterno del nucleo abitato di Campolattaro; la soluzione segue il tracciato della strada comunale "contrada Monterone" ed è accessibile attraverso due percorsi: il primo la collega alla Strada Statale Telesina n.372, svincolo Ponte, percorrendo circa 3,8km ed attraversando il centro abitato; il secondo, la collega alla Strada Statale "dei due Principati" n.88, attraverso la SP n.58, percorrendo circa 7,8km, quest'ultima più adatta ai mezzi pesanti.

Il tracciato è composto da tre tratti rispettivamente di lunghezza 1,54km, 4,56km e 1,30km, con cambi di direzione rispettivamente pari a 6,8° e 26,9°. Il tracciato prevede un tratto in galleria della lunghezza di 7,600 km in direzione sud ed un tratto esterno fino al T. Lenta. (fig. 23)

Secondo il profilo geologico ricostruito per i primi 0,900 km lo scavo dovrebbe interessare prevalentemente i terreni arenacei e limo sabbiosi della formazione GGM. Successivamente tra km 0,900 e km 1,400, circa, dovrebbero seguire marne calcaree e calcari-marnosi in strati e banchi della formazione (CPA). Lungo il tratto è possibile l'attraversamento di faglie. Inoltre, in corrispondenza del passaggio tra le formazioni GGM e CPA è possibile la presenza di una o più falde acquifere per la differenza di permeabilità. Successivamente, in corrispondenza di Monte Sauco (549 mslm) si dovrebbe registrare il passaggio dalle marne calcaree (CPA) alla formazione delle Argille Varicolori. Lungo questo tratto iniziale della galleria, lo spessore dei terreni che gravano sulla volta della galleria varia da 60m (imbocco lato Campolattaro a circa 180m intorno a km 1,6.

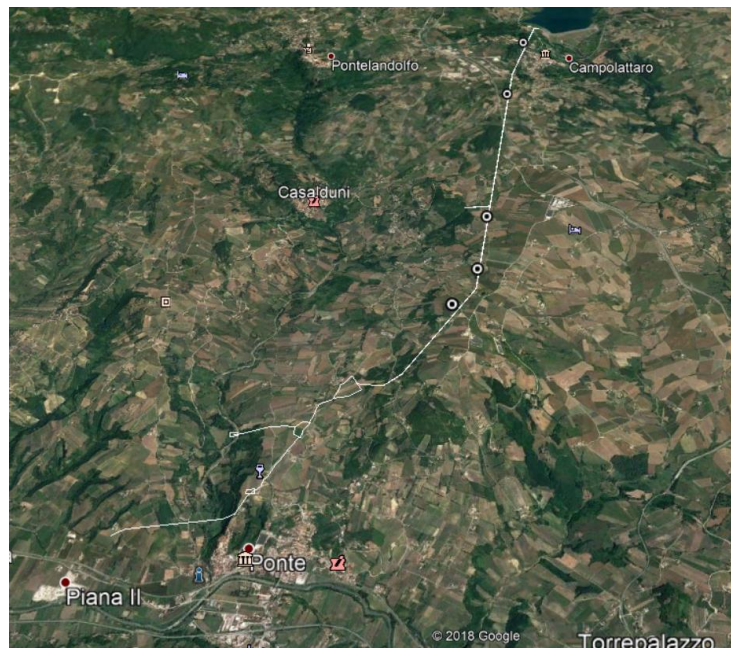


Fig. 23 Tacciato della Soluzione 1

In base alla struttura geologica ipotizzata la formazione delle Argille Varicolori dovrebbe svilupparsi fino al Km 3,6 dove costituisce il substrato profondo di M.te Mottola (530m slm). In questo tratto della galleria saranno presenti i massimi spessori di copertura sulla volta della galleria dell'ordine di 190-200m, in cui le AV presentano una struttura caotica ed al loro interno, come osservato in aree analoghe, è possibile rinvenire sacche di gas e venute di acqua improvvise durante la fase degli scavi specie in corrispondenza di importanti lineazioni tettoniche, dove possono venire a contatto terreni con differente permeabilità. Intorno a km 3,8 si registra il passaggio tra AV e CPA. Lo sviluppo della formazione CPA verrebbe interrotta intorno a km 4,3 circa da importante elemento strutturale che delimita il versante meridionale di Monte Mottola. Si ritiene che l'effetto della faglia possa far risalire il tetto della formazione delle Argille Varicolori, di varie decine di metri. Pertanto, tra i picchetti 20-21 (galleria) lo scavo dovrebbe di nuovo svilupparsi nell'ambito delle AV. Lungo questo tratto di galleria i terreni presenti sulla volta hanno spessori variabili da 70-90m, di cui le AV potrebbero presentare uno spessore al di sopra della volta di qualche decina di metri. Intorno a km 6,8, in corrispondenza del rilievo calcareo di Toppa Infuocata (530 mslm), nuovamente dovrebbe verificarsi il passaggio alla formazione CPA. Lo scavo dopo aver superato circa 100m-150m di CPA, interesserà i calcari della formazione del F. Rosso fino allo sbocco della galleria (km 7,4), per terminare in corrispondenza della curva di livello 400 mslm, dove è prevista la realizzazione di un pozzo piezometrico totalmente interrato in gran parte nell'ambito dei terreni calcarei FYRc con locali litofacies FYRcagM, come evidenziato dalla stratigrafia del sondaggio S1 eseguito in corrispondenza dell'imbocco lato Ponte dalla ditta Tecnogeo nell'estate del 2019. Il sondaggio lungo 30m dal p.c. ha attraversato

una alternanza di marne e calcari in banchi di 3-4m con sottili intercalazioni di argilliti marnose rossastre. Questa successione è stata riferita all'unità FYR mc/ag della Formazione del Flysch Rosso.

Nei pressi dell'imbocco lato Ponte della galleria, in un settore più a nordest rispetto all'asse della galleria si dispone dei dati stratigrafici di un altro sondaggio eseguito alcuni anni fa per la realizzazione di un impianto eolico nel Comune di Ponte. La perforazione al disotto di una copertura detritica spessa 30-40cm, ha attraversato una formazione calcareo marnosa con intercalazioni di argille rosse da riferire all'unità geologica FYRc.

Dal pozzo piezometrico, posizionato in area geologicamente stabile e di facile accesso, ha origine la condotta forzata di lunghezza complessiva pari a 500 m, di cui 120m in galleria, il cui tracciato attraversa un'area in cui si verifica il passaggio litologico graduale dai calcari FYRc ai calcari marnosi CPA, ed infine alle Argille Varicolori AV. In quest'area è prevista anche la realizzazione di impianti "leggeri" (es. vasche, potabilizzatore, ecc.) (figg. 24-25).



Fig 24 Foto dx: Area impianti veduta dall'alto; Foto sx: veduta dell'area impianti dalla strada comunale



Fig. 25 Area interessata dalla condotta forzata

Sotto il profilo morfologico, l'area ha un andamento pianeggiante e rappresenta la zona del coronamento di una antica frana la cui area di alimentazione attualmente è

completamente esaurita e stabile, mentre nel settore di valle, molto distante dalle opere in progetto, sono possibili ancora residui dissesti legati allo scalzamento al piede del cumulo operato dall'azione erosiva del T. Lenta nelle condizioni di massima piena. In base alle conoscenze bibliografiche ed ai rilievi di superficie finalizzati per la scelta del tracciato per il tracciato 1 è stato redatto un profilo geologico preliminare illustrato nella figura 26.

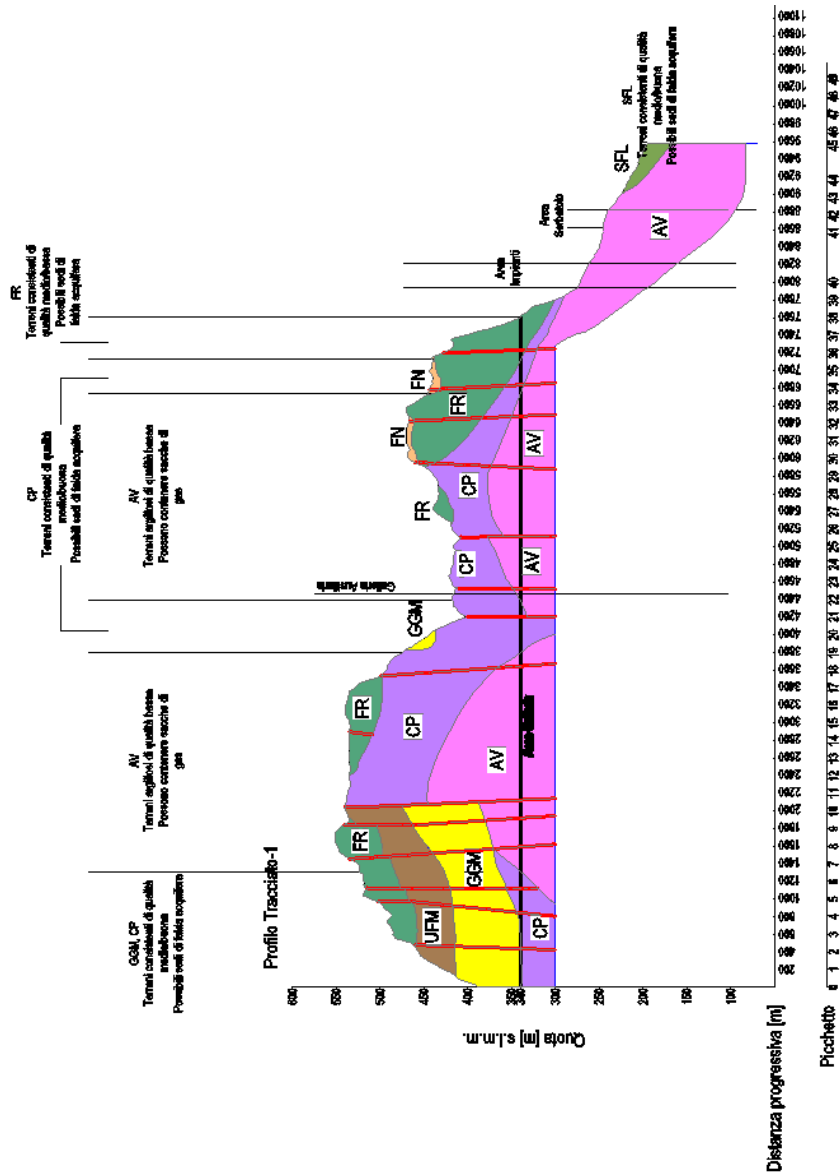
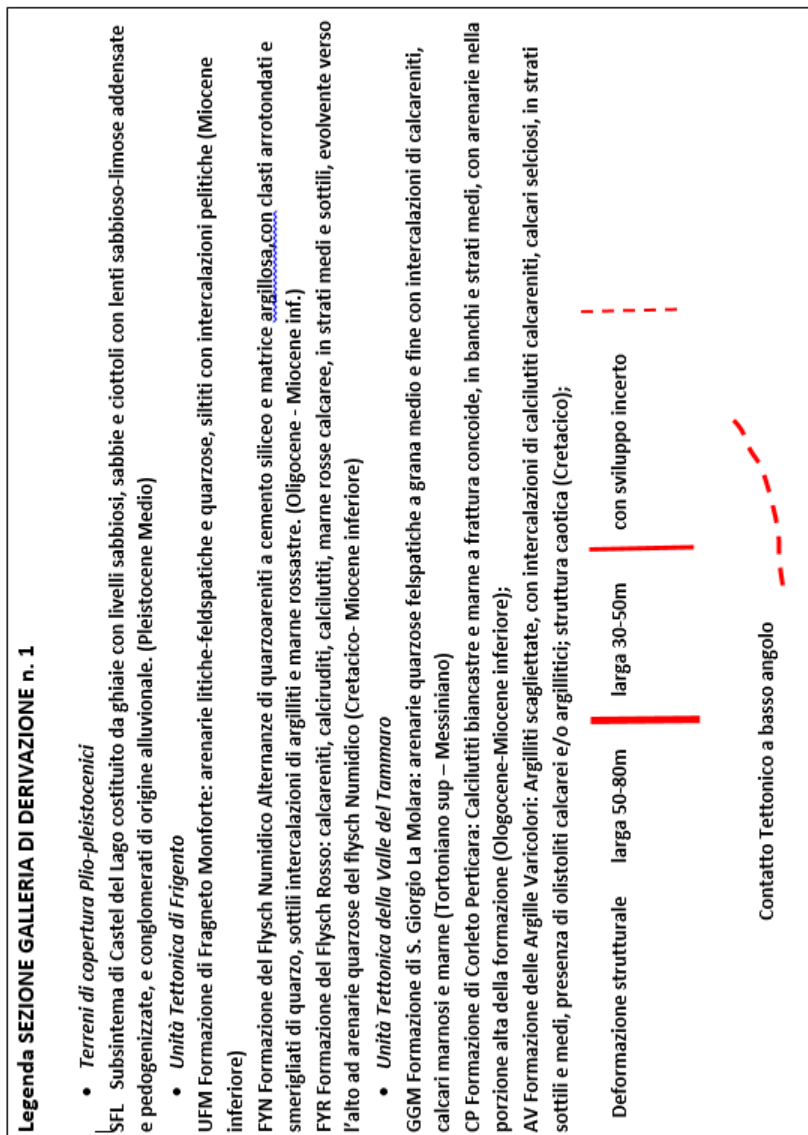


Figura 26 Profilo geologico della Soluzione n. 1 che si sviluppa da Campolattaro fino al T. Lenta



Galleria ausiliaria Soluzione n.1

A metà percorso della Galleria è stata individuata la possibilità di realizzare una *galleria ausiliaria*, per la quale si è tracciato il percorso e valutato gli eventuali terreni che potranno essere attraversati (fig. 27). La galleria ha una lunghezza di circa 0,350 Km, da q. 700 slmm si spinge fino a q. 340 slmm. Lo scavo della galleria dovrebbe interessare le marne ed i calcari della formazione CPA; tuttavia, non si esclude che nella parte terminale, in corrispondenza della galleria principale, si possa verificare il cambio di formazione con le Argille Varicolori. Nella fig. 22 sono rappresentati i rapporti geometrici esistenti tra le formazioni delle Argille Varicolori e la Formazione di Corleto Perticara

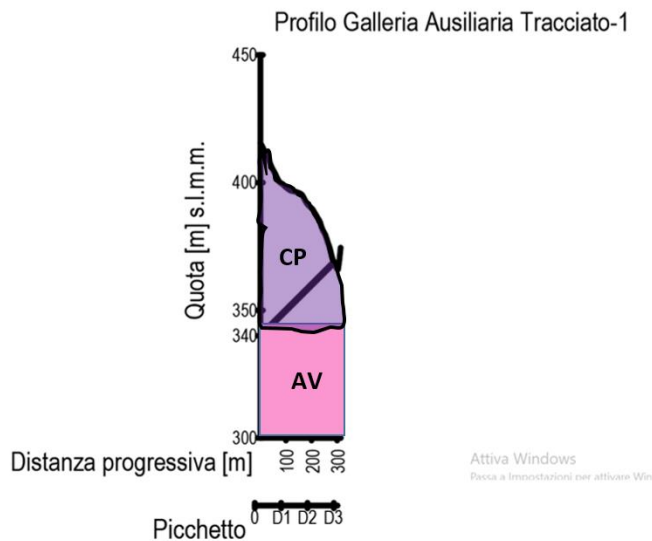


Fig. 27 Sezione geologica galleria ausiliare della Soluzione 1

## 8.2.2 Soluzione 2

L'area individuata ricade a nord nella zona del Comune di Campolattaro e nel tratto medio e meridionale nella zona del Comune di Fragneto Manforte, all'esterno del nucleo abitato principale, in prossimità della Masseria Roventa. Il tracciato della galleria della soluzione N° 2 ha uno sviluppo di 7,600 km, in direzione sud/sud-ovest, caratterizzato anch'esso da tre tratti successivi di lunghezza pari a 1,6 km, 5,0 km e 0,50km, con cambi di direzione rispettivamente pari a 12,4° e 34,6°. Il tratto iniziale fino a Km 6,5 circa si sviluppa a poca distanza dalla soluzione n.1, ad est di Monte Saucò e da Monte Mottola. L'andamento della galleria è pressoché simile a quello della soluzione n° 1, con l'unica differenza che poco prima del promontorio di Toppa Infuocata il tracciato ruota ad est.

Dal punto di vista geologico la soluzione n.2 si può suddividere in due settori. Il primo comprende la porzione di tracciato da Campolattaro fino a km. 6,000 circa; lungo questo tratto per la vicinanza al tracciato n° 1, i terreni presenti nel sottosuolo possono essere considerati analoghi a quelli della galleria della soluzione n.1, a cui si rimanda per la descrizione. Anche le problematiche relative alle lineazioni tettoniche e le caratteristiche idrogeologiche devono essere considerate simili. Sono da prevedere, inoltre, tratti con trasferimenti di acqua in corrispondenza del contatto tra rocce con permeabilità differenti e/o in corrispondenza di importanti lineazioni tettoniche. Sono da prevedere anche modalità improvvise di fughe di gas in galleria. Tra km 5,8 e Km.6,0 i terreni delle Argille Varicolori fanno passaggio in maniera molto articolata per la presenza di faglie, ai termini calcarei del Flysch Rosso.



Alcune differenze sostanziali tra le soluzioni 1 e 2 si registrano in corrispondenza del Rilievo di Toppa Infocata a partire dal km 6,0 in poi. Infatti, la struttura stratigrafica presente nel sottosuolo del rilievo è costituita alla base da argille e marne FYRagM che evolvono verso l'alto ai calcari marnosi e calcari del FYRc ed ancora più in alto alle arenarie e sabbie del FN. Come già riferito in precedenza, questa struttura, per la presenza di termini argillosi interposti, risulta blandamente piegata, con pieghe ad ampio raggio, ed inoltre è ruotata a franapoggio verso i quadranti orientali con pendenze medie dell'ordine di 12°-14°. Lungo tutto il versante orientale del rilievo di Toppa Infocata, la Formazione del F. Numidico si presenta intensamente alterata ed è caratterizzata dall'affioramento discontinuo di sabbioni ed arenarie quarzose con sottili intercalazioni di marne argillose. Gli eventi tettonici hanno suddiviso la successione del Flysch Rosso + il Flysch Numidico in blocchi, dislocati e ruotati verso est, in cui si osserva un elevato grado di fratturazione. Ciò comporta che le sabbie e le arenarie del F. Numidico hanno uno spessore molto variabile, che può essere valutato su base morfologica da 100m a 150m. Lo stato di tettonizzazione ed alterazione della roccia unitamente alle condizioni giaciture a franapoggio favoriscono il drenaggio delle acque verso il versante orientale di *Toppa Infocata* dove sono presenti a mezza costa almeno due piccole sorgenti: *Fontana Cannuccia*, e *Fonte Borzillo*. Questa condizione strutturale e idrogeologica rappresenta una delle cause principali della diffusa franosità del versante. Intatti, lungo il versante in superficie sono presenti ampi settori in frana che dal crinale sommitale si sviluppano fino al fondovalle. La strada provinciale che corre parallelamente al tracciato della condotta, ad una quota di poco superiore alla livelletta, è interrotta per lunghi tratti per un fenomeno franoso molto profondo Figura 28.



Fig.28 La livelletta della condotta corre, a circa 30-40 m al di sotto della strada provinciale interrotta per frana.

Lungo questo tratto di versante fino allo sbocco della galleria, la direzione di scavo grosso modo è N-S taglia trasversalmente questa struttura geologica con immersione verso E-SE. Pertanto, lo scavo attraverserà una ripetuta alternanza dei terreni appartenenti alle formazioni FYRc, FYRcm/ag, e FN. (figg.29-30-31)

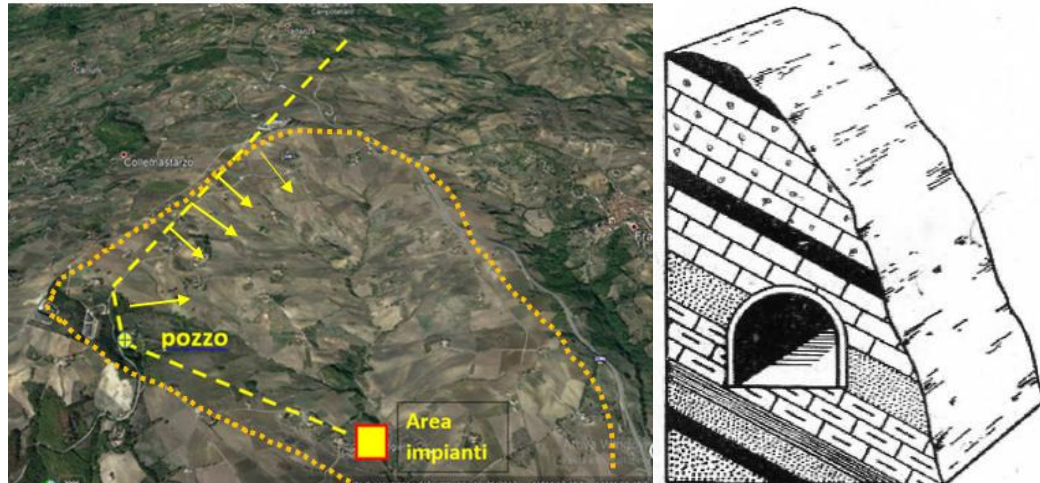


Fig. 29 Versante orientale del rilievo di Toppa Infocata: Immagine sx: sviluppo della soluzione n.2, presenza di frane superficiali e profonde. (freccie in giallo) lungo il tracciato. In arancione lo spartiacque principale del bacino Immagine. Immagine dx: schema che illustra l'andamento a franapoggio della stratificazione rispetto alla direzione di scavo della galleria

Allo sbocco lato sud si prevede la realizzazione del pozzo piezometrico posizionato vicino alla strada di servizio. Dal pozzo si diparte la condotta forzata lunga 920m, di cui 420m in galleria, con pendenza media pari a 8,7%. Per la presenza di un creep diffuso nell'ambito dei depositi sabbiosi del FYN, le cartografie della pericolosità da frana redatte dall' AdB considerano le aree interessate dall'imbocco galleria lato sud, dal tracciato della condotta forzata e degli impianti a valle, ad *alta e media pericolosità* per dissesti. Si tratta di *creep* diffuso su frane quiescenti che non hanno ancora raggiunto l'equilibrio con l'ambiente, che tenuto conto delle forti acclività presenti con eventi pluviometrici eccezionali potrebbero riattivarsi.



Fig. 30 foto sx: aspetto della facies argilloso-calcareo del FYRcm/ag; foto dx arenarie del FYN



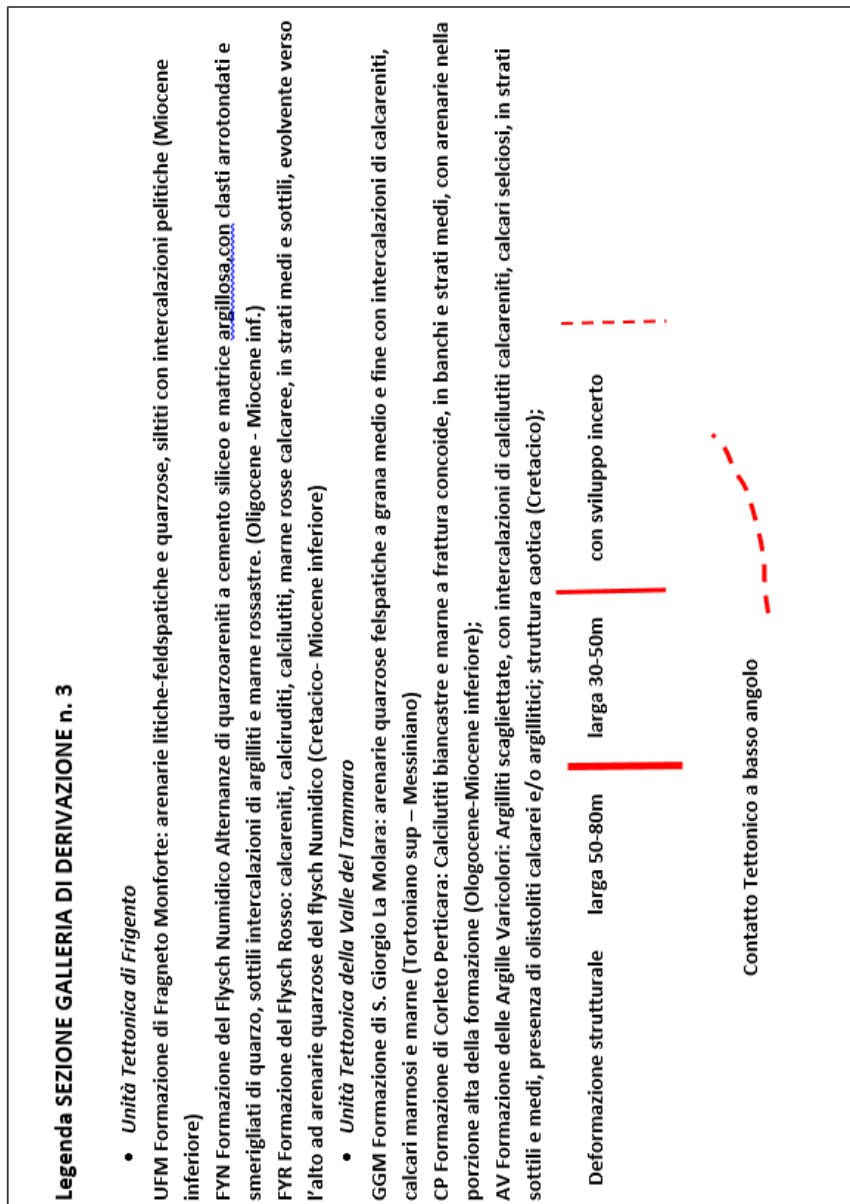


Fig.31 litofacies Calcarea FYRc. Le intercalazioni argillose non sono visibili

Successivamente, il tracciato dal km 8,8 fino al punto di consegna alla rete irrigua corre lungo il fondovalle del T. Reventa in riva destra del corso d'acqua. Lungo questo percorso la condotta poggerà su cumuli di frane quiescenti a *media e medio-alta attenzione (valutazione AdB)*, di ampia estensione, che si sono formati nell'ambito dei terreni appartenenti alla litofacies pelitica del F. Rosso (FYRag). Si sottolinea che in corrispondenza degli impluvi tributari in destra del torrente si registrano incisioni ed erosioni dei terreni costituenti i cumuli di frana, creando locali condizioni di instabilità. Analoghe condizioni si verificano in corrispondenza di anse del corso d'acqua dove si generano locali scalzamenti al piede dei cumuli con conseguente richiami verso il torrente. L'ultimo tratto fino al raccordo con la condotta di Ponte non presenta problemi di stabilità, anche se per alcuni settori si prevede l'attraversamento della formazione delle Argille Varicolori

Anche per la soluzione 2 i rilievi di superficie finalizzati per la scelta del tracciato hanno consentito di redigere il profilo geologico preliminare illustrato nella figura 32.





### Galleria ausiliaria Soluzione n.2

A metà percorso della Galleria è stata individuata la possibilità di realizzare una *galleria ausiliaria*, per la quale si è tracciato il percorso e valutato gli eventuali terreni che potranno essere attraversati. La galleria ha una lunghezza di circa 0,650 Km, e parte da q. 390 slmm e si spinge fino a q. 340 slmm. Lo scavo della galleria dovrebbe interessare le marne ed i calcari della formazione CP; tuttavia, non si esclude che nella parte terminale, in corrispondenza della galleria principale, si possa verificare il cambio di formazione con le Argille Varicolori. Nella fig. 33 è rappresentata una sezione che evidenzia i rapporti geometrici esistenti tra i terreni che potrebbero essere attraversati in base al modello geologico proposto. Le condizioni geologiche sono analoghe alla galleria ausiliaria della

soluzione 1 in quanto i tracciati delle gallerie della soluzione 1 e soluzione 2 sono molto ravvicinate.

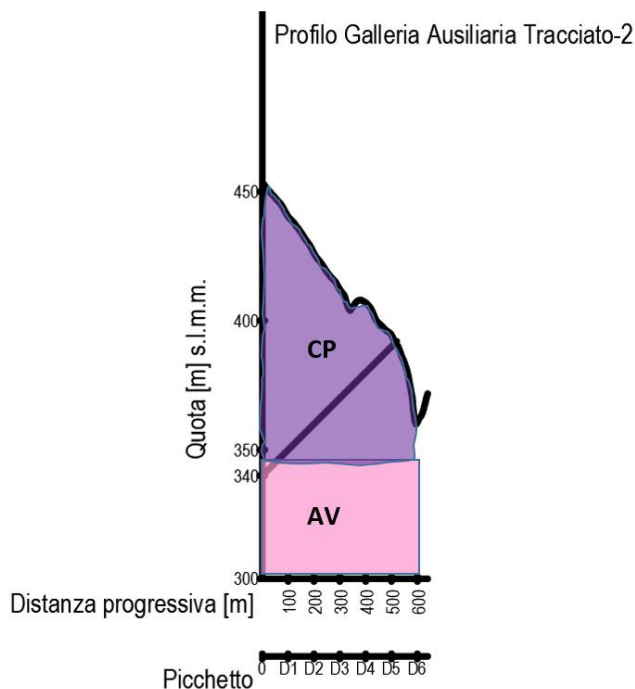


fig. 33 Sezione geologica galleria ausiliare della Soluzione 2

### 8.2.3 Soluzione 3

Come per le due soluzioni precedenti il primo tratto del tracciato parte dal pozzo di presa della diga e passa sul lato est del centro urbano del comune di Campolattaro e subito devia verso est. La soluzione n.3 si differenzia dalle altre due, in quanto ha una lunghezza di 6,350 km e si sviluppa prevalentemente nel territorio del Comune di Fragneto, molto ad est del Monte Saucò e del Monte Mottola. Tuttavia, per quanto riguarda gli aspetti geologici, il tratto di galleria fino a km 3,8 – km 4,0 presenta le medesime caratteristiche stratigrafico-strutturali previste per le gallerie delle soluzioni 1 e 2. Successivamente le AV potrebbero avere un passaggio brusco ai calcari FYRc presenti per un tratto di circa un chilometro, per poi interessare nuovamente gli scavi sempre con passaggio brusco. Intorno a Km 5,0 è molto probabile il passaggio ai terreni argilloso marnosi della litofacies FYRag, Tali terreni saranno attraversati fino all'imbocco della galleria lato sud al km 5,8, posto al di sotto della strada SS 88.





Fig 34 Versante interessato dall'imbocco lato Sud della Galleria nell'ipotesi n.3

Il versante su cui di apre l'imbocco lato sud della galleria è impostato nella porzione medio alta della testata un bacino in frana, in cui si riconoscono ancora i coronamenti delle singole frane disposte sul versante a ventaglio, separate da piccole incisioni. Si tratta di colate prevalentemente in argilla, i cui cumuli vengono utilizzati per l'agricoltura. Sono dissesti che si attivano stagionalmente e che comportano distacchi di volumi di limitate dimensioni (fig. 34). Tuttavia, eventi pluviometrici eccezionali possono riattivare superfici più profonde e pertanto, tutta l'area dell'imbocco lato sud della galleria è da considerare prevalentemente instabile. Anche il pozzo piezometrico insiste su una area ad alta intensità franosa. Nella fig. 35 viene confrontato l'andamento del tracciato rispetto alla franosità esistente sul versante.

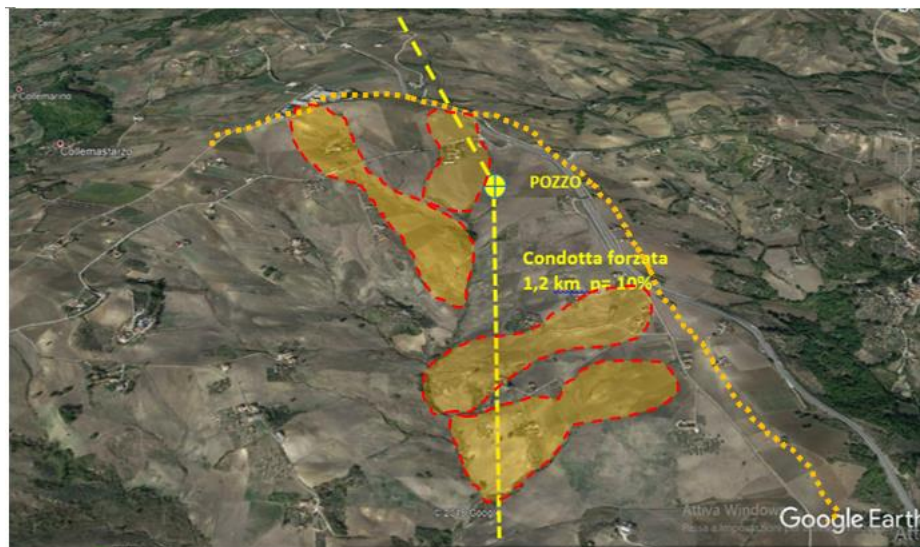


Fig. 35 Tracciato della soluzione 3 con indicazione del tratto terminale della galleria, del pozzo e della condotta forzata. Sul versante sono indicati i principali fenomeni franosi e lo spartiacque del bacino.

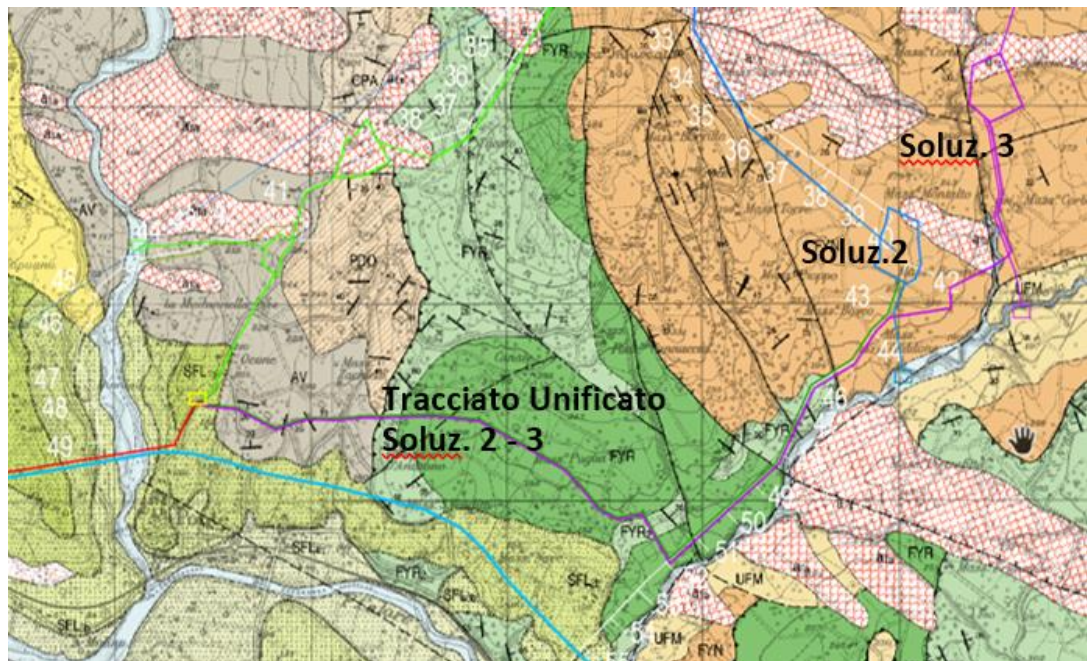


fig 36 Viene rappresentato in lilla l'itinerario alternativo della soluzione n.3 ed in azzurro quello della soluzione n. 2. Inoltre, nel tratto terminale in viola il tracciato unificato delle due soluzioni

Per ovviare tale situazione critica è stata redatta una proposta alternativa esclusivamente per il tratto dell'imbocco della Galleria, che verrebbe spostato sul versante orientale del crinale su cui scorre la superstrada Campobasso-Benevento. Sia l'imbocco che il pozzo verrebbero con tale soluzione a trovarsi in condizioni migliori di stabilità. Anche la condotta forzata, in parte attraversa questi terreni un po' più stabili. Tuttavia, il successivo sviluppo della condotta per circa 800m viene a trovarsi con pendenza media del 10% sulla porzione medio bassa del versante, dove si rinvergono accumuli di frane non completamente stabilizzati. Anche l'area prevista per la localizzazione degli impianti: potabilizzatore, centrale elettrica e serbatoi di accumulo, necessita di lavori per il ripristino della stabilità.

Dall'area degli impianti, l'itinerario della soluzione n. 3 si sviluppa in destra del torrente Reventa. Le problematiche esistenti lungo questo tratto sono comuni a quelle descritte per la soluzione n. 2, a cui si rimanda per i dettagli. Come analizzato nel tracciato n. 2, l'ultimo tratto (fig. 36) fino al raccordo con la condotta di Ponte non presenta apparenti problemi di stabilità.

Anche per la soluzione 3 i rilievi di superficie finalizzati per la scelta del tracciato hanno consentito di redigere il profilo geologico preliminare illustrato nella figura 37.

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

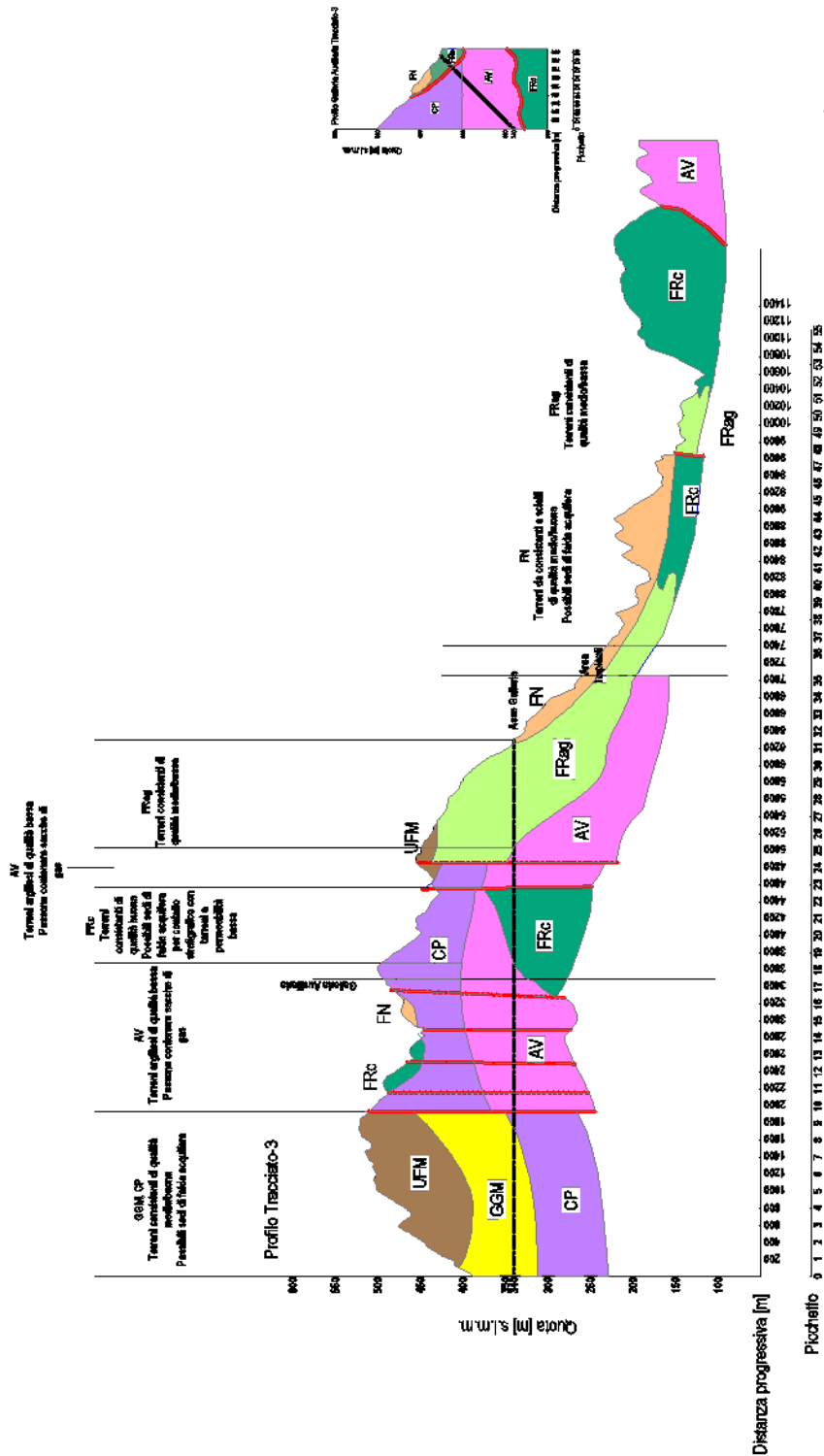


Figura 37 Profilo geologico della Soluzione n. 3 che si sviluppa da Campolattaro fino a Ponte

### Galleria ausiliaria Soluzione n.3

Anche per la soluzione n.3 a metà percorso della Galleria è stata individuata la possibilità di realizzare una *galleria ausiliaria*, per la quale si è tracciato il percorso e valutato gli eventuali terreni che potranno essere attraversati.

La galleria ha una lunghezza di circa 0,950 Km, e parte da q. 420 slmm e si spinge fino a q. 340 slmm (fig. 38). Dopo aver attraversato circa 150m di calcari del F. Rosso lo scavo dovrebbe interessare le argilliti e marne delle Argille Varicolori fino alla Galleria principale, dove non si esclude la possibilità di incontrare nuovamente i calcari del F. Rosso.

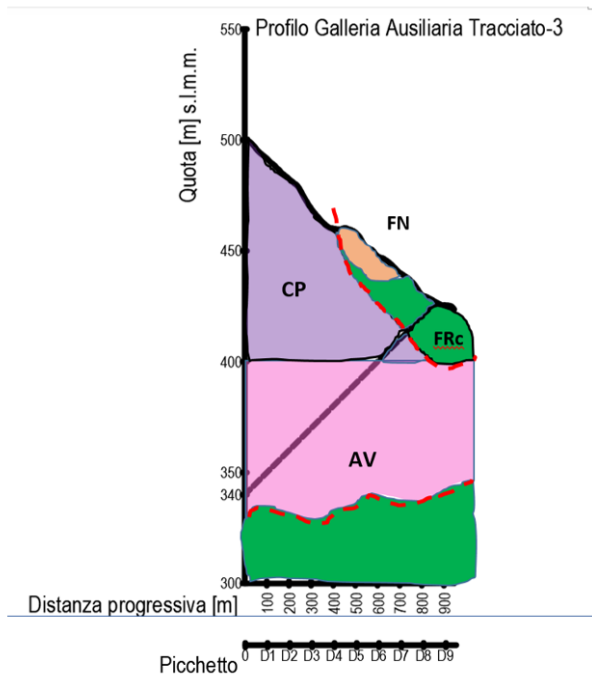


Figura 38 Sezione geologica della galleria Ausiliaria prevista per la soluzione n3

### 8.2.4 Confronto dei tre tracciati

L'attenta analisi geologica del territorio interessato dalle tre soluzioni alternative ha portato al convincimento, che le soluzioni 1 e 2, sono migliori rispetto alla soluzione n.3, sebbene, quest'ultima, presenti un tratto di galleria più breve. La soluzione 3 presenta numerose criticità legate alla stabilità dei luoghi che dovranno essere attraversati. In particolare le maggiori criticità morfologiche sono state individuate principalmente in corrispondenza dell'imbocco della galleria lato sud, che si apre in aree in frana ed in presenza di un'importante struttura geologica mediante la quale si registra l'accavallamento dell'Unità geologica del Sannio sull'Unità geologica della Valle del Tammaro. In genere, in corrispondenza di tali importanti strutture, caratterizzate da settori di territorio con superfici di scivolamento a basso angolo, l'elevato stato di fratturazione abbatte fortemente le proprietà tecniche della roccia.



Per i tratti più “difficili”, sono state studiate alcune varianti migliorative rispetto all'itinerario proposto dalla Provincia di Benevento, che consentono superare una parte delle problematiche di stabilità esistenti. Restano comunque varie situazioni critiche nell'area dove sono previsti gli impianti e lungo il tratto in destra del torrente Reventa, che comprende tratti di attraversamento con erosioni e dissesti.

Per quanto riguarda la soluzione 2, in corrispondenza del rilievo di Toppa Infocata la galleria interessa una complessa struttura geologica disposta con giacitura a franapoggio. Questo assetto strutturale, attualmente è causa di numerosi dissesti presenti in superficie e che coinvolgono la strada provinciale, interrotta in più tratti. La franosità è presente anche nella zona dell'imbocco lato sud della galleria e nell'area ove è prevista la realizzazione del pozzo piezometrico. Inoltre, il percorso dall'area impianti fino a Ponte, è molto più lungo della soluzione 1, e si sviluppa come per il tratto terminale della soluzione n.3 in aree con numerosi dissesti.

Sulla base di queste osservazioni di carattere geologico, viene considerata la soluzione **1** viene considerata la più idonea per la realizzazione dell'opera. La scelta della soluzione 1 scaturita dal confronto delle tre alternative ha trovato conferma nelle valutazioni di carattere geotecnico e l'approvazione da parte di tutto il gruppo di progettazione

## 9. PROFILO LONGITUDINALE DELLA GALLERIA: GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GAS

La galleria Campolattaro – Ponte attraversa un settore collinare dei Monti del Sannio lungo un tracciato che si sviluppa in sotterraneo a quote comprese tra 343 m e 335 m s.l.m., corrispondenti ad un profilo topografico esterno che si sviluppa tra 338 m s.l.m. e 550 m s.l.m. con copertura massima di 208 m.

Il tracciato della galleria attraversa una serie di unità geologiche strutturalmente complesse, caratterizzate da successioni stratificate discontinue di natura arenaceo-calcaree-marnose, arenaceo-pelitiche, calcareo-marnoso-pelitiche ed argilloso-marnose. Si tratta sia di unità bacinali pre-orogene di età Cretacico sup. – Miocene inf., riferibili all'Unità del Fortore (denominata localmente anche Unità del Vallone Tamaro) costituita da Argille Varicolori, Formazione di Corleto Perticara, Formazione di Paola Doce o Tufiti di Tusa) e all'Unità di Frigento costituita da Flysch Rosso, Flysch Numidico, su cui si rinvengono in discordanza stratigrafica successioni flyscioidi sinorogene (Formazione di San Giorgio (GG) , Unità Fragneto Monforte UFM) di età Miocene medio-superiore.

In letteratura alcune unità bacinali pre-orogene, presenti in dell'Irpinia e del Sannio, quali le successioni *lagonegresi molisane* e *sicilidi* sono molto discusse per l'attribuzione paleogeografica assegnata.

L'Unità Sicilide (D'Argenio et alii, 1973) o Complesso Sicilide (Ogniben 1969), costituita da Argille Varicolori Inferiori (AVL), Membro di Sant'Arcangelo (FSM), Argille Varicolori Superiori (AVL), Tufiti di Tusa (TUT) ed Arenarie di Corleto (Ar-cor), si sarebbe deposta secondo alcuni Autori in un dominio di sedimentazione pelagica di posizione interna e contigua alla piattaforma carbonatica sud appenninica.

Pescatore et alii (1998) evidenziano i rapporti e le differenze stratigrafiche tra i terreni dell'Unità Sicilide e quelli dell'Unità Lagonegrese. Infatti, essi individuano in continuità di sedimentazione sui terreni cretacici del Flysch Galestrino del Bacino Lagonegrese una successione costituita dalle formazioni delle Argille Varicolori (AV) e di Corleto Perticara (CPA) (simile per associazioni litologiche alla Formazione di M.te Sant'Arcangelo (SFM) con evoluzione verso l'alto a F. Numidico. Gli Autori ritengono che le successioni similari ma non evolventi al Flysch Numidico devono essere ascritte a sequenze stratigrafiche deposte in bacini di posizione paleogeografica interna (cfr. Unità Sicilidi) alla piattaforma carbonatica sud-appenninica.

Al fine di evitare confusioni si è ritenuto opportuno riportare nella tabella 17 l'Unità Sicilide e l'Unità del Bacino Lagonegrese -Molisano, con le relative sigle, riferite all'area del Sannio, Irpinia e del confine con la Puglia

<b>UNITA' SICILIDE</b>
IRPINIA (Galleria Pavoncelli)
<b>Gruppo delle Argille Varicolori</b>
Arenarie di Corleto ( <b>AR-Cor</b> )
Membro di Sant'Arcangelo ( <b>FMS</b> )
Argille Varicolori superiori ( <b>ALV</b> )
Facies calcarea ( <b>ALVc</b> )

UNITA' LAGONEGRESE-MOLISANA				
Sannio (Campolattaro-Ponte)	Sannio (Campolattaro -Ponte)	Irpinia (Galleria Pavoncelli)	Irpinia-Puglia (Apice -Orsaia)	Irpinia - Puglia (Apice -Orsaia)
<i>Unità tettonica di Frigento</i>	<i>Unità tettonica V. Tamarro/ Unità tettonica Fortore</i>	<i>Unità tettonica di Frigento</i>	<i>Unità tettonica di Frigento</i>	<i>Unità di Groppa d'Anzi /Unità tettonica del Fortore</i>
F. di Fragneto Monforte ( <b>UFM</b> )				
Flysch Numidico ( <b>FYN</b> )	F. Paola <del>Doce</del> ( <b>PDO</b> )	Flysch Numidico ( <b>FYN</b> )		
-Flysch Rosso <b>FYR</b> -Litofacies calcarea <b>FYRc</b> -Litofacies argilloso-marnosa <b>FYRagM</b> - Litofacies calcareo-argilloso-marnosa <b>FYRcagM</b> = <b>FYR<sub>2</sub></b>	F. Corleto Perticara ( <b>CPA</b> )	Flysch Rosso <b>FYR</b>	-Flysch Rosso <b>FYR</b> -litofacies <del>calcareo-clastica</del> ( <b>FYRa</b> ) - Litofacies calcareo-marnoso ( <b>FYR<sub>2</sub></b> )	
	F. Argille Varicolori ( <b>AV-<del>cpa</del></b> )			F. Argille Varicolori ( <b>AVR</b> )

Tab.17 Unità geologiche presenti nell'area di studio e quelle similari attraversate dalla Galleria Pavoncelli Bis e dal tracciato della Ferrovia Apice Orsaia

Le unità geologiche che interessano lo scavo della galleria sono unità tettoniche alloctone che hanno subito numerose fasi di deformazione tettonica, sia traslativa (prevalentemente orizzontale) che di sollevamento (prevalentemente verticale), ed attualmente risultano notevolmente deformate e fratturate. Lungo il tracciato sono presenti sia strutture tettoniche a basso angolo (sovrascorrimenti ed associate "thrust ramp" e "thrust flat") che elementi tettonici ad alto angolo (faglie normali, inverse e non definite). Gli elementi tettonici che mettono a contatto unità geologiche differenti e/o producono rilevanti dislocazioni sono stati indicati come faglie principali e rappresentati con tratto più spesso, cui inoltre sono associate fasce di deformazione e fratturazioni importanti.

## 9.1 METODOLOGIA DI STUDIO PER LA COSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DELLA GALLERIA

Le sezioni geologiche lungo il profilo della galleria sono state elaborate mediante l'interpretazione dei risultati delle indagini indirette eseguite, in prevalenza dei profili

sismici a riflessione, e dei dati stratigrafici diretti acquisiti mediante i sondaggi geognostici.

La sismica a riflessione è una metodologia d'indagine geofisica utilizzata nell'esplorazione geologica del sottosuolo per riconoscere l'assetto stratigrafico e strutturale dei corpi geologici, individuando elementi come la stratificazione, le superfici di discordanza stratigrafica, gli elementi tettonici (faglie, sovrascorrimenti, ecc.). In particolare la sismica a riflessione è una tecnica d'indagine geofisica attiva che sfrutta le proprietà elastiche del terreno; ogni superficie presente nel sottosuolo che marca un passaggio litologico, sia di natura stratigrafica che di origine tettonica, rappresenta una discontinuità elastica in grado di riflettere parte dell'energia sismica generata dalla sorgente. I segnali riflessi, registrati in superficie da appositi sensori ed opportunamente elaborati, permettono di produrre sezioni sismiche in grado di fornire utili informazioni sull'assetto stratigrafico e strutturale nel sottosuolo dell'area indagata. Il risultato finale è una rappresentazione di una sezione sismica verticale del sottosuolo lungo la linea del profilo, in cui ciascun riflettore sismico segnala la presenza di una discontinuità (strato, discordanza, contatto tettonico). Gli orizzonti riflettenti seguono gli strati, le superfici di discordanza, i contatti stratigrafici e tettonici, gli elementi strutturali presenti nel sottosuolo alle varie profondità. L'interpretazione della sezione sismica consiste nell'individuare e tracciare i riflettori e i gruppi di riflettori più significativi al fine di ricostruire l'assetto stratigrafico e strutturale, e prevede alcuni passaggi:

- Individuazione degli attributi sismici che caratterizzano ciascun riflettore (ampiezza, frequenza e continuità laterale dei riflettori);
- Caratterizzazione della facies sismica tipica di ogni corpo sismico o pacchetto di riflettori, che corrispondono a corpi stratigrafici;
- Individuazione degli orizzonti che limitano i pacchetti di riflettori caratterizzati da una stessa facies sismica;
- Individuazione della presenza di faglie, testimoniata da riflettori interrotti e dislocati, variazione nelle inclinazioni, ecc.

L'analisi delle facies sismiche riconosciute è stata tarata grazie alle osservazioni effettuate sui carotaggi estratti di sondaggi profondi e dall'analisi dei dati litostratigrafici desunti dai sondaggi.

L'interpretazione è stata eseguita tenendo conto dello stile strutturale presente nell'area in esame, noto sia dai rilievi geologici eseguiti in superficie dagli scriventi (ad es. Foglio geologico CARG 419 "San Giorgio La Molara") che dall'analisi di profili sismici in territori adiacenti (ad es. nello studio eseguito per la "Galleria Pavoncelli-bis"), ed inoltre dalle interpretazioni scientifiche di profili sismici profondi eseguiti nell'area di studio (Mostardini & Merlini, 1986; Progetto CROP).

Come in tutte le indagini indirette, i risultati delle interpretazioni eseguite possono essere affetti da alcune incertezze legate soprattutto alla convergenza delle facies sismiche di corpi stratigrafici di natura diversa, tenendo conto del fatto che nell'area di studio le litologie che costituiscono le differenti unità individuate sono molto simili tra di loro (in prevalenza calcari, calcari marnosi, marne, argille); le incertezze possono risultare maggiori man mano che ci si allontana dalle verticali dei sondaggi, dove è stata effettuata una opportuna taratura.

## **9.2 TRATTO A - ZONA DI IMBOCCO DI CAMPOLATTARO (GD1-GD22)**

L'assetto geologico del settore più settentrionale della galleria, posto nell'area dell'imbocco lato Campolattaro, risulta molto articolato e complesso.

La dorsale collinare che si sviluppa a monte dell'abitato di Campolattaro e prosegue verso la diga, è composta dai termini calcareo-clastici e pelitici appartenenti alla unità del Flysch rosso (figura 39). Nella parte alta della dorsale è presente una successione prevalentemente calcarea, attribuibile al membro calcareo del Flysch rosso (FYRC), costituita da calcareniti, calciruditi e calcilutiti, talora brecciatati, intercalati da marne e sottili livelli di argilliti arrossate. con uno spessore complessivo di circa 100 m. Verso il basso, con passaggio graduale, si passa ad una successione costituita da argilliti di color rosso in strati intercalate a strati sottili di marne e calcari marnosi da riferire al membro argilloso-manoso del Flysch rosso (FYRAGM). Lo spessore è di circa una ventina di metri. Tale membro pelitico potrebbe essere intercettato dalla galleria tra le progressive GD9 e GD17, dove risulta interrotto dalla faglia principale F1, avente giacitura N120°NE70°. L'assetto giaciturale della successione stratigrafica, sebbene con inclinazione molto variabile per la presenza di dislocazioni dovute ai vari sistemi di faglie, è nel suo insieme rivolta verso i quadranti nord-occidentali.

L'unità del Flysch Rosso risulta geometricamente sovrapposta sull'Unità Fragneto Monforte (UFM), caratterizzata da una successione formata da arenarie, argille, marne e subordinati calcari a grana fine e sottili livelli di microconglomerati, che presenta uno spessore complessivo di almeno varie decine di metri. La successione è attraversata nel sottosuolo dai sondaggi CL1 e CL1bis, e potrà essere intercettata dalla galleria tra le progressive GD1 e GD9, e tra le progressive GD17 e GD21, a causa della dislocazione dell'orizzonte pelitico dovuta alla faglia principale F1.

L'analisi geologico-strutturale ha individuato una importante discontinuità tettonica compressiva a basso angolo (sovrascorrimento S1, caratterizzato da una giacitura media N150°SW15°) che si sviluppa tra la successione del F. Rosso e quella di Fragneto Monforte (UFM). La superficie di sovrascorrimento risulta dislocata in più punti dalle faglie ad alto angolo parallele alla faglia principale F1. Tale elemento strutturale è molto importante in quanto è stato rinvenuto affiorante, sia pure in maniera discontinua, in gran parte della zona di Campolattaro.

I due sondaggi CL1 bis, spinto a c.c. fino a circa 40m dal p.c., e CL1, che dopo un primo tratto di 30m carotato a distruzione è stato spinto a c.c. fino alla profondità di - 70 m dal p.c., confermano la presenza nel sottosuolo dell'accavallamento tettonico dell'unità del Flysch Rosso sulla unità UFM, ed evidenziano una ulteriore complessità strutturale, consistente in una struttura a scaglia che ha comportato il raddoppio locale della successione stratigrafica FYRAGM - UFM. Tale struttura definisce la presenza delle argille e le marne di color rosso del Flysch Rosso alle profondità comprese tra -29,00m e -35,00m dal p.c., e causa nell'ambito della formazione UFM alle profondità comprese tra -35,00 –

55,00 m e tra – 65,00 – -70,00 m dal p.c. una elevata fratturazione delle carote lapidee (arenarie e calcari).

Qualche decina di metri al di sotto della galleria è ipotizzata la presenza di un altro sovrascorrimento che sovrappone la successione UFM su una successione molto deformata composta dalle unità AV-CPA e GGM1.

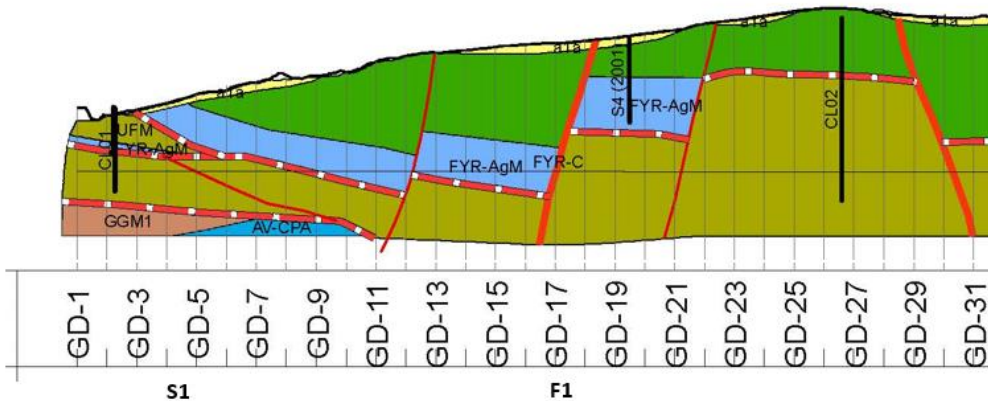


Figura39: Sezione geologica relativa al Tratto A della galleria (progressive GD1-GD22)

; la deformazione e la fratturazione dei terreni potrà essere ancora più spinta per una fascia di una decina di metri a cavallo della faglia F1. Durante lo scavo, nel corso dell'attraversamento dei terreni interessati dalla faglia, si potrebbero rinvenire localizzate falde idriche discontinue e di limitata portata.

### 9.3 TRATTO B - GD22 – GD69

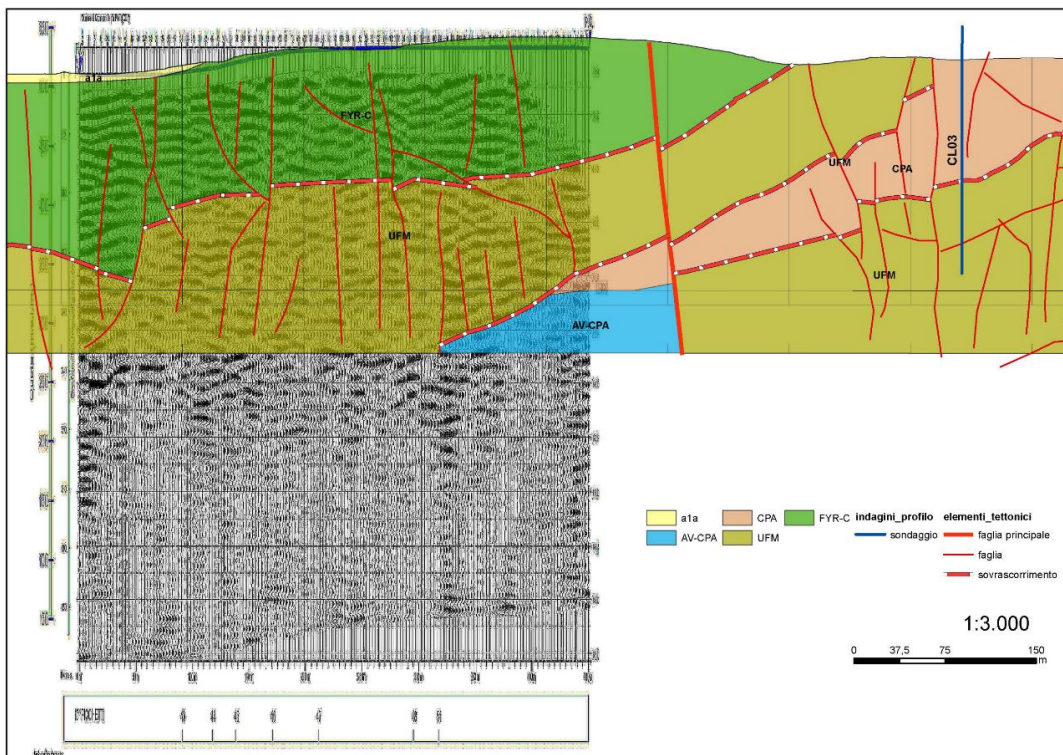
Il secondo settore della galleria si sviluppa dalla pk GD22 al pk GD69 ed è caratterizzato da una struttura più semplice rispetto al primo tratto della galleria, che vede l'accavallamento tettonico dell'unità calcarea del FYRC sulla successione arenaceo-pelitica dell'unità UFM (figura 40).

L'unità calcarea si sviluppa sempre a tetto della galleria e si presenta fratturata, anche grazie a vari sistemi di faglie facenti riferimento alle faglie principali F2 (giacitura N125°S65°) e F3 (giacitura N100°SSW80°). Questi elementi strutturali ad alto angolo interrompono la continuità fisica del piano di sovrascorrimento, dislocandolo in più punti con rigetti dell'ordine di alcune decine di metri. Tale sovrascorrimento si mantiene generalmente varie decine di metri sopra la quota della galleria, ma per effetto delle faglie normali interseca la galleria all'altezza delle progressive GD48-51 con il piano S2, avente giacitura media N160°SW15°. Per la presenza di questi elementi strutturali (S2 e F3) molto vicini i terreni risulteranno molto fratturati e la TBM durante la fase di scavo incontrerà repentine variazioni litologiche, tra i calcari del FYR e le arenarie ed argille di UFM. Nel settore più prossimo alla faglia F3, potrebbero essere intercettare falde acquifere di scarsa portata.

Il sondaggio CL-02 attraversa a c.c. l'unità UFM per circa 40 m di spessore alle quote della galleria in corrispondenza delle progressive GD19-20. Si è riconosciuta una successione argilloso-marnoso-arenacea ben stratificata e da poco fratturata a fratturata. Essa è costituita da una fitta alternanza di marne argillose di colore grigio scuro con livelli







*Figura 42: Profilo sismico SL5 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica*

#### 9.4 TRATTO C - GD69 – GD116

Il terzo settore della galleria si sviluppa dalla pk GD69 al pk GD116, tra gli elementi tettonici S3 e F5, ed è caratterizzato da una struttura antiforale molto complessa, che oltre l'accavallamento tettonico dell'unità calcarea del FYRC sulla successione arenaceo-pelitica dell'unità UFM, comprende l'accavallamento tettonico dell'unità UFM sulla successione CPA/AV-CPA ed il raddoppio tettonico di quest'ultima sull'unità UFM. Nel segmento centrale della struttura antiforale, l'erosione ha completamente obliterato per un breve tratto la presenza nella copertura della galleria dei calcari della formazione del Flysch Rosso.

Tra le progressive GD69 e GD73, la galleria potrebbe attraversare successioni pelitiche e calcareo-pelitiche deformate delle unità CPA e AV-CPA poste a letto del sovrascorrimento S3 e limitate dalla faglia ad alto angolo F3 (giacitura N100°SSW80°).

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

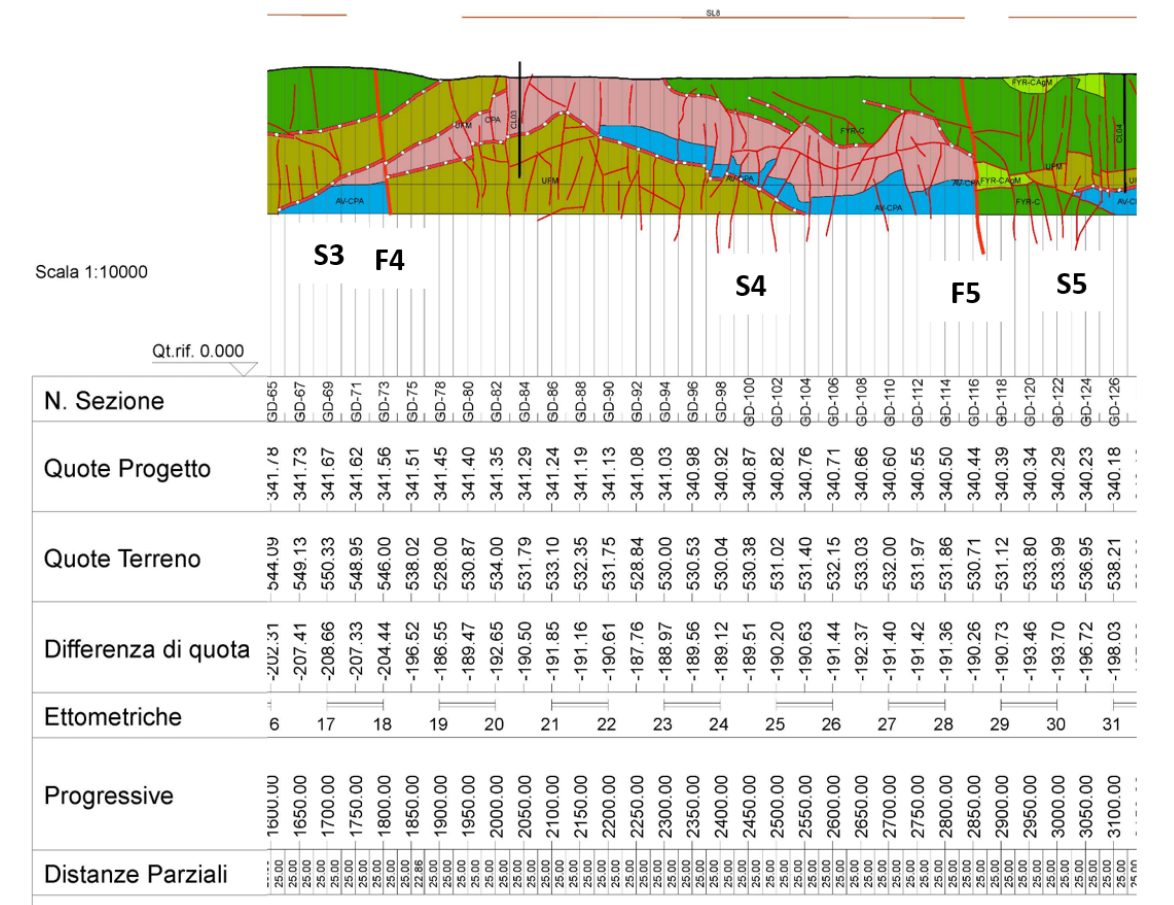


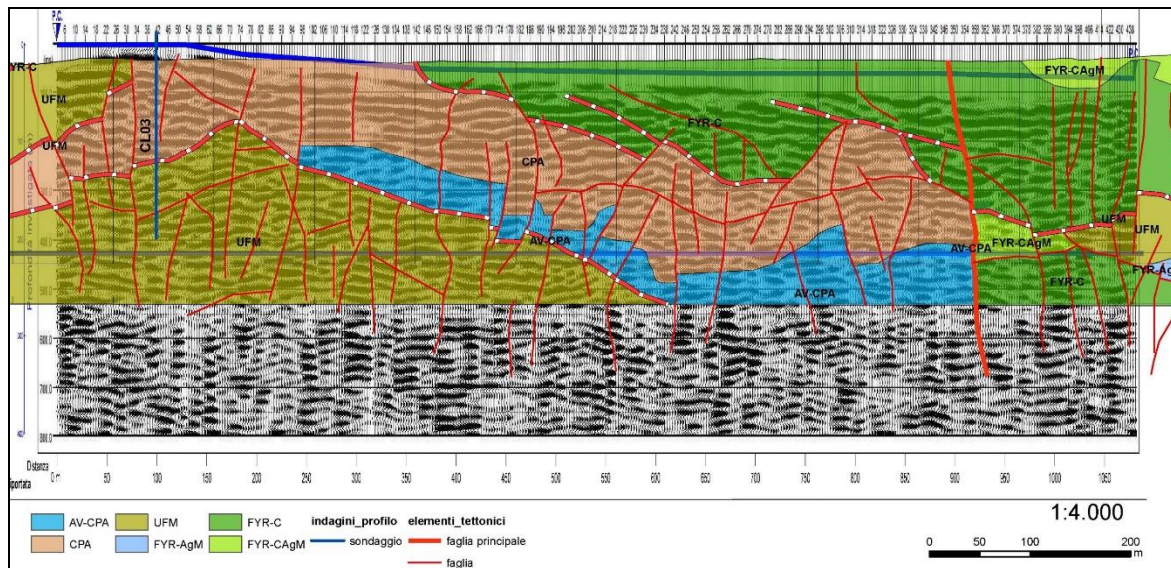
Figura 43: Sezione geologica relativa al Tratto C della galleria (progressive GD69-GD116)

Tra le progressive GD73 e GD100, la galleria potrebbe attraversare le successioni arenaceo-pelitiche con spessori fino a circa 150 m dell'unità UFM, poste a letto del sovrascorrimento che interseca la galleria in corrispondenza della progressiva GD100 con il piano S4 avente giacitura locale N40°SE30°. Il sondaggio CL-03 attraversa a c.c. l'unità UFM per circa 40 m di spessore in prossimità della galleria in corrispondenza delle progressive GD84. Si è riconosciuta una successione argilloso-marnoso-arenaceo, costituita da una fitta alternanza di marne argillose di colore generalmente grigio scuro con livelli di marne calcaree di colore grigio chiaro di spessore centimetrico. Sono presenti numerose intercalazioni di arenarie a grana fine con spessore decimetrico e livelli di arenarie a grana fine ben cementata.

Tra le progressive GD100 e GD116, la galleria potrebbe attraversare successioni pelitiche e calcareo-pelitiche deformate delle unità CPA e AV-CPA, poste a tetto del sovrascorrimento che interseca la galleria in corrispondenza della progressiva GD100 con il piano S4.

La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione del profilo sismico a riflessione SL8 (da GD80 a GD116). Il tratto C termina in corrispondenza della faglia F5 (figure 43-44). Quest'ultimo elemento strutturale, unitamente alla faglia diretta F4, ha determinato la risalita del tetto delle Argille Varicolori, che in altri settori della galleria è posto a profondità maggiori. In

corrispondenza dell'attraversamento dei settori interessati dalle due faglie per tratti di alcune decine di metri, si ritiene probabile la presenza di gas.



*Figura 44: Profilo sismico SL8 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica*

## 9.5 TRATTO D - GD116 – GD132

Il quarto settore della galleria si sviluppa dalla pk GD116 al pk GD132, tra gli elementi tettonici F5 e F6, ed è caratterizzato da una struttura molto complessa, che comprende, oltre l'accavallamento tettonico dell'unità FYR sulla successione arenaceo-pelitica dell'unità UFM, l'accavallamento tettonico dell'unità UFM sulla successione delle AV-CPA, indicato con la sigla S5.

Tra le progressive GD116 e GD122 si rinvencono le successioni calcareo-pelitiche di FYRCagM e le successioni calcaree di FYRC, attraversate da numerosi sistemi di faglie ad alto angolo, e messe a contatto sia con le Argille Varicolori che con la formazione UFM.

Tra le progressive GD122 e GD132 si rinvencono le successioni arenaceo-pelitiche dell'unità UFM, che sono accavallate tettonicamente sulla successione delle Argille Varicolori AV-CPA mediante il sovrascorrimento S5, che presenta una giacitura media pari a N45°SE10°. Il contatto tra UFM e AV-CPA è attraversato dal sondaggio CL-04. In esso l'Unità UFM è costituita da una successione argilloso-marnoso-arenacea, formata da una alternanza di marne argillose di colore generalmente grigio scuro con sottili livelli di marne calcaree di colore grigio chiaro e numerose intercalazioni decimetriche di arenaria a grana medio-fine di colore grigio chiaro, ben cementata e con matrice calcarea. Localmente sono presenti livelli di arenarie ben cementate a grana medio-grossa con fiocchi argillosi di colore grigio-verdastro (clay chips). Alle profondità della galleria il sondaggio incontra con passaggio netto un'unità completamente diversa, formata da argilliti scagliose e marne argillose di vario colore (rosso, grigio, verde) con intercalazioni centimetriche di marne calcaree e calcareniti, riferibili ad AV-CPA. Questa struttura viene limitata lateralmente dalla faglia principale F6, che presenta una giacitura pari a



N70°NNW60° (figura 45). La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione della prima parte del profilo sismico a riflessione SL9. Il tratto D termina in corrispondenza della faglia F6.

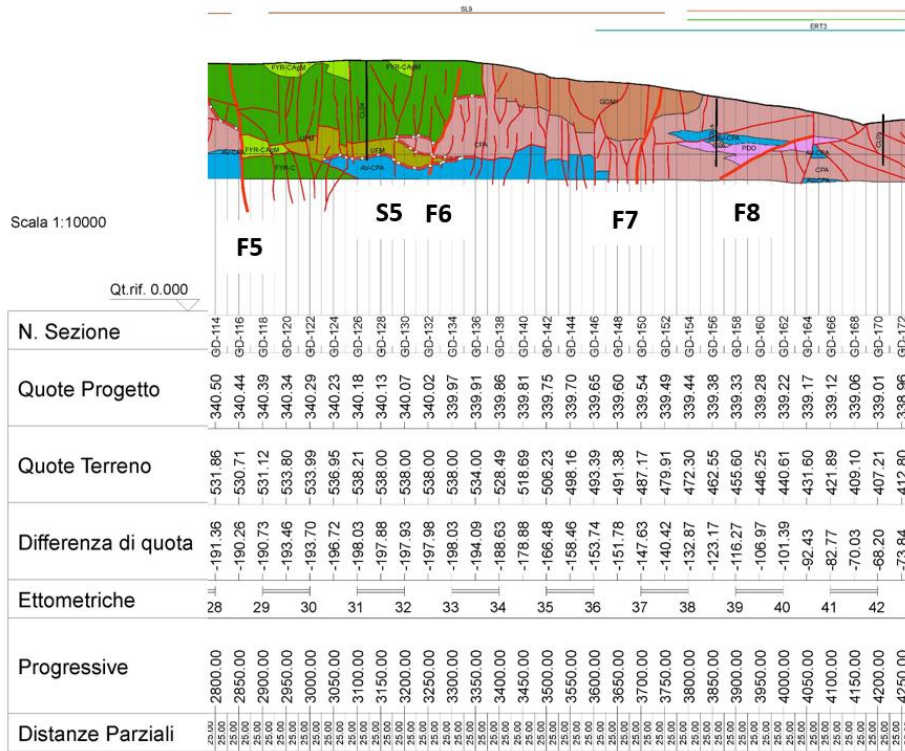


Figura. 45: Sezione geologica relativa al Tratto D (progressive GD116-GD132) e al Tratto E (progressive GD132 GD160) della galleria

## 9.6 TRATTO E - GD132 – GD160

Questo settore centrale è interessato da numerosi sistemi di faglie sia ad alto angolo (F6 e F7) che a basso angolo (F8), che dislocano di varie decine di metri le formazioni di Corleto Perticara (CPA) e delle Argille Varicolori (AV-CPA). Tra la progressiva GD132 e GD150, tra le faglie principali F6 (giacitura N70°NNW60°) e F7 (giacitura N135°NE65°), si alternano alle profondità della galleria sia successioni prevalentemente argillitiche che successioni calcareo-marnose molto fratturate e deformate. Tra la progressiva GD150 e GD160, tra le faglie principali F7 e F8 (giacitura N50°NW40°), sono presenti le successioni calcareo-marnose della CPA passanti lateralmente a successioni arenacee della Formazione Paola Doce (PDO). Sulle successioni della CPA poggiano in discordanza le successioni prevalentemente arenacee di GGM1. A causa della presenza delle numerose discontinuità tettoniche, i terreni si presenteranno da fratturati o molto fratturati. In particolare, lungo i tratti GD 120 -GD146 potrebbe verificarsi la presenza di gas, che tenuto conto della presenza delle Argille Varicolori potrebbero essere anche importanti.

Il passaggio stratigrafico tra l'unità AV-CPA e l'unità PDO è stato attraversato dal sondaggio a S3bis. L'unità calcareo-marnosa è costituita da calcari, calcari marnosi e breccie calcaree di colore da bianco a grigio, e da calcari e calcari marnosi di colore grigio chiaro, molto fratturati con fratture riempite da vene di calcite spatica, alternati ad argille

ed argille siltose di colore variabile da grigio scuro ad avana con sfumature rosse e violacee, con livelli da centimetrici a decimetrici di calcilutiti bianche e calcari marnosi. La presenza di livelli di siltiti a grana fine prevalentemente micacee (tufiti), tra -105,80 m e 108,60 m di profondità, indica il passaggio all'unità PDO. Verso il basso si passa quindi ad argille marnose a struttura scagliosa, molto consistenti, di colore variabile da grigio scuro avana con sfumature rosse e violacee, e ad alternanza di strati di argilliti e calcari a grana fine, calcareniti, calcilutiti e marne argillose di vario colore, appartenenti alle AV-CPA. La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione della seconda parte del profilo sismico a riflessione SL9 e della prima parte della prova geoelettrico ERT3 (figura 46). Il tratto E termina in corrispondenza della faglia F8.

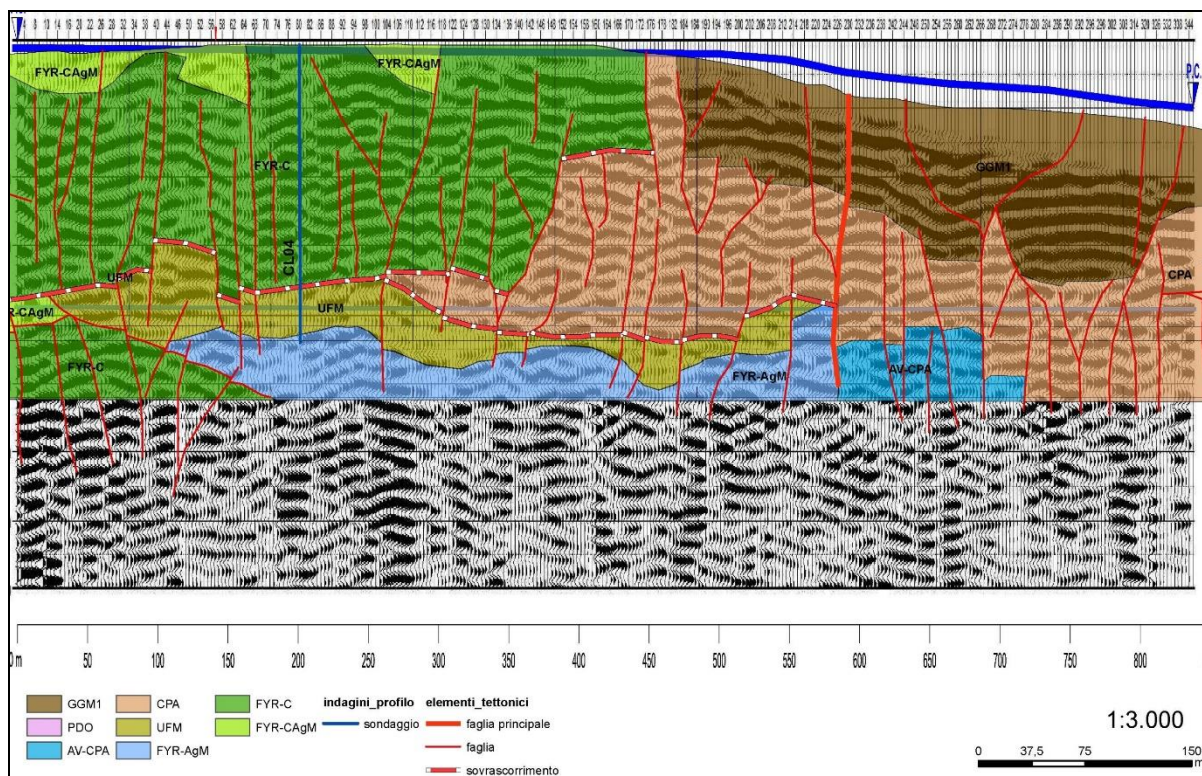


Figura. 46: Profilo sismico SL9 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica

## 9.7 TRATTO F - GD160 – GD206

Il tratto tra le progressive GD160 e GD206 è compreso tra due faglie principali a basso angolo con immersione opposta. Infatti, la faglia F8 ha una giacitura N50°NW40°, mentre la faglia F9 ha una giacitura N140°SW50°. I numerosi sistemi di faglie a basso e ad alto angolo compresi tra questi due elementi principali dislocano in più punti una sequenza abbastanza omogenea costituita dalle successioni prevalentemente argillitiche delle Argille Varicolori (AV-CPA) e le successioni calcareo-marnose della formazione di Corleto Perticara (CPA). Queste sequenze sono attraversate dai due sondaggi CL-05 e S3.

Il sondaggio CL-05 attraversa la formazione CPA, costituita da una successione calcareo-marnoso-argillosa, formata da calcari marnosi di colore avana da poco a molto fratturato, calcari, calcari marnosi e brecce calcaree di colore da bianco a grigio, calcari e

calcari marnosi di colore grigio chiaro, molto fratturati con fratture riempite da vene di calcite spatica, alternati ad argille ed argille siltose di colore variabile da grigio scuro ad avana con sfumature rosse e violacee. Sono intercalate argille marnose di colore grigio, grigio scuro grigio verdastro e verde chiaro, a struttura scagliosa alternate a strati di marna e calcare marnoso grigiastro e/o verdolino in strati da fini a medio spessi. Verso il basso prevalgono argille marnose variegata, marne argillose grigio- grigio scuro a struttura da compatta a laminata e rari strati di calcare marnoso grigi chiaro.

Il sondaggio S3 attraversa il passaggio stratigrafico tra CPA e AV-CPA. La formazione CPA è costituita da calcare marnoso alternato a livelli di argilla con limo più o meno marnosa, marne scagliose con venature di calcite spatica, strati decimetrici di calcari, calcari marnosi e brecce calcaree di colore da bianco a grigio, e calcari, calcari marnosi di colore grigio chiaro, molto fratturati con fratture riempite da vene di calcite spatica, alternati ad argille ed argille siltose di colore variabile da grigio scuro ad avana con sfumature rosse e violacee. La formazione AV-CPA è costituita da argille marnose a struttura scagliosa, molto consistenti, di colore variabile da grigio scuro avana con sfumature rosse e violacee, con alternanze di strati di argilliti e calcari a grana fine, calcareniti e calcilutiti, marne argillose di vario colore sottilmente scagliettate (figure 47-48).

In corrispondenza delle progressive GD 182-184 è previsto l'innesto nella galleria principale di una galleria ausiliaria (discenderia), che percorre un tratto ortogonale all'asse della galleria principale lungo circa 290. Lo scavo della galleria partirà dalla q. 371 m s.l.m. per raggiungere la galleria principale intorno alla q. 338 m s.l.m., secondo un percorso inclinato. L'area scelta per la realizzazione dell'opera è posta poco a sud di un torrente affluente in sinistra orografica del Lenta, posto nel settore ad est di località Colle Marino. Il torrente è sovrainposto su una importante faglia trascorrente con direzione prevalente NE-SO che interessa prevalentemente i calcari e le marne della formazione della Corleto Perticara (CPA), che forma il substrato su cui poggia in discordanza una successione di depositi sabbioso-limoso-argillosi del sistema di Colle Marino (OEM) e lembi argilloso-arenacei della formazione di S. Giorgio (GGM).

La formazione di Corleto Perticara (CPA) è costituita da calcilutiti bianche e giallognole, a frattura concoide e/o prismatica, laminate, in strati medi e spessi, e da marne calcaree di colore grigio e verde chiaro in strati sottili e medi, interessate da clivaggio di fratturazione; sono presenti con intercalazioni di argille ed argille marnose laminate di colore verde, grigio- scuro e marrone, e marne silicizzate a frattura prismatica

Il sistema Colle Marino (OEM) è formato da conglomerati poligenici, cementati, eterometrici, costituiti da clasti poligenici e da paraconglomerati poligenici giallastri a ciottoli arrotondati, con matrice sabbiosa e cemento calcareo con intercalazioni di lenti sabbiose e sabbioso-argillose. Lo spessore della formazione nella zona non supera i 50 m.

La formazione di S. Giorgio (GGM) è rappresentata solo lembi del membro arenaceo- calcareo- marnoso costituito da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzose a grana medio-fine in strati medi e sottili, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche, calcari marnosi, marne argillose e marne, e subordinati micro conglomerati granulari in strati e banchi amalgamati. Lo spessore della formazione nella zona non supera alcune decine di metri.



Dall'analisi dei dati disponibili, per i primi 25 m la galleria attraversa i terreni sabbioso-limoso ed argillosi del sintema di Colle Matino; intorno ad una profondità di circa 30m dal p.c. lo scavo interesserà le marne ed i calcari della formazione di CPA, per poi attraversare in corrispondenza della quota della galleria di derivazione e le argille varicolori della formazione AV-CPA (figure 49-50).

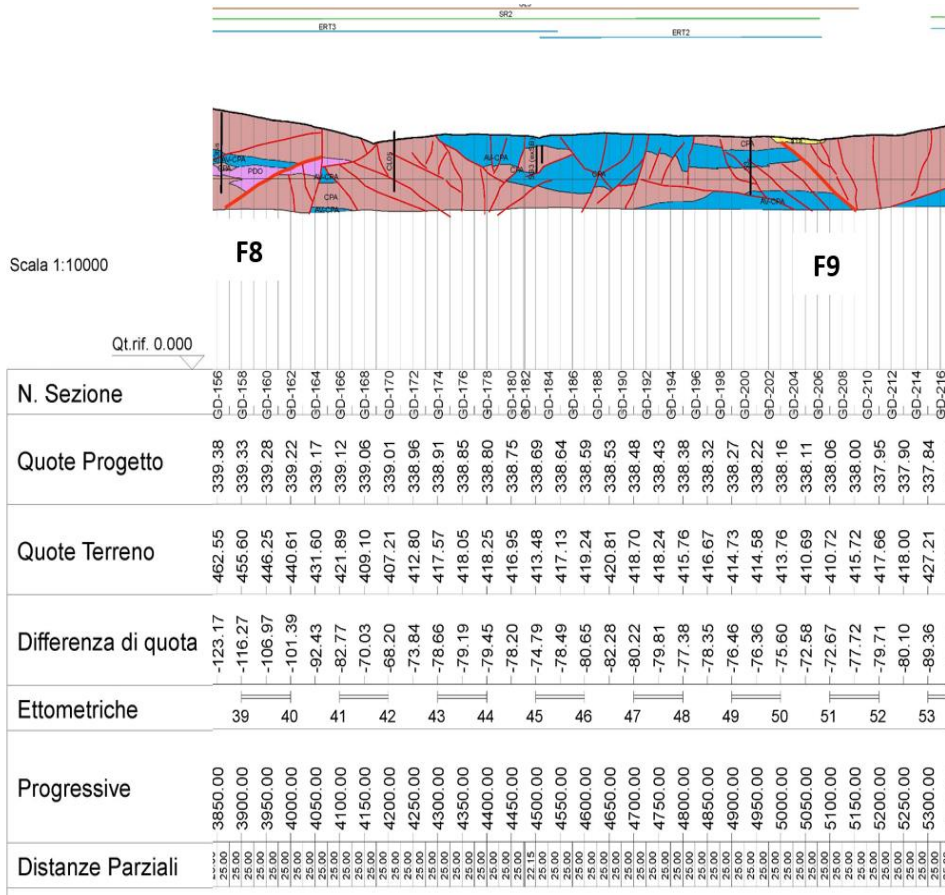


Figura. 47: Sezione geologica relativa alla seconda parte del Tratto F della galleria (progressive GD160 – GD206)

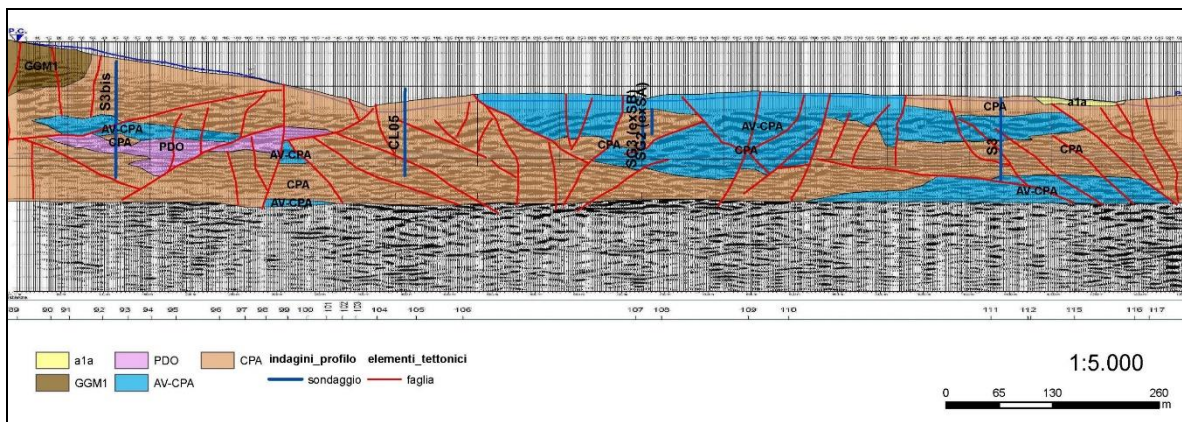


Figura. 48: Profilo sismico SL3 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica



La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione del profilo sismico a riflessione SL3 e delle prove geoelettriche ERT 2 e ERT3. Il tratto F termina in corrispondenza della faglia F9. La presenza di quest'ultimo elemento strutturale potrebbe favorire la risalita di gas, anche se probabilmente è collegato a sacche di limitata estensione.

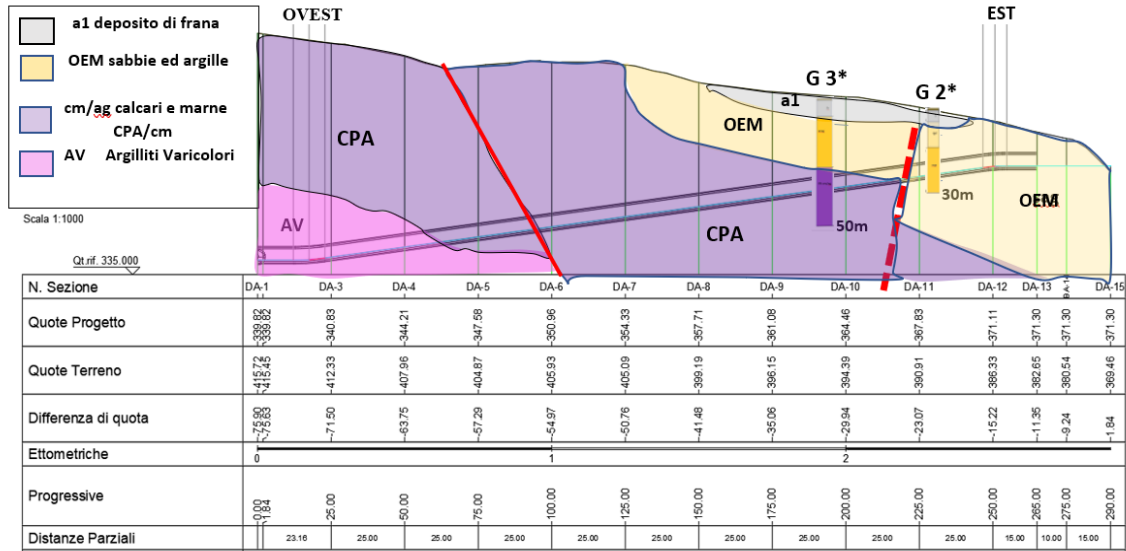


Figura. 49: Sezione geologica relativa alla galleria ausiliaria (discenderia)

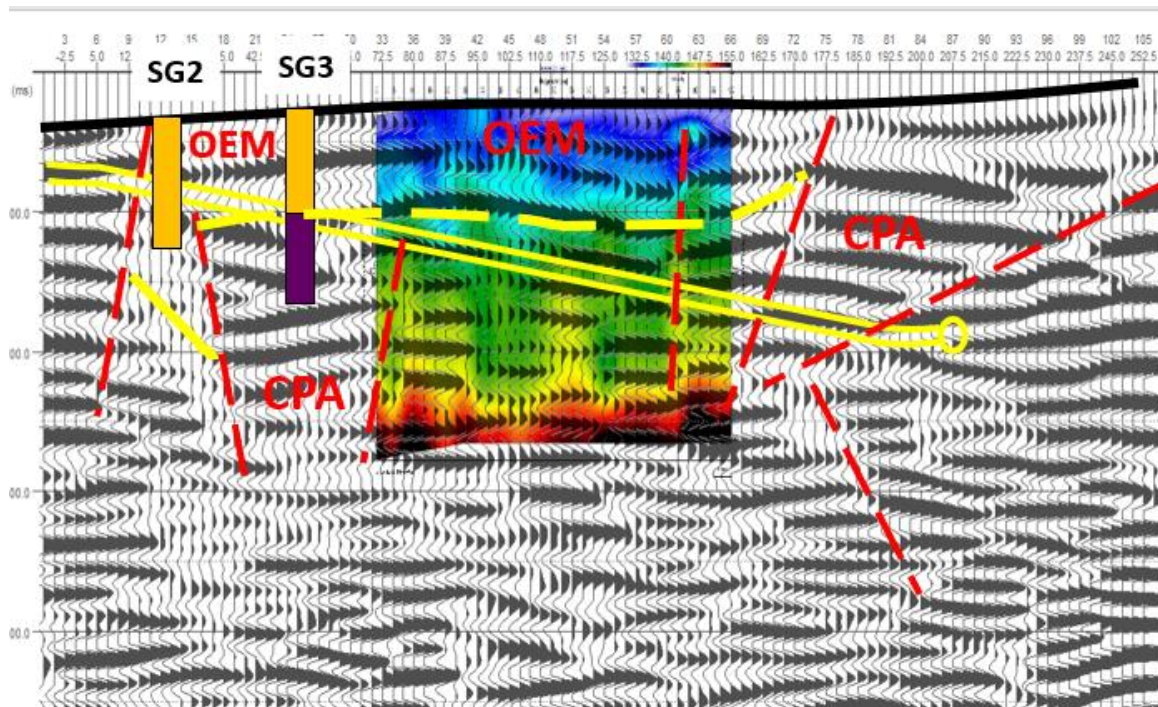


Figura. 50: Profilo sismico SL7 interpretato

## 9.8 TRATTO G - GD206 – GD237

Il Tratto G della galleria è compreso tra le progressive GD206 e GD237, corrispondenti agli elementi tettonici F9 e S6.

Dalla progressiva GD206 alla progressiva GD225 alcuni sistemi di faglie a basso e ad alto angolo dislocano in più punti una sequenza abbastanza omogenea costituita dalle successioni calcareo-marnose dalla formazione di Corleto Peticara (CPA) e le successioni prevalentemente argillitiche delle Argille Varicolori (AV-CPA).

Dalla progressiva GD225 alla progressiva GD230, dove è presente la faglia principale F10, avente giacitura N145°SW60°, è stato individuato un corpo arenaceo spesso almeno un centinaio di metri, sormontato tettonicamente dall'unità FYRCaGM. Il corpo arenaceo è attraversato dal sondaggio CL-06, che attraversa circa 40 m a c.c. di una successione argilloso-marnoso-arenacea, costituita da una alternanza di arenarie a grana medio-fine di colore grigio chiaro a cemento calcareo, arenarie a grana media e medio-grossa con presenza di clay chips, marne argillose di colore generalmente grigio scuro con livelli di marne calcaree di colore grigio chiaro e spessore centimetrico, strati spessi di argilliti verdognole, marne argillose compatte e marne siltose con sottile stratificazione, marne argillose grigio-verdognole scagliose. Le arenarie presentano di fratture ad inclinazione variabili da sub-orizzontali ad oblique con piani-lisci prevalentemente di tipo meccanico, e giunti di strato scabri. Questa unità arenacea è stata attribuita alla Formazione Paola Doce (PDA), che include livelli arenitici tufitici. Oltre la faglia F10 sono nuovamente presenti i depositi calcareo-marnosi dalla formazione di Corleto Peticara (CPA) (figure 51-52).

La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione del profilo sismico a riflessione SL6 e della prova geoelettrica ERT1. Il tratto F termina in corrispondenza del sovrascorrimento S6, avente giacitura media N140°SW50°, che comporta l'accavallamento dell'unità FYR sulla successione descritta.

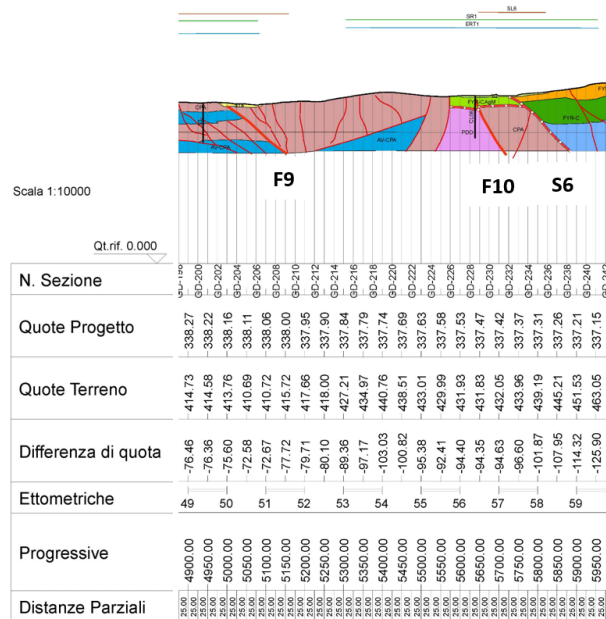


Figura. 51: Sezione geologica relativa al Tratto G della galleria (progressive GD206 – GD237)

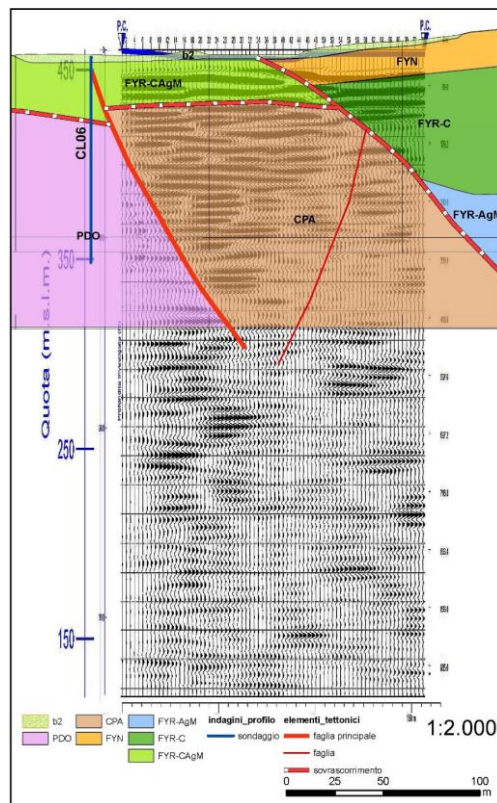


Figura. 52: Profilo sismico SL6 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica

## 9.9 TRATTO H - GD237 – GD293

A sud dell'elemento strutturale S6 si osserva una completa variazione delle successioni stratigrafiche, in quanto le successioni prevalentemente pelitiche e calcareo marnose di CPA e AV-CPA, lasciano il posto a successioni calcaree, calcareo-pelitiche e pelitiche dei vari membri della formazione FYR.

Un primo tratto compreso tra le progressive GD237 e GD 250 prevede l'attraversamento delle successioni prevalentemente argillose del Flysch Rosso. Situazione diversa invece si presenta lungo il tratto compreso tra le progressive GD 250 e GD 268, caratterizzato dalla diffusa presenza delle successioni calcaree del Flysch Rosso che dislocato da vari sistemi di faglie ad alto angolo. In questo settore a tetto del FYR affiorano le successioni del Flysch Numidico. Tra le progressive GD268 e GD276, sono nuovamente previste le successioni prevalentemente argillose del Flysch Rosso fino all'elemento strutturale F11, avente giacitura N120°SW55°, che ribassa a tetto le successioni calcaree di oltre 20 m, facendole attraversare fino alla progressiva GD278. In corrispondenza di questa struttura è presente il sondaggio CL-07, che a partire dai 75 m di profondità è stato scavato a c.c. Si riconosce inizialmente una successione calcareo-marnosa, costituita da calcareniti avana e biancastre a grana media e medio-fine con lamine di calcite secondaria, di argille limose o limoso-sabbiose di colore bruno, avana e oca, e di argilliti verdine con strie di frizione. La roccia calcarea si presenta intensamente fratturata. Verso il basso, oltre i 105 m di profondità è presente una successione argilloso-marnosa, costituita da argille marnose e marne argillose laminate, intercalate a livelli cm-



**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

dm litoidi costituiti prevalentemente da marne siltose marroni e /o verdognole, marne calcaree grigiastre e calcareniti avana chiaro.

Tra la progressiva GD278 e la GD293, dove è presente l'elemento tettonico F12, avente giacitura subverticale N160°WSW80°, sono presenti successioni prevalentemente argillose e calcareo pelitiche del FYR, dislocate da alcuni sistemi di faglie.

La geometria della stratificazione e delle strutture tettoniche è stata individuata grazie all'interpretazione dei profili sismici a riflessione SL1 e SL2. Il tratto H termina in corrispondenza della faglia F12.(figure 53-54-55)

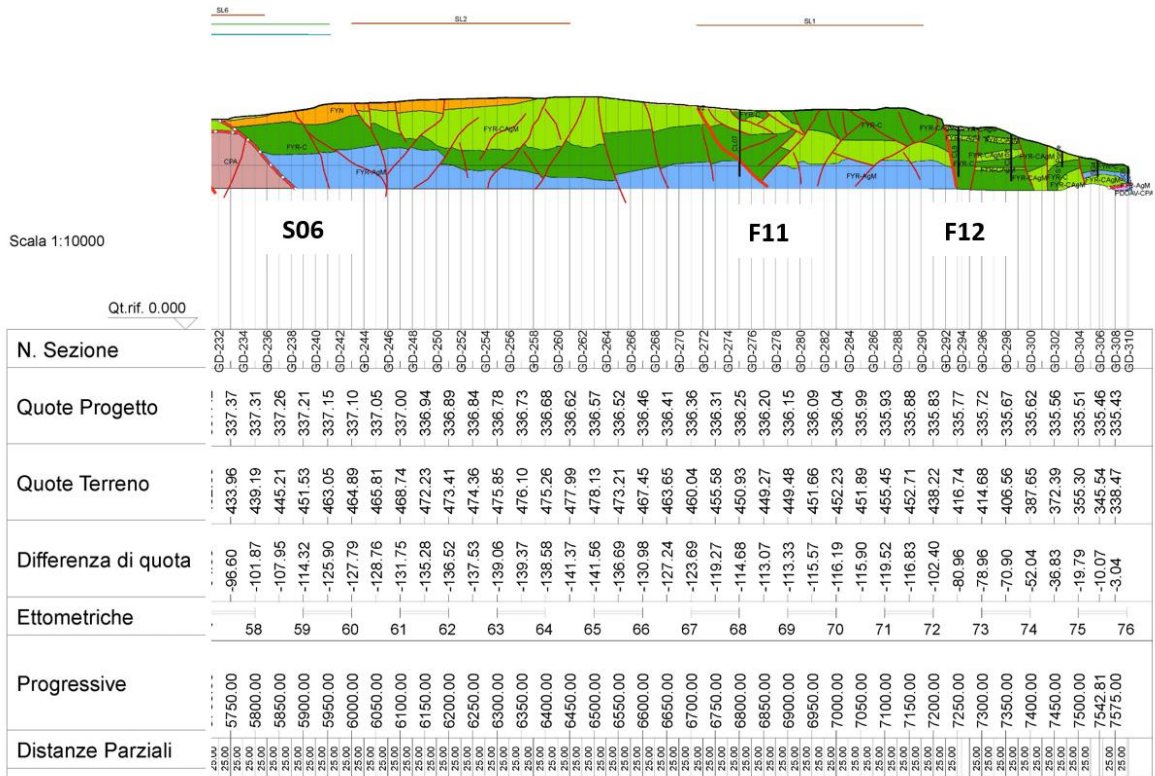
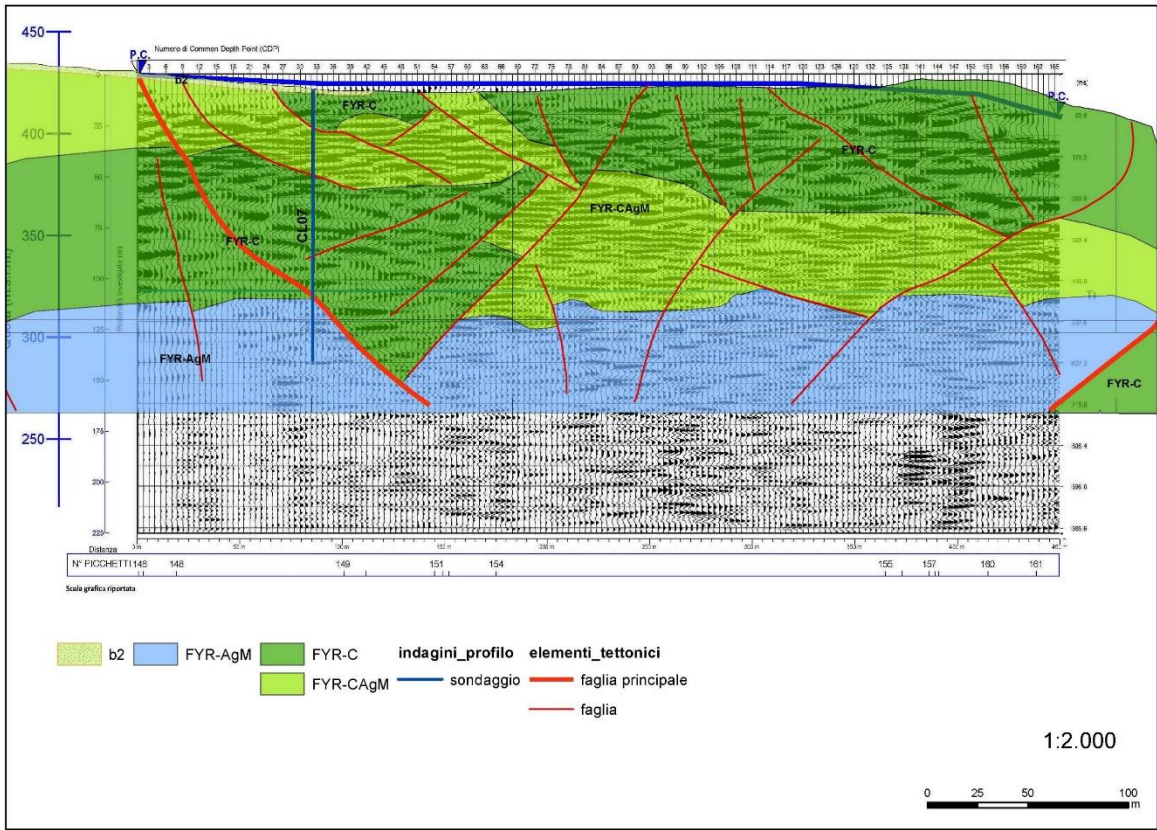
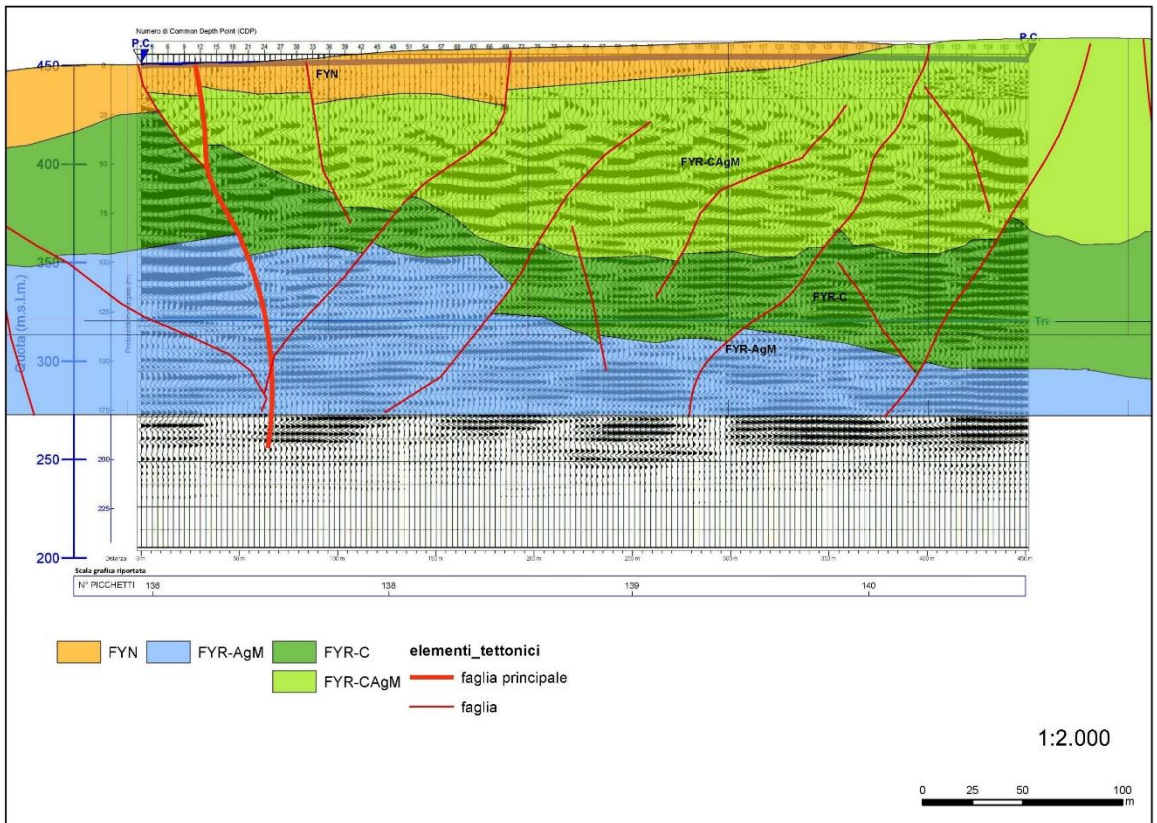


Fig. 53: Sezione geologica relativa al Tratto H (progressive GD237 – GD293) ed al Tratto I (progressive GD293 – GD310) della galleria

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**



*Figura 54: Profilo sismico SL1 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica*



*Figura 55: Profilo sismico SL2 in scala 1:1 con l'interpretazione geologica*

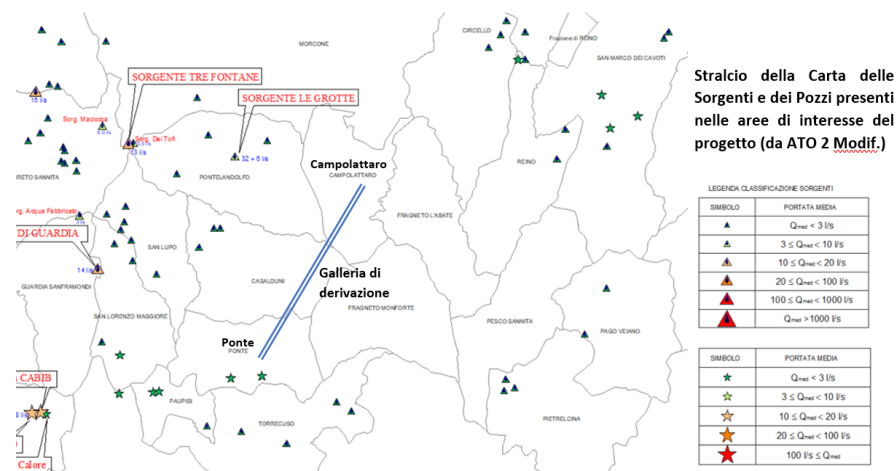




strati di dimensioni medie, con stratificazione irregolare. La successione del FYR è attraversata da vari sondaggi CL-09, CL-08, S1, SG4 e SG5.

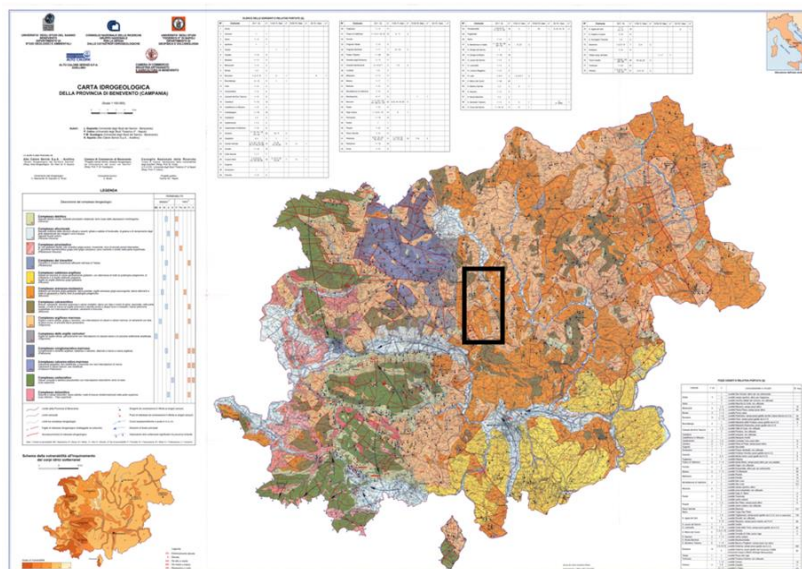
### 9.11 MODELLO IDROGEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Preliminarmente sono stati eseguiti numerosi rilievi di campo per ricostruite attraverso il censimento di pozzi e sorgenti eventuali collegamenti con strutture idrogeologiche profonde distribuite in aree limitrofe alla galleria di derivazione. Dal suddetto censimento è emersa la completa l'assenza di importanti sorgenti e pozzi profondi, a conferma di quanto già segnala la cartografia Ufficiale dell'ATO Alto Calore di seguito riportata (cfr tav.1).



TAV1. Stralcio della Carta schematica delle sorgenti e pozzi dell'ATO Alto Calore dalla quale si evince che l'area di interesse della Galleria di derivazione è priva di sorgenti e pozzi importanti

La Carta idrogeologica della Provincia di Benevento (Esposito et al., 2003) rappresentata in figura 57, segnala nell'area di influenza della galleria n.6 sorgenti con portate inferiori a 1 l/s



Nella figura 57 si riporta lo stralcio della carta idrogeologica con la posizione delle 6 sorgenti rispetto al tracciato della galleria.



Figura 53 Stralcio della Carta idrogeologica della Provincia di Benevento (Esposito et al. 2005)  
 In cui sono segnalati 6 punti d'acqua con portate inferiori a 1 l/s nell'area d'interesse del tracciato della Galleria (tratteggio in blu)

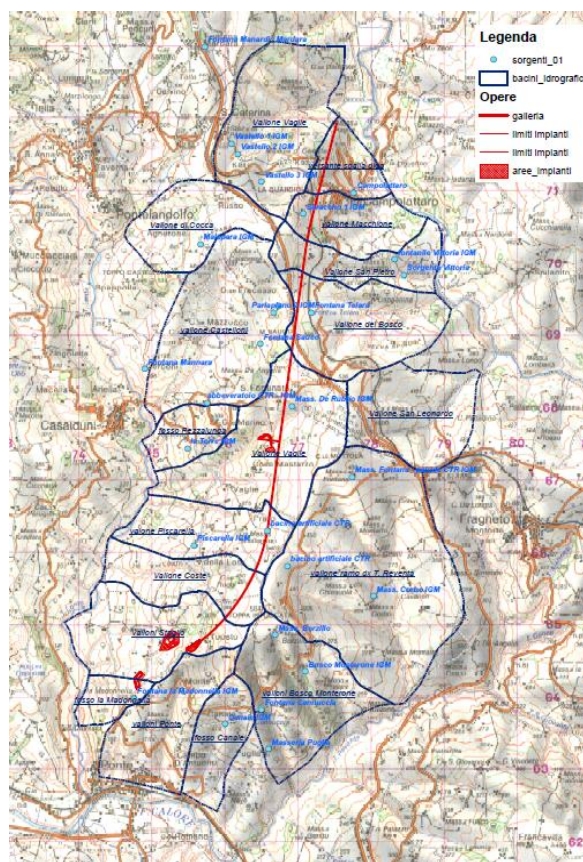
A seguito di un rilievo dettagliato condotto nell'area d'influenza della galleria sono stati censiti n. sorgenti indicati nella tabella

nome	portata	quota (m s.l.m.)	pk_ref galleria	distanza galleria (m)	bacino
Fontana Manardi / Mardara	fino a 1 l/s	543	aree esterne	2090	esterna
Vastello 2 (IGM)	n.v.	495	575.000 GD-24	1193	Vallone Vaglie
Vastello 1 (IGM)	n.v.	513	675.000 GD-28	1313	Vallone Vaglie
Campolattaro	fino a 1 l/s	430	900.000 GD-37	435	versante spalla diga
Vastello 3 (IGM)	n.v.	527	1000.000 GD-41	784	Vallone Vaglie
Saraceno 1 (IGM)	n.v.	541	1325.000 GD-64	121	vallone Macchione
fontanile Vittoria (IGM)	n.v.	413	1725.000 GD-70	1192	Vallone San Pietro
Malepara (IGM)	n.v.	519	1900.000 GD-78	1428	Vallone di Cocca
Sorgente Vittoria	fino a 1 l/s	386	1975.000 GD-81	1345	Vallone San Pietro
Parlapiano 1 (IGM)	n.v.	516	2625.000 GD-107	253	vallone Castelloni
Fontana Telara	fino a 1 l/s	515	2650.000 GD-108	158	Vallone del Bosco

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Parlapiano 2 (IGM)	n.v.	509	2725.000 GD-111	312	vallone Castelloni
Fontana Sauco	fino a 1 l/s	471	3175.000 GD-129	434	vallone Castelloni
Fontana Mannara	fino a 1 l/s	364	aree esterne	1952	esterna
Mass. De Rubbo (IGM)	n.v.	437	3975.000 GD-161	68	Vallone Vaglie
abbeveratoio (CTR/IGM)	n.v.	367	4025.000 GD-163	1044	vallone Castelloni
la Torre (IGM)	n.v.	290	4725.000 GD-129	1227	fosso Pezzalunga
Mass. Fontana - palude (CTR/IGM)	n.v.	472	4850.000 GD-197	1012	vallone ramo dx T. Reventa
bacino artificiale (CTR)	n.v.	433	5725.000 GD-232	0	valone Piscarella
bacino artificiale (CTR)	n.v.	461	6100.000 GD-247	353	vallone ramo dx T. Reventa
Mass. Corbo (IGM)	n.v.	297	6150.000 GD-249	1600	vallone ramo dx T. Reventa
Piscarella (IGM)	n.v.	327	6325.000 GD-256	898	vallone Piscarella
Mass. Borzillo	fino a 1 l/s	464	6825.000 GD-276	646	valloni Bosco Monterone
Bosco Monterone (IGM)	n.v.	364	6975.000 GD-282	1283	valloni Bosco Monterone
Canale (IGM)	n.v.	265	aree esterne	1141	fosso Canale
Fontana Cannuccia	fino a 1 l/s	315	aree esterne	1223	valloni Bosco Monterone
Masseria Puglia	fino a 1 l/s	222	aree esterne	1718	valloni Bosco Monterone
Fontana la Madonnella (IGM)	n.v.	237	area impianti	1139	fosso la Madonnella

*Tab. 18 Elenco delle sorgenti presenti nei bacini di interesse della galleria*



*Fig 54 ubicazione delle sorgenti rilevate nell'area d'interesse della Galleria*



Il rilievo di campo ha evidenziato, inoltre, la presenza di numerosi pozzi (circa 70) di piccolo diametro distribuiti per i vari fondi, approfonditi nei terreni alterati di superficie fino a 3m-5m che raccolgono le acque superficiali e utilizzati dai contadini come riserva per l'irrigazione nei mesi estivi. Si tratta di una falda discontinua che risulta contenuta nei primi metri dei terreni di alterazione, sostenuta da un substrato quasi completamente impermeabile. Si tratta dei termini argillosi, calcareo marnosi ed arenacei della F. Rosso e della Corleto Perticara che presentano una notevole complessità geologica e idrogeologica, strettamente connessa alla presenza di successioni sedimentarie con differenti caratteri di permeabilità e di numerose strutture tettoniche (Pescatore et al 2011).

Il settore in studio presenta infatti un motivo idrogeologico tipico dell'Appennino meridionale, quale la giustapposizione laterale e verticale di unità calcareo-marnose e arenaceo-conglomeratiche anche di elevata permeabilità con successioni sedimentarie a scarsa permeabilità (Celico et al. 2007).

All'interno dei termini lapidei e pseudo-lapidei, le variazioni della circolazione idrica sotterranea sono condizionate dagli elementi strutturali e/o dalla presenza di intercalazioni pelitiche, che ostacolano il libero deflusso delle acque perché caratterizzate da valori molto bassi della permeabilità. Inoltre, nei settori dove le unità del substrato sono in contatto laterale con i depositi continentali quaternari sono possibili travasi idrici sotterranei verso il fondovalle, con conseguente alimentazione dei corpi idrici superficiali (Celico et al. 2007).

Le analisi idrogeologiche svolte si sono basate in particolare sui dati geologico strutturali raccolti durante la fase di studio senza però trascurare informazioni idrogeologiche presenti nella letteratura scientifica riguardante l'area. Il modello idrogeologico è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione.

Di seguito si riporta una sintesi delle prove condotte nei fori di sondaggio ricadenti all'interno dell'area di studio, con indicazione dei valori di permeabilità delle unità litologiche attraversate (tab 19)

Sondaggio	Tipologia Prova	Profondità	Permeabilità K medio [m/s]	Formazione di riferimento
CL 1	Lugeon	50,00m-53,00m	1,103E-07	UFM
CL 1	Lugeon	67,00m-70,00m	2,757E-08	UFM
CL 2	Lugeon	137,00m-140,00m	8,657E-08	UFM
CL 2	Lugeon	152,00m-155,00m	7,279E-08	UFM
CL 3	Lugeon	188,00m-191,00m	1,029E-07	UFM
CL 3	Lugeon	202,00m-205,00m	2,117E-08	UFM
CL 4	Lugeon	193,00m-196,00m	1,243E-07	UFM
CL 4	Lugeon	202,00m-205,00m	2,606E-08	FYRagM
CL 5	Lugeon	89,40m—92,70m	4,0E-08	CPA
CL 5	Lugeon	100,2m – 103,15m	1,0E-07	AV/CPA

CL 6	Lugeon	90,40m- 93,40m	1,0E-08	TUT
CL 6	Lugeon	107,00m-110,00m	1,0E-08	TUT
CL 7	Lugeon	96,50m -98,50m	1,44E-05	FYRc
CL 7	Lugeon	112,00m- 115,00m	1,0E-07	FYRc
CL 7	Lugeon	127,00m-130,00m	2,0E-08	FYRcagM
CL 8	Lugeon	72,0m-73,10m	>7,87E-05	FYRc
CL 8	Lugeon	76,50m-79,10m	2,0E-08	FYRc
CL 8	Lugeon	90,00m-95,80m	2,50E-09	FYRc

*Tabella 19: Sintesi delle permeabilità stimate per unità litologica*

### 9.11.1 Complessi idrogeologici

#### *Complessi dei depositi di copertura*

##### *Complesso dei depositi alluvionali (Al)*

Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Sono presenti variazioni latero/verticali di granulometrie in rapporto alla differente energia di trasporto fluviale. Il deposito costituisce acquiferi porosi eterogenei ed anisotropi, sono sede di falde idriche sotterranee che possono avere scambi con corpi idrici superficiali. Il tipo di permeabilità e per porosità ed il grado di permeabilità è da medio e/a medio alto in funzione della prevalenza di granulometrie più grosse. Coefficiente di permeabilità  $K > 10^{-1}$

- *Complesso dei detriti sciolti (Ds)*

Depositi clastici derivanti dal trasporto gravitativo di breve percorso costituenti falde detritiche alla base dei versanti, conoidi torrentizie attuali ed alluvioni terrazzate. Costituiscono acquiferi di discreta trasmissività, sono sede di falde idriche di notevole potenzialità, costituendo dei percorsi idraulici preferenziali nei trasferimenti idrici tra rilievi ed aree di pianura. Il complesso è contraddistinto da un tipo di permeabilità per porosità e da un grado di permeabilità medio. Coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-1} > k > 10^{-4}$

- *Complesso dei detriti cementati (Dc)*

Costituiscono falde detritiche alla base dei versanti, conoidi torrentizie recenti ed antiche ed alluvioni terrazzate recenti ed antiche. Possono essere sede di falde acquifere, la permeabilità è per fratturazione e per porosità, sono caratterizzati da una permeabilità medio-scarso. Coefficiente di permeabilità compresa tra  $10^{-2} > k > 10^{-7}$

- *Complesso sabbioso (Sb)*

Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi marini da incoerenti a scarsamente cementati del Pliocene superiore e Pleistocene inferiore. Costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi, localmente contraddistinti da una buona conducibilità. La permeabilità è per porosità ed il grado di permeabilità è medio ( $10^{-1} > k > 10^{-4}$ )

## *Complessi delle Unità del substrato*

### *Complesso argilloso-calcareo (AG)*

Al presente complesso sono associati i terreni argilloso-marnosi delle unità AV/CPA FYR<sub>agM</sub>. Si tratta di argille, argille marnose e marne scagliose o in strati da molto sottili a sottili, con locali intercalazioni di torbiditi calcaree; argille limose, limi argillosi e marne in strati da molto sottili a molto spessi, talora poco evidenti e a laminazione piano-parallela, con sottili intercalazioni di sabbie e sabbie limose. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano delle acquicolture di notevole importanza per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è generalmente molto bassa. A tale complesso si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-9}$  e  $1 \cdot 10^{-7}$ .

### *Complesso arenaceo-marnoso (ARM)*

Questo complesso è costituito dai termini essenzialmente arenaceo-marnosi delle unità UFM, GGM TUT. Si tratta di arenarie, quarzo areniti in strati da medi a molto spessi, con locali passaggi di litoareniti e diffuse intercalazioni di argille marnose, marne e calcilutiti; argille marnose, marne e siltiti laminate o in strati molto sottili, con frequenti passaggi di arenarie a laminazione piano-parallela e convoluta; a luoghi si rinvencono livelli di paraconglomerati mal stratificati, da poco a ben cementati, e orizzonti di quarzoareniti in alternanza con marne argillose. Costituiscono acquiferi misti di modesta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente discontinue e frazionate. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-5}$ .

### *Complesso Idrogeologico calcareo C*

Complesso calcareo con sottili livelli di argilliti. Il complesso comprende i termini calcarei del Flysch rosso (FYRc e porzioni lapidee del CPA) costituiti da calcilutiti, calcareniti, calciruditi con fossili, con sottili intercalazioni di argilliti e marne, argille silicifere calcari brecciati. La formazione di regola si presenta molto fratturata. La presenza di intercalazioni pelitiche e marnose rende possibile solo una scarsa circolazione idrica sotterranea, limitata prevalentemente alla pozione superficiale dell'ammasso roccioso maggiormente esposto agli agenti esogeni: L'elevata fratturazione, in corrispondenza di orizzonti, in cui le intercalazioni argillose sono meno presenti, può aumentare localmente la portata della circolazione delle acque. Il tipo di permeabilità è di fratturazione e di porosità, localmente nella successione può prevalere l'uno sull'altro a seconda della frequenza delle intercalazioni argillose. Il grado di permeabilità è globalmente scarso. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità  $K$  compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$ .

### *Complesso calcareo argilloso marnoso CMA*



Depositi torbiditici costituito da alternanze ritmiche calcareo marnose con subordinati livelli argillosi. In tale complesso sono stati associati le unità CPA, FYRCagM. Può costituire acquiferi fessurati di importanza locale, contraddistinti da una circolazione basale. In concomitanza di frequenti intercalazioni marnose ed argillose, unitamente ad una intensa deformazione la circolazione idrica sotterranea risulta molto modesta. Nel complesso non si registra un tipo di permeabilità prevalente, essendo presente sia la porosità che la fratturazione. Il complesso idrogeologico si può considerare nel suo insieme impermeabile  $10^{-7} > k$ .

### **9.11.2 Potenziali criticità idrauliche durante la fase degli scavi**

Una prima considerazione di carattere generale che scaturisce dal modello idrogeologico della galleria consente affermare che la maggior parte dei complessi idrogeologici presenti nel sottosuolo sono dotati di una permeabilità per porosità e per fratturazione molto scarsa, alcuni dei quali quasi impermeabili. Ciò conferma l'assenza di sorgenti nelle vicinanze della dorsale, come pure una discreta presenza di pozzi molto superficiali distribuiti sul territorio per la raccolta delle acque che si infiltrano nei terreni più alterati per i primi 5,6 m del suolo. e il cui regime è strettamente legato alle piogge.

Il modello idrogeologico ricostruito sulla base della caratterizzazione dei complessi idrogeologici evidenziato dalle prove di permeabilità in foro consente di suddividere la dorsale in quattro tratti con caratteristiche idrogeologiche peculiari.

#### Primo tratto da pk GD 0 al pk GD 116

Il primo settore si sviluppa dalla pk GD 0 al pk GD 116. In quest'area una importante struttura a basso angolo (S1) ha provocato l'accavallamento tettonico di unità francamente lapidee (FYRc), su di un complesso idrogeologico molto omogeneo e largamente diffuso in tutto il sottosuolo di questo tratto della dorsale. Il complesso idrogeologico contrassegnato con la sigla ARM, pur presentando una consistente componente lapidea, caratterizzata da arenarie e subordinati calcari, non ha la capacità di costituire acquiferi importanti per la presenza di numerose alternanze argillose. Comunque, la presenza di una copertura calcarea molto fratturata a tetto della galleria consente la possibilità di trasferimenti idrici dalla superficie topografica, particolare in corrispondenza delle faglie più importanti (F1, F2, F3, F4,). Queste strutture se da un lato interrompono la continuità fisica del piano di sovrascorrimento e lo dislocano a più altezze con rigetti dell'ordine di alcune decine di metri, mettono a diretto contatto terreni con permeabilità relative tra loro abbastanza diverse. Pertanto, in corrispondenza di queste faglie è possibile l'accumulo di localizzate falde confinate da ammassi prevalentemente argillosi.

#### Secondo tratto da pk GD 67 a pk GD 102

In corrispondenza del tratto compreso tra le pk GD67 e GD 132 la tettonica compressiva oltre ad eliminare per un breve tratto la copertura dei calcari, rende il complesso idrogeologico ARM completamente isolato. La superficie di sovrascorrimento

oltre ad interrompere eventuali apporti idrici dalla superficie mette a contatto unità UFM con i termini argillosi della formazione del F. Rosso.

Resta comunque da dedicare una certa attenzione all' intervallo compreso tra la pk GD 116 e pk GD132 dove in alcuni tratti di galleria calcari FYRc si rinvengono a contatto con argille e con la formazione UFM. Le differenze di permeabilità esistenti tra le due formazioni, potrebbero generare locali accumuli di falde idriche confinate dalle argille, localizzati in modo particolare in prossimità delle principali vie di collegamento con la superficie topografica rappresentate dalle faglie F5 ed F6. Si tratta di falde idriche di limitata portata in quanto nella successione stratigrafica dei calcari sono presenti numerose intercalazioni argillose che ne riducono considerevolmente la trasmissività idraulica.

#### Terzo tratto da pk GD132 a pk GD 236

Questo settore, pur essendo interessato da numerosi sistemi di faglie secondarie e principali (f7, f8, f9) che dislocano le strutture geologiche di varie decine di metri e da sovrascorrimenti che interessano principalmente le formazioni della Corleto Perticara (CPA) e delle Argille Varicolori (AVCPA), non presenta criticità sotto il profilo idrogeologico in quanto lo scavo della galleria avverrà prevalentemente nell'ambito di terreni con permeabilità scarsa o addirittura completamente impermeabili. Maggiore attenzione per la fenomenologia di venute d'acqua in galleria dovrà essere riposta in corrispondenza dei settori interessati dalle faglie F8, F9. Solo nel tratto finale dell'intervallo considerato tra pk GD224 e pk GD 236 lo scavo potrebbe intercettare venute di acqua in corrispondenza dell'attraversamento della faglia F10 e della struttura tettonica (S6) che mette a diretto contatto i terreni della formazione FYR ed i calcari manosi di CPA.

#### Quarto tratto da pk GD 236 a pk GD 310

Questo settore è caratterizzato prevalentemente dalla presenza dei termini argillosi e calcarei della formazione del F. Rosso. Un primo tratto compreso tra pk GD236 e pk GD 250 prevede l'attraversamento delle argille del F. Rosso, pertanto non sono presenti criticità dovute alla presenza di acqua. Situazione diversa invece si presenta lungo il tratto compreso tra pk GD 250 e pk GD 278 caratterizzato dalla presenza diffusa dei calcari del F. Rosso che attraverso una fitta rete di fratture direttamente collegate con la superficie topografica potrebbero determinare locali accumuli idrici confinati dalle intercalazioni argillose presenti nella formazione del F. Rosso. La falda in alcuni settori meglio collegati dalle faglie F11 e F12 potrebbe assumere anche le caratteristiche di una falda in pressione.

Situazione idrogeologica molto diversa si registra in corrispondenza del tratto terminale della galleria dove i calcari del F. Rosso sono presenti lungo tutto il tratto dal piano della galleria fino alla superficie topografica. Sebbene i calcari siano molto fratturati come documentato dai sondaggi CL 7, CL 8, CL9, non si ritiene possibile la formazione di importanti acquiferi. La presenza di intercalazioni pelitiche e marnose rende possibile solo una scarsa circolazione idrica sotterranea, capace di formare falde sospese di limitata portata. L'elevata fratturazione, in corrispondenza di orizzonti, in cui le intercalazioni argillose sono meno presenti, può aumentare localmente la portata della circolazione delle acque.

## **9.12 STUDIO SULLA PRESENZA DI GAS NEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLA GALLERIA**

Al fine di acquisire conoscenze sulla presenza di gas nelle formazioni geologiche presenti nel sottosuolo dell'area in cui sono previsti gli scavi della galleria, è stata condotta una preliminare indagine conoscitiva a carattere bibliografico. In generale, la presenza di vuoti e di fessure nel sottosuolo è molto sviluppata nelle zone di faglia dove le rocce si presentano fratturate, pertanto in queste zone più permeabili è facile trovare elevate concentrazioni di gas [Wakita et al., 1978; Irwin & Barnes, 1980; Ware et al., 1985; King, 1986; 1990;]. In particolare, l'attività di una faglia può consentire una certa mobilità ai gas stessi, tanto che in corrispondenza di faglie attive (faglie capaci) la composizione dell'aria atmosferica nel suolo più prossimo alla superficie può presentarsi arricchita sensibilmente in alcune specie gassose (quali il radon, l'anidride carbonica, il metano, l'elio, l'idrogeno ed anche l'azoto) di origine più profonda (Voltattorni N. 2000). I dati della letteratura internazionale e gli studi effettuati presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università della Sapienza di Roma (Voltattorni N., 2000), su circa 20.000 campioni di gas prelevati dal suolo, confermano quanto finora affermato, cioè che la migrazione in superficie dei gas endogeni avviene in zone ad elevata permeabilità secondaria in corrispondenza delle discontinuità tettoniche che costituiscono i principali canali di avvezione per i fluidi profondi. Questi studi sono molto importanti perché evidenziano che in corrispondenza di discontinuità tettoniche, ed in particolare di faglie attive (faglie capaci), si registrano nel sottosuolo zone permeabili capaci di trasmettere verso la superficie terrestre una grande varietà di fluidi, inclusi i gas (Sugisaki et al., 1982, 1983, 1987; Vakin & Lyalin, 1990)., e pertanto, si può affermare che tutti i tipi di faglie devono considerarsi zone in cui tali gas tendono a concentrarsi in quantità anomale (Voltattorni N. 2000).

Lo studio geologico svolto ha evidenziato che il territorio del beneventano in cui si prevede l'attraversamento in galleria, presenta un assetto strutturale molto articolato in cui sono evidenti numerosi lineamenti tettonici di tipo trascorrente compressivo e distensivo, che hanno disarticolato le originarie formazioni geologiche, attribuendo ad esse un elevato stato di fratturazione. Il territorio sotto il profilo morfostrutturale risulta costituito da piccoli horst e graben. I primi costituiscono i rilievi di M.te Mottola, M.te Saucò, Toppo Infocata, i secondi individuano le valli del T. Reventa e del T. Lenta. Tutti questi elementi morfostrutturali sono parte del più ampio sistema di lineazioni tettoniche caratteristico dell'Appennino meridionale ad andamento NE-SW (con direzione antiappenninica) e ad andamento NW-SE (con direzione appenninica). In particolare, per queste ultime strutture, lo studio di neotettonica (Progetto ITHACA) condotto da Ascione e Cinque, (2004) ha evidenziato la presenza di alcune faglie capaci (attive) che interessano l'area del tracciato della galleria.

La letteratura scientifica segnala la presenza di manifestazioni di fluidi gassosi provenienti dal sottosuolo strettamente connessi con lineazioni tettoniche in alcuni siti del beneventano e dell'avellinese non molto lontani dall'area in studio. Infatti, importanti manifestazioni di risalita di gas di provenienza profonda si registrano nella zona di Telesse distante circa 18km ad ovest dell'area in studio, Le Terme di Telesse oltre ad essere poste, sotto il profilo strutturale, in corrispondenza della struttura profonda che separa la Piana

Campana dal Matese meridionale e dal Massiccio Taburno- Camposauro, si trovano all'incrocio tra la linea tettonica di Casalbore, ad andamento NW-SE, e la faglia del Calore con orientazione circa E-W (Nisio S. & Salvati R.,2004).

Analoghe manifestazioni gassose costituite prevalentemente da idrogeno solforato, anidride carbonica e fluidi di idrocarburi in tracce sono note ad est dell'area in studio in corrispondenza delle Polle delle Malvizze (AV), distanti in linea d'area circa 25km, e nella Valle di Ansanto nei pressi delle Terme di S. Teodoro (AV) distanti circa 45 km. In corrispondenza della Valle di Ansanto in profondità è presente una struttura di accavallamento delle unità Lagonegresi (F. Rosso) sui calcari della piattaforma Apula (Di Nocera et al. 1999), mentre nella zona della Malvizza le manifestazioni gassose si registrano nell'ambito della formazione delle Argille Varicolori. (Ortolani et al. 1981). In tutte queste località si registra la presenza delle manifestazioni di gas in corrispondenza di importanti strutture tettoniche. A conferma di ciò lo studio di Ciotoli et alii, 1999 condotto nella Valle dell'Ofanto evidenzia che le principali anomalie di gas del suolo (elio, radon ed anidride carbonica) sono distribuite linearmente secondo direzioni appenniniche, antiappenniniche e N-S. La corrispondenza tra anomalie di gas del suolo e fratture mesostrutturali e le lineazioni geomorfologiche e le direzioni delle fratture suggerisce che la fuga dei gas verso la superficie ed i lineamenti morfologici sono controllati da uno stesso fattore geologico. [Ciotoli et alii, 1999]

Da tali studi, strutturali e a carattere idro-geochimico, si evince la possibilità di un mescolamento dei flussi profondi in risalita dal substrato carbonatico con le acque presenti nelle formazioni argillose. (Formazione delle Argille Varicolori, Formazione del Flysch Rosso (FYR), e arenacee come le formazioni di Fragneto Monforte (UFM) e di S. Giorgio (GGM), che interessano gli scavi delle gallerie

Numerosi sondaggi geognostici eseguiti in recenti campagne di indagine dalla RFI per l'Alta Velocità nelle aree beneventane dello spartiacque appenninico, hanno evidenziato la presenza di gas, sia in fase di perforazione sia di monitoraggio (RFI,2018). Tali fenomeni sono stati riscontrati nei terreni che vengono ricondotti ai complessi caotici dell'Appennino meridionale (Argille Varicolori, unità del bacino lagonegrese molisano, Flysch Rosso e depositi arenacei riconducibili a bacini di wedge-top.

Anche durante gli scavi della Galleria Pavoncelli bis, in Provincia di Avellino, dove l'assetto geologico e strutturale dell'Appennino è analogo a quello del territorio beneventano in studio, sono state rinvenute durante la fase di scavo importanti fuoriuscite di gas che hanno interessato la formazione del Flysch Rosso (FYR), le Argille Varicolori (AV), le arenarie del F. Numidico e della Formazione di Castelvetero, e che hanno generato anche lunghe interruzioni tecniche.

Altre informazioni sulla presenza di gas nel sottosuolo delle aree più strettamente interessate dalle opere in progetto provengono dalla consultazione dei log e le relative note tecniche allegate alle schede di alcuni sondaggi profondi (2.500m – 3.000m) per ricerche di idrocarburi eseguiti tra il 1970 ed il 2000 disponibili (Progetto VIDEPI della Società Geologica Italiana), la cui ubicazione è indicati nella figura 58

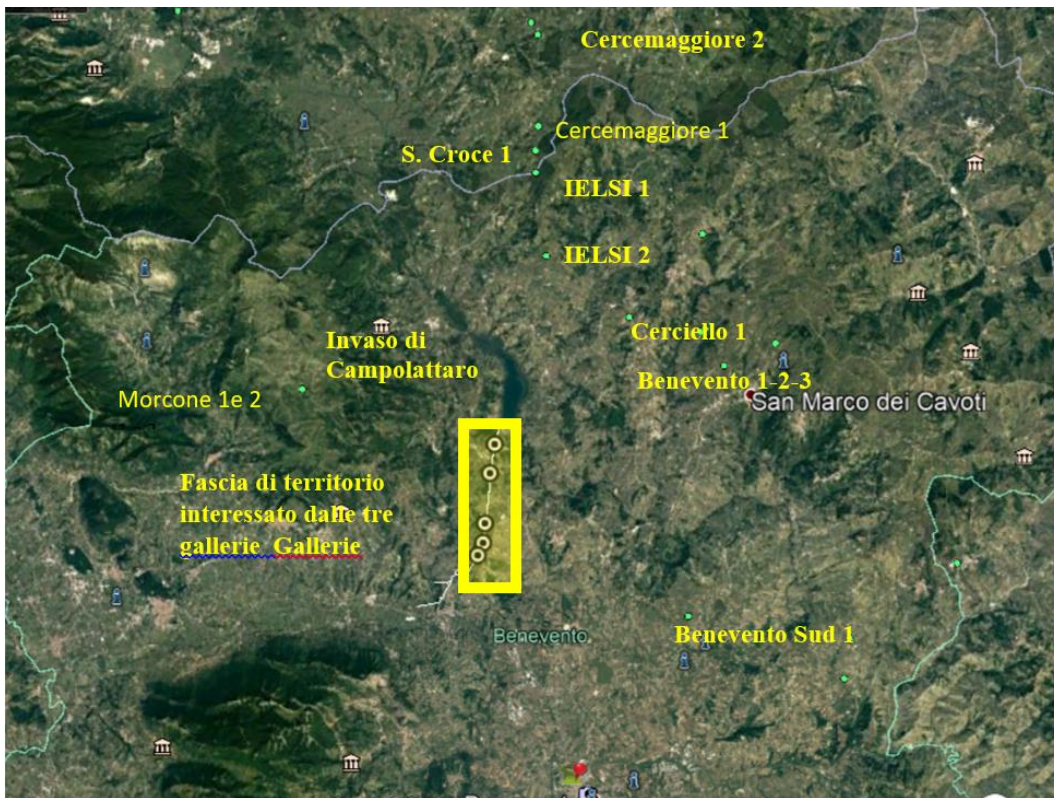


Figura.58 : Ubicazione dei sondaggi profondi per ricerca di idrocarburi consultati. Il rettangolo centrale racchiude la fascia di territorio interessata dal tracciato della galleria di derivazione

L'analisi dei log di questi sondaggi evidenzia la presenza di manifestazione di gas per tutto lo sviluppo della perforazione. Si tratta comunque di volumi di gas limitati e ritenuti non sufficienti per lo sfruttamento, ma che tuttavia costituiscono locali trappole isolate nei terreni impermeabili.

La raccolta di questi dati dimostra che nel territorio in esame esistono le condizioni strutturali collegate ad un sistema di faglie e fratture interagenti con un contesto idrogeochimico profondo riconosciuto in più aree molto prossime a quelle di interesse, come quello di Telesse Terme e Valle Ansanto (Irpinia)

A completamento della rassegna svolta sulla presenza del gas nel sottosuolo della area in progetto, si ritiene opportuno riportare l'esperienza diretta dell'Ing. Schmaltzbauer, che nel 1984 durante la realizzazione dell'invaso di Campolattaro, ha utilizzato uno scudo semimeccanizzato per i lavori di scavo della galleria di derivazione del F. Tamaro nell'ambito della formazione delle Argille Varicolori. L' Ing. Schmaltzbauer, in una comunicazione personale, riferisce: "durante lo svolgimento delle operazioni di scavo si sono verificati dei blocchi-macchina a causa del fenomeno di "swelling" dell'argilla che ha causato il blocco dello scudo per ben due volte con lunghi fermi, e si è verificata la presenza di gas e venute d'acqua dovute a bolle intrappolate nel terreno".

In definitiva, anche il dato sperimentale, strettamente connesso al sottosuolo dell'invaso di Campolattaro, evidenziato dalla esperienza dell'ing. Schmaltzbauer, conferma la presenza di gas e/o fluidi con gas disciolti nel sottosuolo delle aree d'interesse della galleria in progetto.

### **9.12.1 Potenziali venute di gas durante la fase degli scavi**

Lo studio esposto nel paragrafo precedente ha documentato che i terreni costituenti l'unità lagonegrese molisana (AV, CPA, FYR<sub>agM</sub>) a profondità variabili dalla superficie potrebbero contenere sacche di gas. Alcune di queste formazioni, pur interessando limitati settori della galleria, nel sottosuolo hanno nel sottosuolo uno sviluppo di gran lunga maggiore rispetto alla superficie. Facendo riferimento al profilo geologico si segnalano i settori della galleria in cui le condizioni lito-strutturali inducono a considerare probabile il rinvenimento di gas durante la fase di scavo:

#### **Intervallo pkGD1 -pk GD17**

In questo intervallo si registrano varie scaglie tettoniche in cui prevalgono elementi strutturali a basso angolo (sovrascorrimento S1) che attraversano la sezione della galleria per almeno 300m-400m (GD7-GD11). In corrispondenza di queste progressive l'indagine geofisica ha evidenziato la presenza in profondità della formazione delle Argille Varicolori. Inoltre, le scaglie prima citate, vengono tagliate da importanti faglie ad alto angolo associate alla faglia F1 che, oltre a sbloccare la successione con un rigetto di alcune decine di metri, potrebbe favorire la risalita di gas da profondità maggiori rispetto alla quota della galleria. Per questa condizione strutturale, essendo la roccia molto fratturata e deformata, si ritiene probabile la formazione di sacche di gas, comunque di limitata portata.

#### **Intervallo pk GD 67 – pk GD 222**

Questo intervallo interessa gran parte della zona centrale della galleria; in base alla interpretazione delle indagini geofisiche e dei sondaggi profondi, lo scavo attraversa una continua alternanza di tratti più o meno lunghi con Argille Varicolori e di tratti con arenarie, calcari-marnosi ed argille della formazione UFM. Queste alternanze sono dovute essenzialmente alla presenza di importanti strutture tettoniche quali faglie (f4, f5, f6, f7, f8, f9) e sovrascorrimenti (S4, S5) che interrompono la continuità fisica delle formazioni geologiche dislocandole a più altezze.

A seguito di tali cinematismi in corrispondenza degli elementi strutturali la roccia si presenta in genere molto fratturata per una fascia oscillante da 50m-a 100m in funzione della intensità del processo tettonico. Oltre a ciò, in alcuni settori la tettonica mette a diretto contatto terreni con permeabilità molto diverse come le Argille Varicolori, le arenarie ed i calcari. La differente permeabilità delle formazioni e le numerose discontinuità legate alla fratturazione ed alla stratificazione presenti nella roccia favoriscono il trasferimento di fluidi verso le formazioni più permeabili per porosità e per fratturazione. Pertanto, queste condizioni lito-strutturali aumentano la probabilità di incontrare sacche di gas.





### NOTA su VENUTE di GAS nel FORO di SONDAGGIO S3

Nel corso della perforazione a carotaggio continuo S3 sono state registrate le seguenti quattro venute di gas a boccaforo.

1. Nel pomeriggio del 22/01/20, a seguito della manovra a m 64,90 e con i fanghi di lavorazione posti a circa 29,90 dal p.c., si è avvertito un forte gorgoglio proveniente dall'interno del foro di sondaggio attraverso la tubazione provvisoria di rivestimento, e un'apprezzabile odore di gas. Si è provveduto a riempire, quindi, il foro fino alla sua sommità con i fanghi, rilevando visivamente al loro interno una cospicua presenza di bollicine. Il gorgoglio e le bollicine sono andate via via scemando fino ad esaurirsi a fine giornata lavorativa. L'indomani (23/01/20), anche a mezzo di un apposito rilevatore di gas, si è verificato che il fenomeno descritto si era completamente esaurito per cui è stato possibile riprendere i lavori in sicurezza.
2. A fine manovra di m 70, nel pomeriggio del 23/01/20, con i fanghi di perforazione posizionati a m 15,45 dal p.c., è stata intercettata un'apprezzabile sacca di gas, che si è palesata con un fortissimo gorgoglio proveniente dall'interno del foro di sondaggio, che ha continuato a manifestarsi oltre la fine della giornata lavorativa. La mattina successiva (24/01/20): il fenomeno di fuoriuscita del gas non si era ancora esaurito, infatti persisteva il gorgoglio, anche se diminuito di intensità; il livello dei fanghi nel foro è stato rinvenuto ad una profondità di circa 34,80 m dal p.c., quindi con un notevole abbassamento del suo livello rispetto al pomeriggio precedente. Si è allora nuovamente colmato il foro di sondaggio con i fanghi bentonitici, notando il formarsi di bollicine alla loro sommità. Sono state sospese, quindi, le attività di perforazione fino al completo esaurimento del fenomeno. E' stato possibile registrare questa circostanza nella tarda mattinata, anche in questo caso con l'ausilio di un rilevatore di gas.  
A differenza del caso precedente, descritto al punto 1., durante tutto l'evolversi del fenomeno, non si è mai avvertito odore di gas.
3. Nell'ultima manovra a m 78.60 del pomeriggio del 27/01/20, con i fanghi di perforazione posizionati a m 46.35 dal p.c., è stata intercettata una sacca di gas, che si è palesata con un gorgoglio di "media" intensità. Il gorgoglio è andato via via attenuandosi per tutta la notte e la mattinata successiva. Per tutta la durata del fenomeno non si è mai avvertito, però, odore di gas. Del resto, il rilevatore di gas adoperato nelle mattinata del 28/01/20 non ha segnalato nessun allarme.
4. A fine manovra di m 79.60, nel primo pomeriggio del 28/01/20, con i fanghi di perforazione posizionati a m 50.05 dal p.c., è stata intercettata un'apprezzabile sacca di gas, che si è palesata con un fortissimo gorgoglio proveniente dall'interno del foro di sondaggio. Il quantitativo di gas è andato via via crescendo, infatti, il rilevatore di gas intorno alle ore 13:05 ha segnalato il livello A1, che ha raggiunto il livello A2 alle ore 14:55. A questo punto si è riempito parzialmente il foro di sondaggio con fanghi fino alla quota di 46.50 m e, come d'incanto, non si è sentito più né il gorgoglio né si è avvertito l'odore di gas. Queste circostanze sono state oggettivate anche con il rilevatore che non ha segnalato più presenza di gas.

Pagina 1 di 1

80056 Ercolano (NA) – VIA L. PALMIERI, 104/A – TEL. (081) 7398115 – FAX (081) 7398115 – E-MAIL [igpinto@alice.it](mailto:igpinto@alice.it) – [www.igpinto.com](http://www.igpinto.com)  
Codice Fiscale: 05433440632 - Partita I.V.A.: 01423891215 - C.C.I.A.A. - R.E.A.: 442053 -

: Nota di Cantiere su venute di gas nel foro di sondaggio S3

Di seguito vengono indicati alcuni tratti in cui è probabile la presenza di gas.

- Pk DG 100 – pk DG102: la criticità è determinata principalmente dal sovrascorrimento S4 che mette a diretto contatto Argille Varicolori con UFM

- Pk DG 114 – pk DG117; DG 122 – DG126: la faglia diretta f 5 può favorire il trasferimento di gas confinato in sacche nelle Argille Varicolori attraverso le numerose fratture presenti nei calcari FYRc;
- Pk DG 178 – Pk DG 208: lungo questo tratto la probabilità che lo scavo possa incontrare venute di gas è maggiore. Infatti, la formazione delle Argille Varicolori è largamente diffusa nel sottosuolo ed in superficie con spessori dell'ordine di alcune centinaia di metri. La struttura geologica di questa area è molto articolata e complessa in quanto la tettonica compressiva ha disarticolato i calcari e le marne della formazione CPA formando numerosi cunei lapidei di grandi dimensioni inglobati nelle Argille Varicolori. Questa particolare condizione strutturale favorisce la formazione di sacche di gas e in corrispondenza dei repentini passaggi tra le Argille Varicolori ed i calcari aumentano le probabilità di intercettare fughe di gas che comunque sono da considerare di portata molto limitata, così come è stato riscontrato nel sondaggio S3 perforato durante la campagna di indagini del 2019.

In tale occasione, il sondatore della Ditta IG segnalò più sacche di gas alle profondità di m: 64.90; 70.00; 78.60; 79.60. La manifestazione maggiore di fuoriuscita del gas dal foro di sondaggio è durata solo alcune ore, come è possibile dedurre dalla nota del Sondaggio S3 di seguito allegata.

Per quanto riguarda il tratto della galleria compreso tra le pk GD 236 e pk GD 294, essendo presenti la facies calcareo argillosa del flysch rosso, la probabilità di rinvenire gas nel sottosuolo è molto scarsa.

## 10.GEOLOGIA DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE ACCESSORIE

Nel seguito vengono illustrati i caratteri geologici, morfologici ed idrogeologici, delle aree interessate dalle seguenti principali opere accessorie previste in progetto:

***Imbocco Campolattaro***

***Imbocco Ponte (Pozzo piezometrico)***

***Condotta forzata Zona Ponte***

***Impianti e serbatoi Zona Ponte***

***Galleria Ausiliaria***

### 10.1 IMBOCCO CAMPOLATTARO:

#### 10.1.1 Geologia

Nella zona di Campolattaro, in corrispondenza del raccordo della galleria di derivazione con le strutture idrauliche della Diga, è prevista la realizzazione del Pozzo Nord. La geologia dell'area che deve accogliere tale opera risulta nel suo insieme molto articolata e complessa. I rilievi di superficie hanno evidenziato la presenza di terreni appartenenti alla unità tettonica del Bacino lagonegrese-molisano, qui caratterizzata dai termini litologici appartenenti alla unità del Flysch Rosso. Si tratta di una successione costituita da argilliti scagliettate color rosso mattone in strati medio-fini, intercalate a sottili strati di marne e calcari marnosi, da riferire al membro argilloso-manoso FYRagM. Lo spessore del deposito rientra nell'ambito di alcune decina di metri. Al di sopra di questa litofacies prevalentemente argillosa, si passa gradualmente ad una sequenza prevalentemente calcarea, costituita da calcareniti, calciruditi con fossili, calcari brecciati intercalati da marne e sottili livelli di argilliti arrossate. Questa sequenza litologica, da attribuire alla litofacies calcarea del Flysch Rosso (FYRc), si sviluppa verso l'alto fino alla quota dello spartiacque con uno spessore di circa 100 m. La giacitura della successione stratigrafica, sebbene con inclinazione molto variabile per la presenza di alcune dislocazioni tettoniche, è nel suo insieme rivolta verso il quadrante Ovest-Nord/Ovest (Figura 2-2).

I rilievi di campo hanno evidenziato, inoltre, la presenza di una ulteriore successione, costituita da arenarie, argille, marne con subordinati calcari a grana fine e con sottili e rari livelli di micro-conglomerati, e avente uno spessore complessivo di varie decine di metri. Tale sequenza, individuata anche nel sottosuolo con i sondaggi CL1 e CL1 bis, risulta sormontata tettonicamente dal Flysch Rosso. Sulla base della sua posizione geometrica e dei caratteri litologici, tale successione è stata attribuita alla formazione di Fragneto Monforte (UFM). L'analisi di campagna ha rilevato la presenza di una importante discontinuità tettonica tra la successione del *Flysch Rosso* e quella di Fragneto Monforte (UFM), che si rappresenta con una faglia a basso angolo individuata con la tettonica compressiva. Tale elemento strutturale è molto importante in quanto è stato rinvenuto, sia pure in maniera discontinua in superficie e nel sottosuolo di gran parte della zona di Campolattaro (Figura 58).

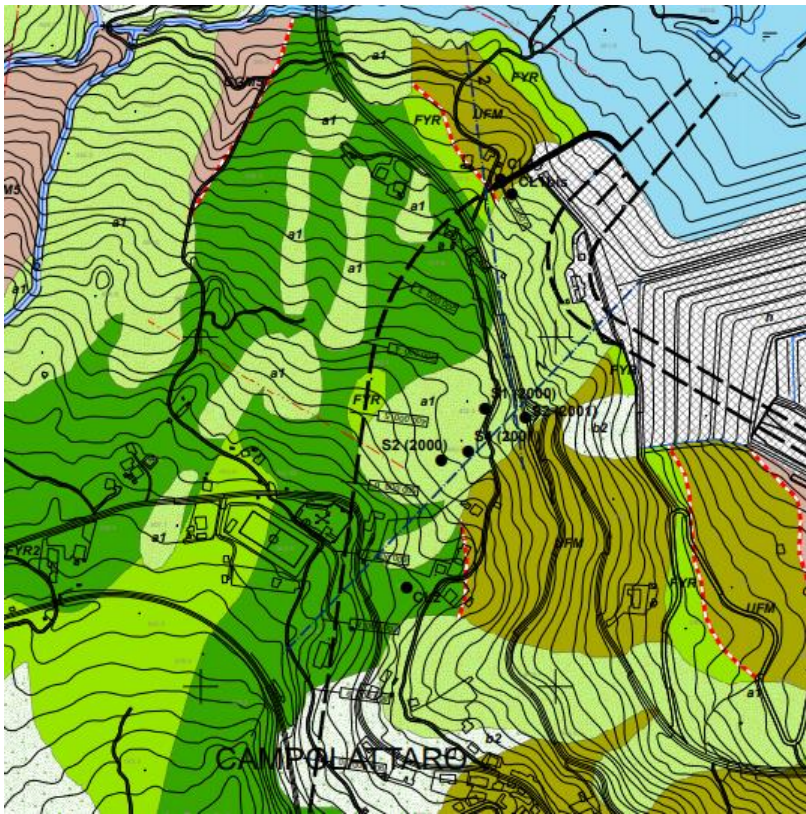


Figura 58 Carta litologica dell'area imbocco lato Campolattaro ove è previsto il Pozzo

### 10.1.2 Stratigrafia

Per ricostruire con maggiore dettaglio il modello geologico del sottosuolo della zona interessata dalla realizzazione del Pozzo sono stati eseguiti due sondaggi a c.c., quali il CL1 ed il CL1 bis. Il CL1 bis a c.c. è stato spinto fino a circa 40m dal p.c., mentre il CL1, dopo un primo tratto di 30 m carotato a distruzione, è stato spinto a c.c. fino alla profondità di - 70 m dal p.c. (figura 59).

Dall'analisi delle carote estratte dai due sondaggi è stata sintetizzata la seguente stratigrafia.:

- 0,00 - 2,00 m *limi e sabbie alterate con sostanza organica;*
- 2,00 - 23,40 m *argille con sabbia e limi sabbiosi con livelli sottili di calcari marnoso-siltosi;*
- 23,40 - 29,30 m *marne intercalate a calcilutiti ed arenarie e sottili livelli di argilliti;*
- 29,30 - 33,70 m *argilliti di vario colore e marne argillose di colore rosso mattone;*
- 33,70 - 42,40 m *argille marne con sottili intercalazioni di arenarie;*
- 42,40 - 46,50 m *arenarie ben cementate con argille e marne;*
- 46,50 - 70,00 m *argille e marne e siltiti arenacee (tra i -50,00 m e -54,00 m strati di arenarie ben cementate).*





**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

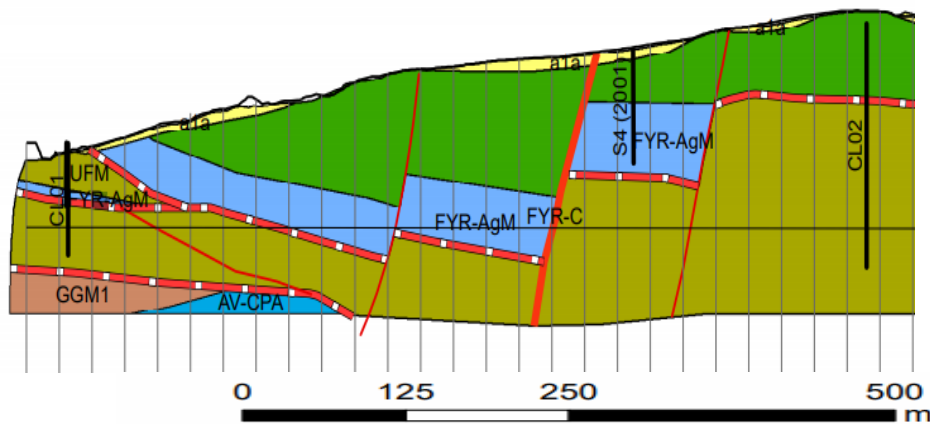


Figura 60 Sezione geologica lungo l'asse della galleria che evidenzia il raddoppiamento della serie UFM. Legenda: AV/CPA argille varicolori, GGM1 arenarie Formazione di S. Giorgio La Molara, UFM Formazione di Fragneto Monforte, FYR/agM membro argilloso del F. Rosso, FYRc membro calcareo del F. Rosso

Nella Fig. 56 viene indicata una sezione ortogonale all'asse della galleria passante per il sondaggio profondo CL 2 e alcuni sondaggi reperiti dallo studio geologico-geotecnico redatto da Di Paola e Guadagno in occasione della frana che interessò il versante in destra orografica della Diga negli anni '90. La ricostruzione del modello geologico del sottosuolo di quest'area conferma i rapporti di sovrapposizione tettonica del F. Rosso sulla formazione di Fragneto Monforte di età più recente.

La sezione geologica di Figure 61-62, che collega il sondaggio CL 1/ Cl 1Bis al sondaggio S2 (2001), evidenzia che le superfici dei fenomeni franosi attivatisi all'epoca sono molto superficiali e certamente non influenzano le aree in cui sono previste le opere in progetto.

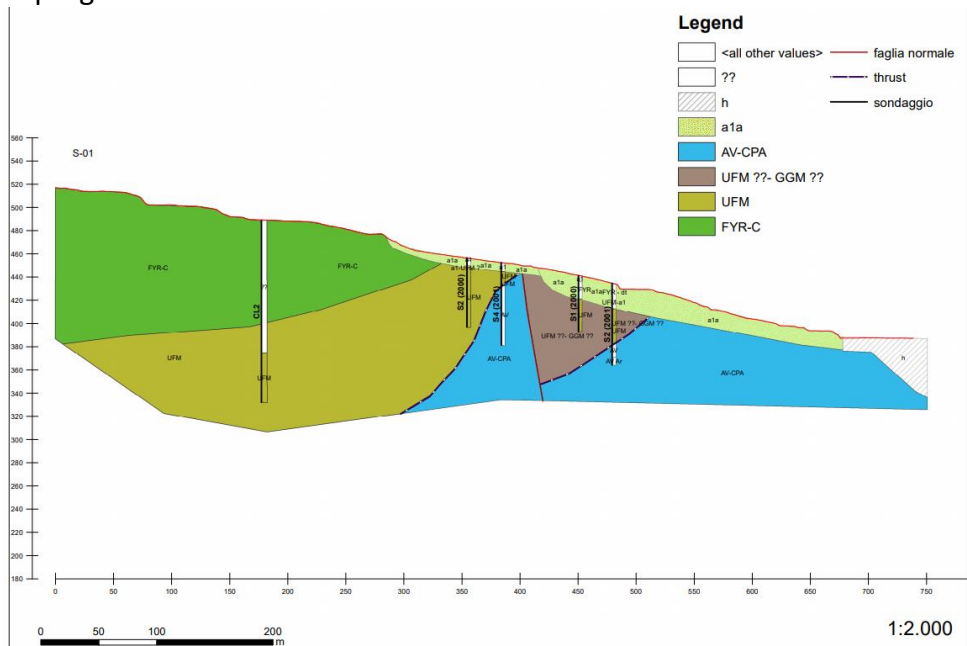


Figura 61 Sezione geologica trasversale all'asse della galleria nel settore di versante che è



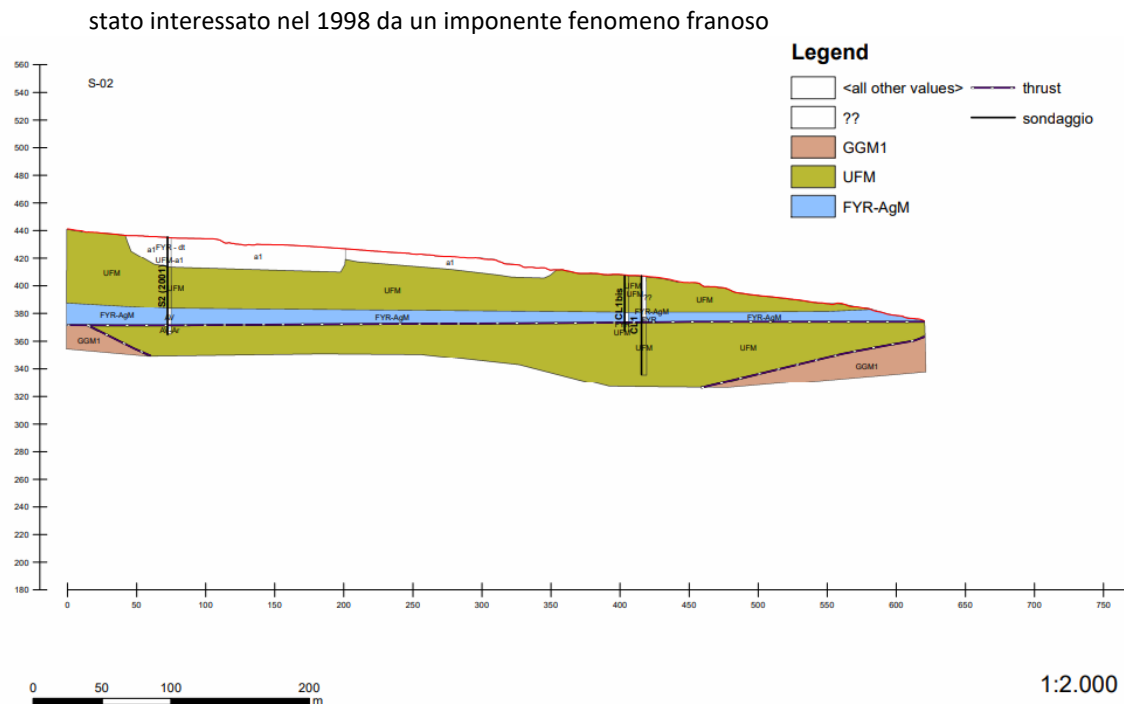


Figura 62 Sezione geologica parallela all'asse della galleria nel settore di versante che è stato interessato nel 1998 da un imponente fenomeno franoso. La sezione evidenzia la continuità fisica della formazione UFM e lo spessore del cumulo della frana del 1998, che è influente rispetto alle opere da progettare nel sottosuolo dell'area

### 10.1.3 Morfologia

La morfologia dell'area del pozzo Nord è strettamente legata all'assetto stratigrafico del versante, costituito da terreni arenacei ed argillosi alla base, sormontati tettonicamente da una successione prevalentemente lapidea rappresentata dai terreni del FYRc. Si segnala che all'epoca dei lavori per la realizzazione delle opere in destra orografica della diga, si verificò sul versante retrostante la zona dei calici degli sfiatatoi di superficie un ampio fenomeno franoso il cui cumulo si spinse fino alle strutture della diga. Nel 1991 a seguito dello studio geologico-geotecnico a cura di De Paola e Guadagno furono realizzati interventi di sistemazione ed opere di bonifica che hanno stabilizzato il versante. La carta morfologica di Figura 63 evidenzia i morfotipi esistenti nella zona. Sono visibili ancora le tracce del fenomeno franoso che ha interessato il versante in destra della diga.

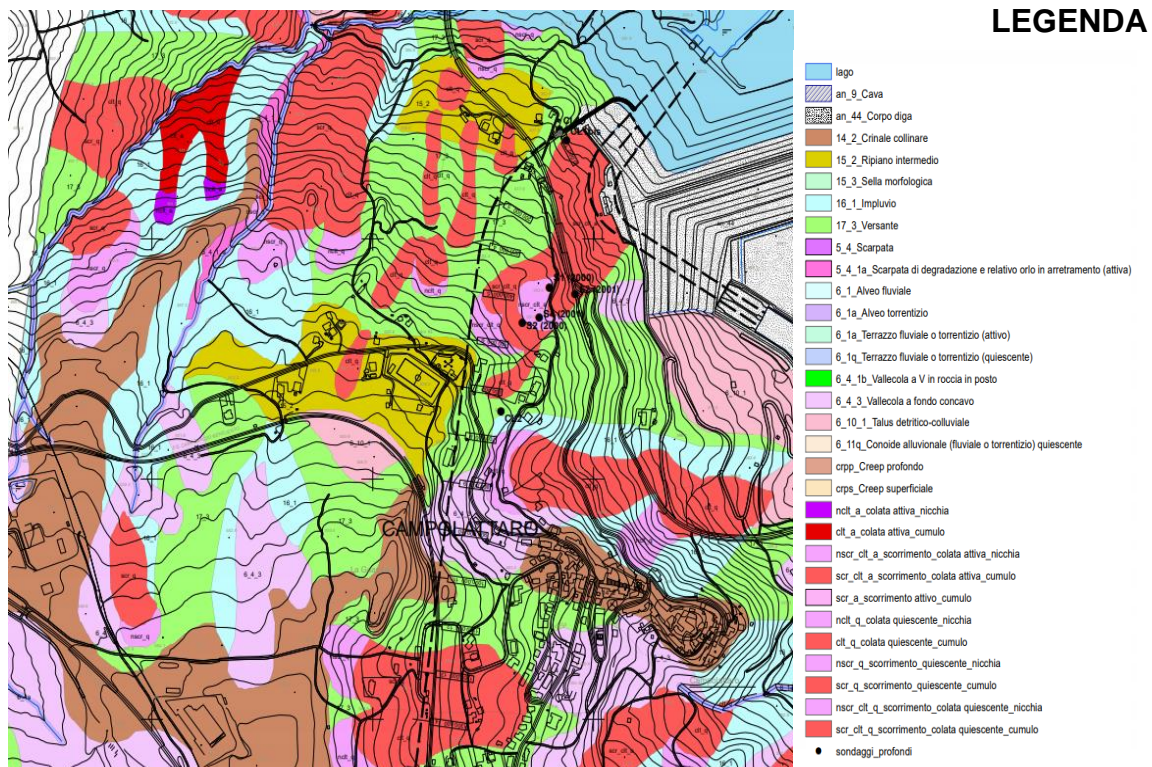


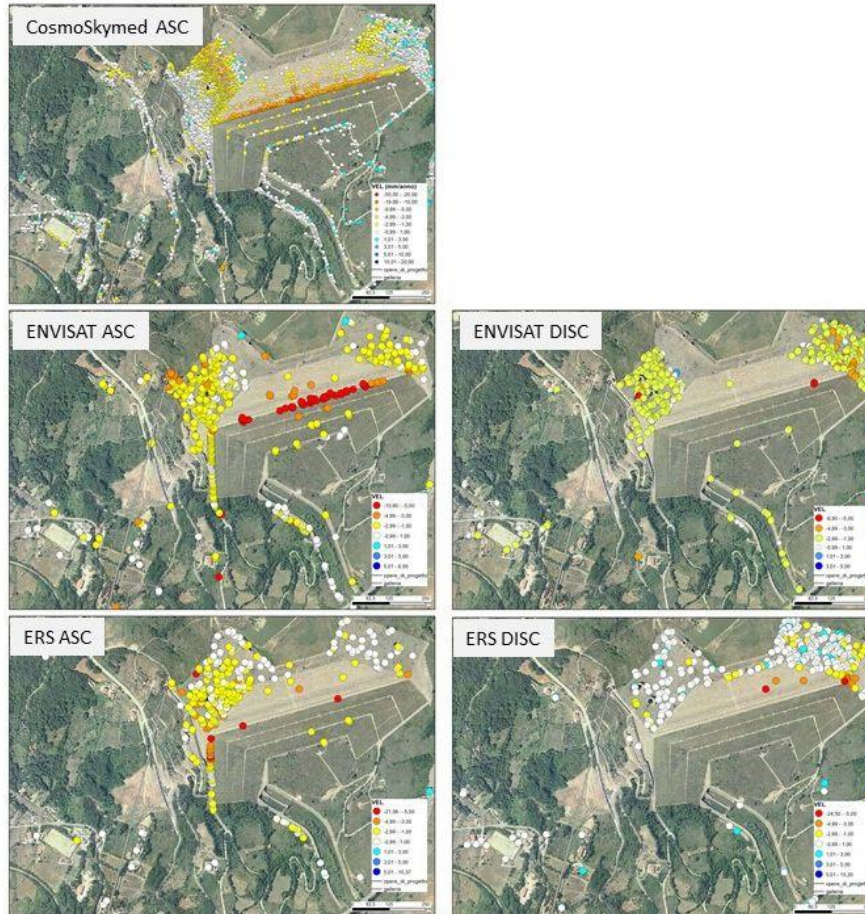
Figura 63 Carta morfologica dell'area interessata dalla esecuzione del pozzo Nord

Si tratta una frana di tipo complesso (scorrimento-colata). Ad un processo di scorrimento rotazionale, individuatosi nella parte alta del versante in corrispondenza dei termini calcarei del Flysch rosso, ha fatto seguito una colata con la conseguente formazione di un ampio cumulo nella zona del raccordo con il fondovalle. Il corpo principale della frana è stato sistemato con opere eseguite dopo il 2000, ma esistono ancora limitate aree marginali in condizioni di quiescenza. La zona interessata dalla realizzazione del Pozzo è esterna al perimetro dell'area di invasione del cumulo della frana indicata nello studio De Paola /Guadagno, e dista da questo alcune decine di metri. Comunque, gli interventi previsti in progetto sono da realizzare a profondità di gran lunga superiori a quelle delle superfici di scivolamento delle frane che non superano i 6-7m. La stratigrafia dei sondaggi conferma tale condizione, in quanto non evidenzia la presenza di depositi di frana (fig. 63).

#### 10.1.4 Analisi dei dati interferometrici

E' stata effettuata una analisi dei dati interferometrici disponibili con riferimento alle aree di imbocco di Campolattaro. Per quest'area si ha una copertura temporale quasi continua dal 1992 al 2014; il corpo diga presenta valori prevalentemente negativi o nulli in entrambe le orbite a testimonianza di "naturali" processi di assestamento del corpo diga. L'area in spalla destra mostra qualche valore negativo lungo le strade nelle aree interessate dai dissesti nei due dataset ERS 1992-2001 e ENVISAT 2002-2010, mentre mostra valori prevalentemente nulli nel dataset più recente COSMOSKYMED 2011-2014,

testimoniando un rallentamento dei fenomeni gravitativi probabilmente a seguito degli interventi di sistemazione dei dissesti effettuati in quegli anni. Si ritiene opportuno aggiornare e continuare il monitoraggio interferometrico per le prossime fasi di progettazione mediante l'installazione di scatteratori artificiali permanenti.



*Dati interferometrici ascendenti e discendenti LOS riferiti all'area di imbocco di Campolattaro*

## 10.2 GALLERIA AUSILIARIA IN LOCALITÀ COLLE MARINO

### 10.2.1 Geologia

Nel settore ad est di località Colle Marino è prevista la realizzazione di una galleria ausiliaria che percorre un tratto ortogonale all'asse della galleria di derivazione per un tratto lungo circa 290 m. Lo scavo della galleria inizia dall'imbocco in superficie topografica, posto intorno a q. 371 m s.l.m., e seguendo un percorso inclinato raggiunge la galleria di derivazione intorno alla q. 338 m s.l.m.

L'area scelta per la realizzazione dell'opera è posta poco a sud di un piccolo torrente affluente in sinistra orografica del T. Lenta. Il torrente è sovrainposto su una importante faglia trascorrente con orientata NE-SO, che interessa prevalentemente i calcari e le marne della formazione della Corleto Peticara (CPA).



**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

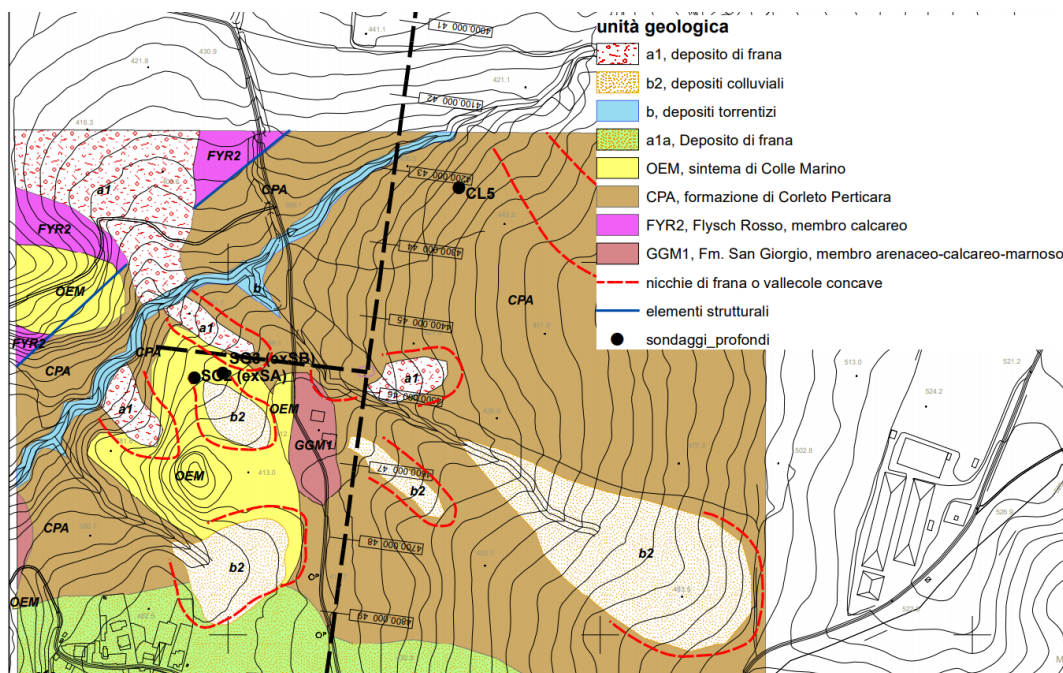


Figura 64 Carta geologica dell'area in cui è prevista la realizzazione della galleria ausiliaria

La carta geologica di Figura 64 evidenzia nell'area d'intervento la presenza di un substrato rappresentato prevalentemente dai terreni calcareo marnosi della formazione di Corleto Perticara (CPA) e su questi terreni in appoggio discordante una successione di depositi sabbiosi del sintema di Colle Marino (OEM) e lembi argilloso arenacei della formazione di S. Giorgio (GGM).

La **formazione di Corleto Perticara (CPO)** è costituita da calcilutiti bianche e giallognole, a frattura concoide e/o prismatica, laminate, in strati medi e spessi, e da marne calcaree di colore grigio e verde chiaro in strati sottili e medi, interessate da clivaggio di fratturazione; sono presenti intercalazioni di argille ed argille marnose laminate di colore verde, grigio- scuro e marrone, e marne silicizzate a frattura prismatica.

Il **sintema Colle Marino (OEM)** è formato da conglomerati poligenici, cementati, eterometrici, costituiti da clasti poligenici e da paraconglomerati poligenici giallastri a ciottoli arrotondati, con matrice sabbiosa e cemento calcareo con intercalazioni di lenti sabbiose e sabbioso-argillose. Lo spessore della formazione nella zona non supera i 50 m.

La **formazione di S. Giorgio (GGM)** è rappresentata solo da lembi del membro arenaceo- calcareo- marnoso costituito da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzose a grana medio-fine in strati medi e sottili, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche, calcari marnosi, marne argillose e marne, e subordinati micro-conglomerati granulari in strati e banchi amalgamati. Nella zona lo spessore della formazione non supera alcune decine di metri.

Per la conoscenza dettagliata della stratigrafia dei terreni presenti nel sito di interesse sono stati realizzati lungo il tracciato della galleria i due sondaggi SG2 e SG3, fino a profondità rispettivamente di 30 m e 50 m. Le stratigrafie dei sondaggi interpretata sono schematizzate in Figura 65.

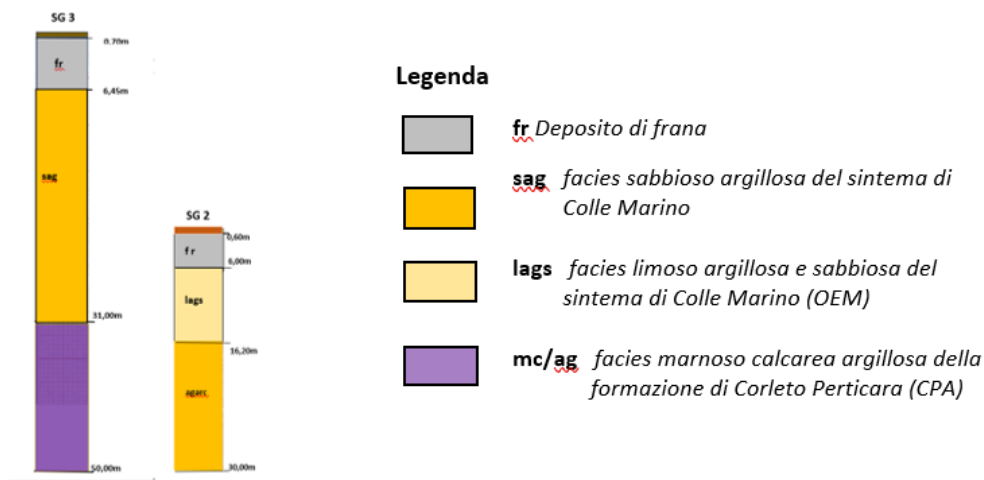


Figura 65 Stratigrafia interpretata dei sondaggi SG2 e SG3

L'opera è molto prossima ad una importante faglia il cui cinematismo ha comportato sia spostamenti verticali che deformazioni orizzontali.

### 10.2.2 Morfologia

L'analisi morfologica del territorio (Figura 66) evidenzia la presenza di alcuni dissesti che interessano la coltre dei terreni alterati per uno spessore di 4-5 m. Si tratta di fenomeni superficiali che si attivano in concomitanza di eventi pluviometrici intensi o collegati all'azione erosiva del torrente presente nelle immediate vicinanze alla base del versante. Sono presenti nell'area conche morfologiche in cui si realizza il trasporto verso valle di materiale colluviale-detritico, che denotano aree di svuotamento di coronamenti di frane superficiali. Tuttavia, come si osserva dalla Carta Morfologica, il quadro del dissesto dell'area risulta superficiale; esso interessa solo i primi metri dei terreni affioranti e non crea alcuna interferenza con la realizzazione dell'opera.

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

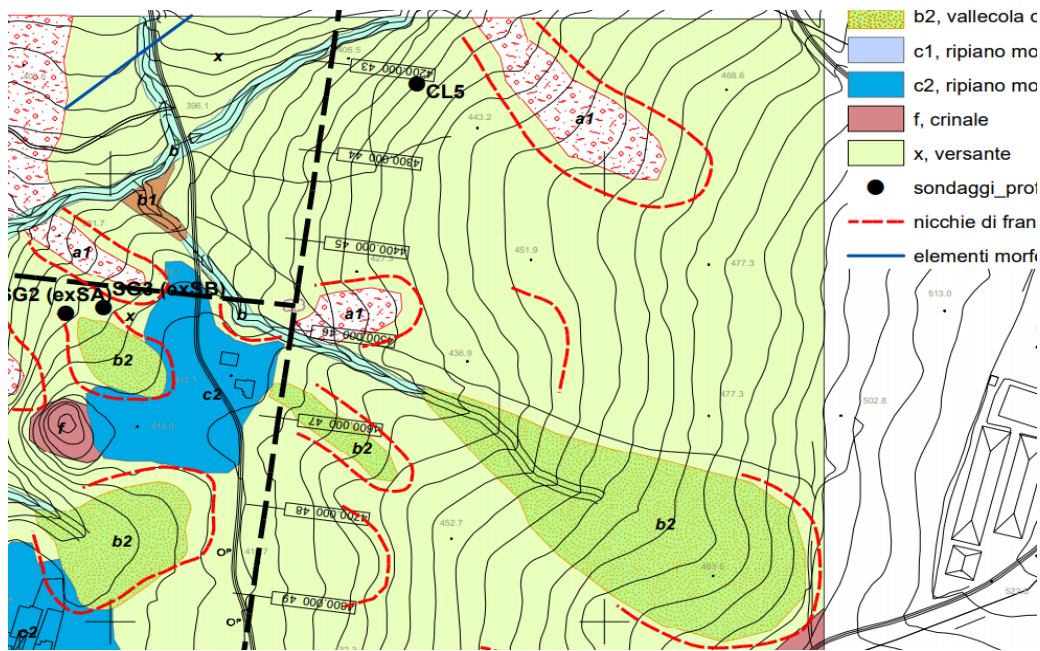


Figura 66 Carta morfologica dell'area in studio

La sezione geologica ricostruita lungo la galleria ausiliaria evidenzia il modello geologico del sottosuolo (Figura 67). Da una prima analisi dei dati disponibili, nei primi 25 m la galleria attraversa i terreni sabbioso-limosi ed argillosi del sintema di Colle Matino; intorno a q. 330 m s.l.m., corrispondente ad una profondità di circa 30 m dal p.c., lo scavo interesserà le marne ed i calcari della formazione di CPA. Probabilmente al passaggio tra le due formazioni si potrà individuare la presenza di una falda idrica di limitata portata dovuta al differente grado di permeabilità esistente tra le due unità litologiche. La sezione geologica è stata costruita tenendo conto anche dei dati dei sondaggi profondi eseguiti nelle vicinanze (CL5, S3, S3bis) che al di sotto della formazione CPA hanno attraversato, in corrispondenza della quota della galleria di derivazione, le Argille Varicolori (facies argillitica) della formazione CPA.

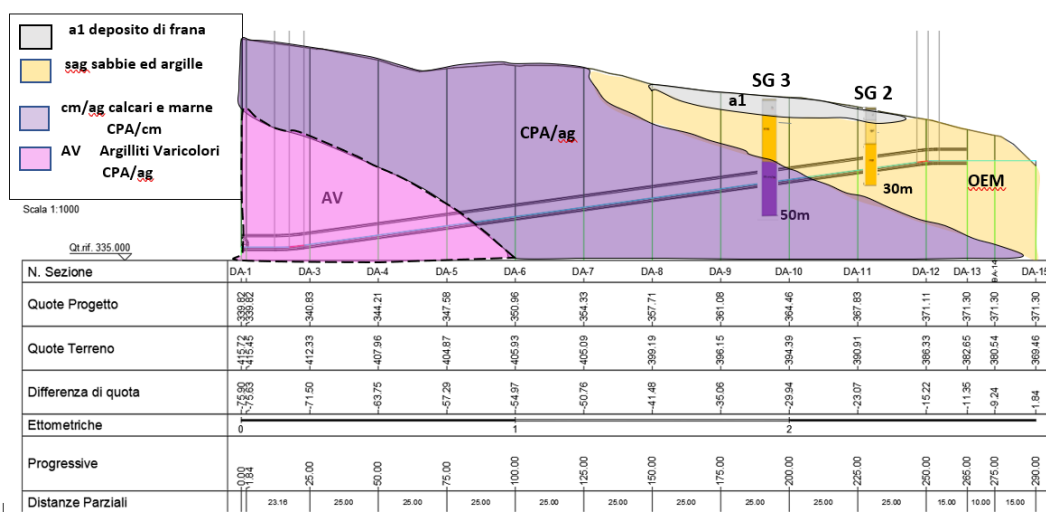


Figura 67 Sezione geologica longitudinale della galleria ausiliaria



### 10.2.3 Considerazioni sulla Idrogeologia dell'area

Sulla base dei terreni presenti nell'area, la circolazione dell'acqua nel sottosuolo dovrebbe essere limitata solo ai livelli di sabbie, dove la falda risulta essere confinata dalle sottostanti marne calcaree del CPA e/o dai livelli di argille limose presenti nella successione del sistema di Colle Marino. In base ai dati dei sondaggi lo sviluppo nel sottosuolo della superficie di contatto tra CPA e OEM è prevalentemente in direzione opposta alla galleria di derivazione. Le numerose e sottili intercalazioni argillose presenti nella successione rendono la formazione CPA permeabile per porosità con un grado di permeabilità scarso, quasi impermeabile, e con conducibilità idraulica pari a  $K < 10^{-7}$ .

### 10.3 SETTORE PONTE: IMBOCCO GALLERIA, POZZO PIEZOMETRICO, CONDOTTA FORZATA E IMPIANTI DI SERVIZIO

Nel territorio del Comune di Ponte, a circa un chilometro dal centro abitato sul fianco occidentale del rilievo di Toppa Infocata, il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere: *imbocco della galleria, pozzo piezometrico, condotta forzata e gli impianti di servizio.*

Nell'area sono state condotte due campagne di indagini: la prima nel 2019 per il progetto di fattibilità e la seconda nel 2020 per il Progetto definitivo. Nelle figure 63-64 sono rappresentate in pianta le ubicazioni dei sondaggi nelle due aree interessate dagli impianti e dalla condotta forzata. Nella tabella 15 sono sintetizzate le indagini e le relative attività svolte.

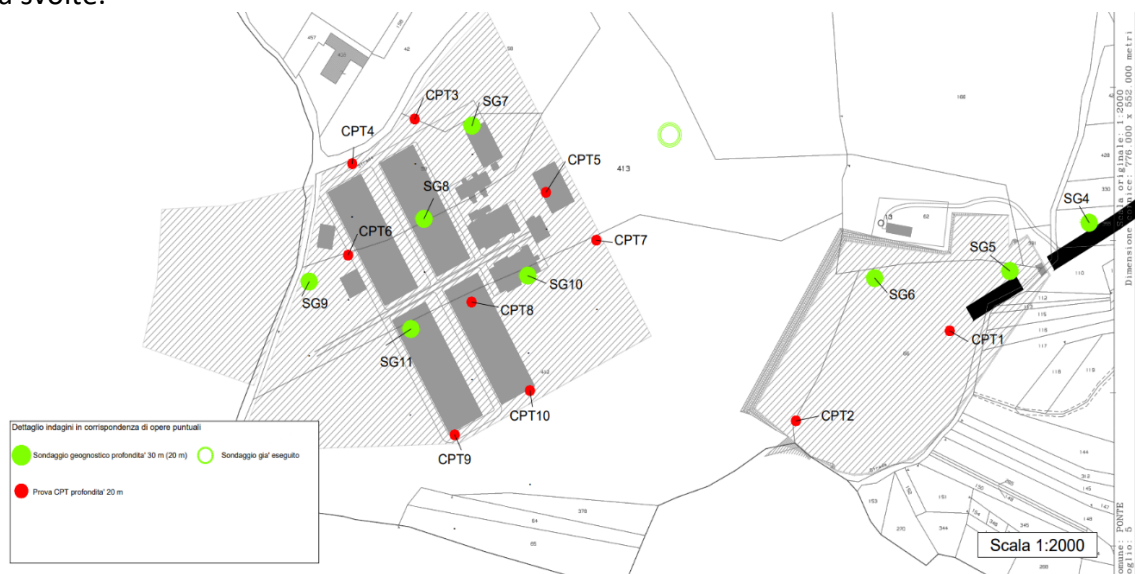


Figura 68 Ubicazione indagini per l'area impianti e per la Condotta forzata

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

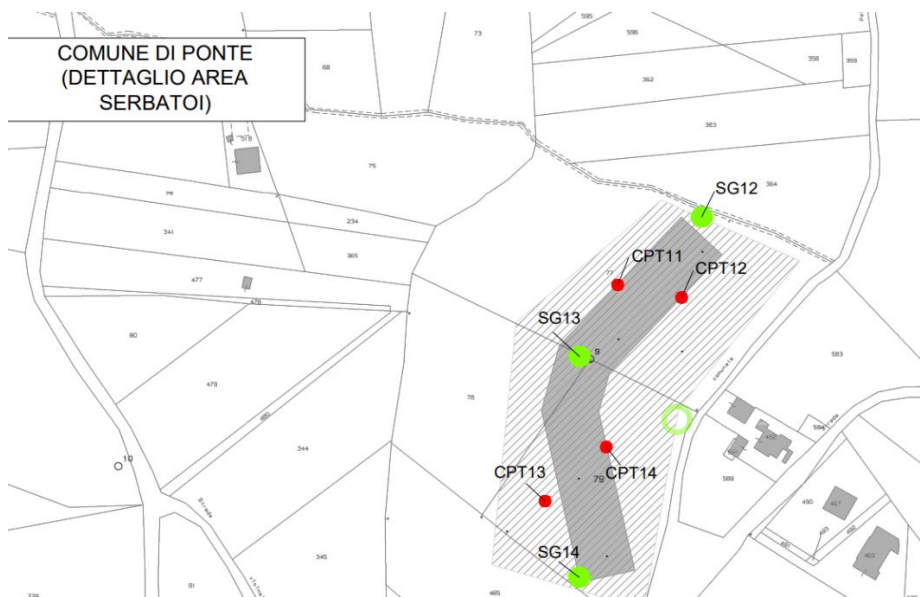


Figura 69 ubicazione indagini nell'area dei serbatoi

Sigla Sondaggio	Profondità	Quota s.l.m.m.	Campioni indisturb.	Strumenti installati	PROVE DOWN HOLE
S1 (2019)		370			
S2 (2019)		290			
S3 /2019)		246			
SG4	35m	355	2		
SG5	30m	340	3		X
SG6	20m	325			
SG7	30m	265	2		
SG8	30m	265	2		X
SG9	30m	260	3	Inclinometro	
SG10	30m	265	2		
SG11	30m	260	2		
SD12	30m	245			
SG13	30m	245			X
SG14	30m	245			

Tabella15 indagini condotte nella zona di Ponte

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti, reinterprete alla luce delle conoscenze della geologia di superficie, sono riportate in Figure 70 e71.

**AREA PONTE STRATIGRAFIE INTERPRETATE**

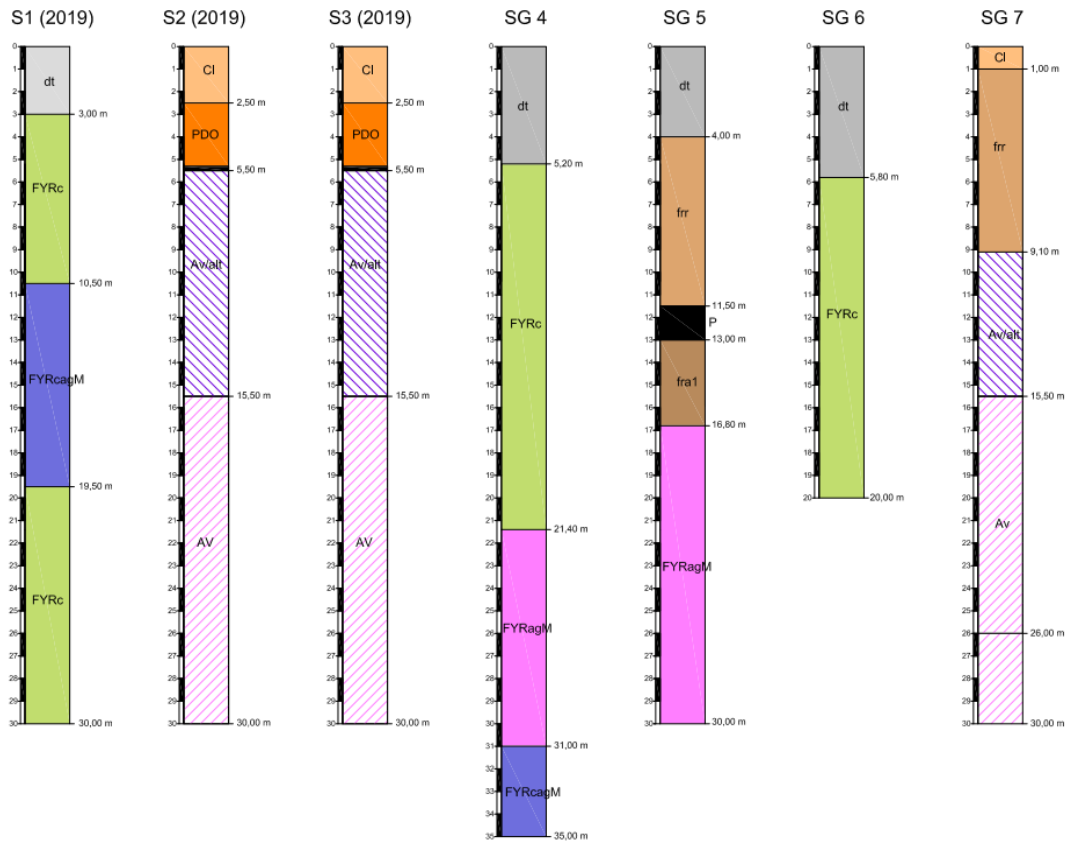
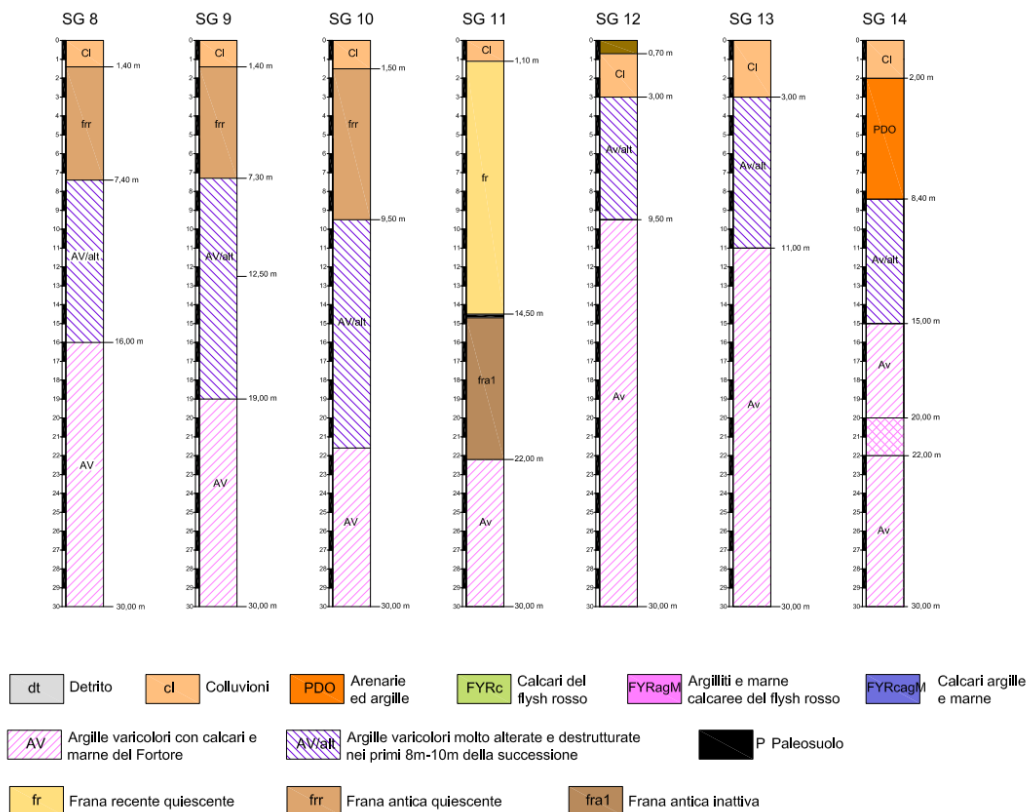


Figura 70 Interpretazione delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area impianti

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**



*Figura 71 Interpretazione delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area impianti*

La ricostruzione della geologia dell'area si è avvalsa anche dei risultati dei sondaggi profondi realizzati in asse galleria (CL7, CL8, CL9).

### 10.3.1 Geologia

La geologia dell'area è caratterizzata dalla presenza della Unità tettonica della Valle del Tammaro (VT) sottoposta tettonicamente all'Unità di Frigento. L'unità tettonica della Valle del Tammaro è costituita dal basso verso l'alto dalle seguenti formazioni: *Formazione delle Argille Varicolori (AV)*, *Formazione di Corleto Perticara (CP)* e *Formazione di Paola Doce (PDO)* (figura 71).

La **Formazione delle Argille Varicolori (AV)** è costituita prevalentemente da argille di colore grigio, verde, rosso e violaceo, sottilmente scagliettate, in strati sottili con intercalazioni di calcilutiti verdoline e grigie con vene di calcite spatica, calcareniti e calciruditi grigie in strati sottili e medi. L'unità ha uno spessore di alcune centinaia di metri.

La **Formazione di Corleto Perticara (CPA)** è costituita da calcilutiti bianche e giallognole, a frattura concoide e/o prismatica, laminate, in strati medi e spessi, e da marne calcaree di colore grigio e verde chiaro in strati sottili e medi, con intercalazioni di argille ed argille marnose laminate di colore verde, grigio scuro e marrone, in strati medi e spessi. Lo spessore supera i 50 m.

La **Formazione di Paola Doce (PDO)** è costituita da arenarie grigiastre o giallognole, arcose ed arcoseo-litiche con quarzo, a grana medio-grossolana e medio-fine, da

litareniti micacee e tufitiche in strati e banchi massivi e fratturati. Di regola lo spessore è limitato a poche decine di metri.

L'Unità tettonica di Frigento (FYR) è formata dal basso verso l'alto dalle unità geologiche del **Flysch Rosso**, Flysch Numidico e Fragneto Monforte. Nella zona a monte degli impianti è presente in superficie solo il F. Rosso (FYR), costituito da due principali litofacies: la litofacies calcareo-clastica (**FYRc**) e la litofacies argilloso-marnosa (**FYRagM**).

La litofacies calcareo-marnosa (FYRc) è costituita da alternanze di calcari e marne rosse in strati e banchi fino ad un metro di spessore con intercalazioni di strati di calcareniti grigio-verdastre calciruditi, e calcilutiti grigiastre e biancastre. Nell'ambito di questa litofacies si segnalano a più altezze della successione lenti discontinue di una ulteriore facies litologica **FYR<sub>cagM</sub>**, in cui gli strati calcarei sono alternati a livelli di marne e argille. La presenza di questa ulteriore litofacies influenza in maniera significativa le caratteristiche idrogeologiche del F. Rosso.

La litofacies argilloso-marnosa (**FYR<sub>agM</sub>**) è costituita da argille, argilliti marnose e marne di colore rosso, grigio e verde, talora parzialmente silicizzate e lenti di calcareniti e calciruditi bioclastiche, in strati prevalentemente sottili e strati di dimensioni medie, con stratificazione irregolare.

Nella zona di Ponte l'unità **AV** occupa quasi tutta l'area del versante dal fondovalle del T. Lenta, posto intorno a q. 100 m s.l.m., fino alla zona degli impianti intorno a q. 270 s.l.m. L'unità non è visibile in superficie in quanto è ricoperta da una coltre spessa almeno 3-4 m di depositi detritici, in alcuni settori costituiti da terreni di frana ed in altri da colluvioni. I sondaggi che hanno attraversato le AV in questa zona (figg. 70 e 71) hanno evidenziato che la formazione nel sottosuolo presenta quasi ovunque nei primi 6-7 metri di spessore un elevato stato di alterazione e degradazione. Nella zona sono stati cartografati passaggi latero/verticali di tipo eteropico tra le AV ed i calcari marnosi della Formazione di Corleto Perticara e con, lembi di modesta estensione, alle arenarie arcosico-litiche della Unità Paola Doce (cfr carta Geologica).

Dalla quota di circa 270 m s.l.m. circa fino allo spartiacque posto a q.415 m s.l.m. si sviluppa, invece, l'Unità di Frigento, che nella zona è rappresentata dalla litofacies calcareo marnosa del Flysch rosso (FYRc)



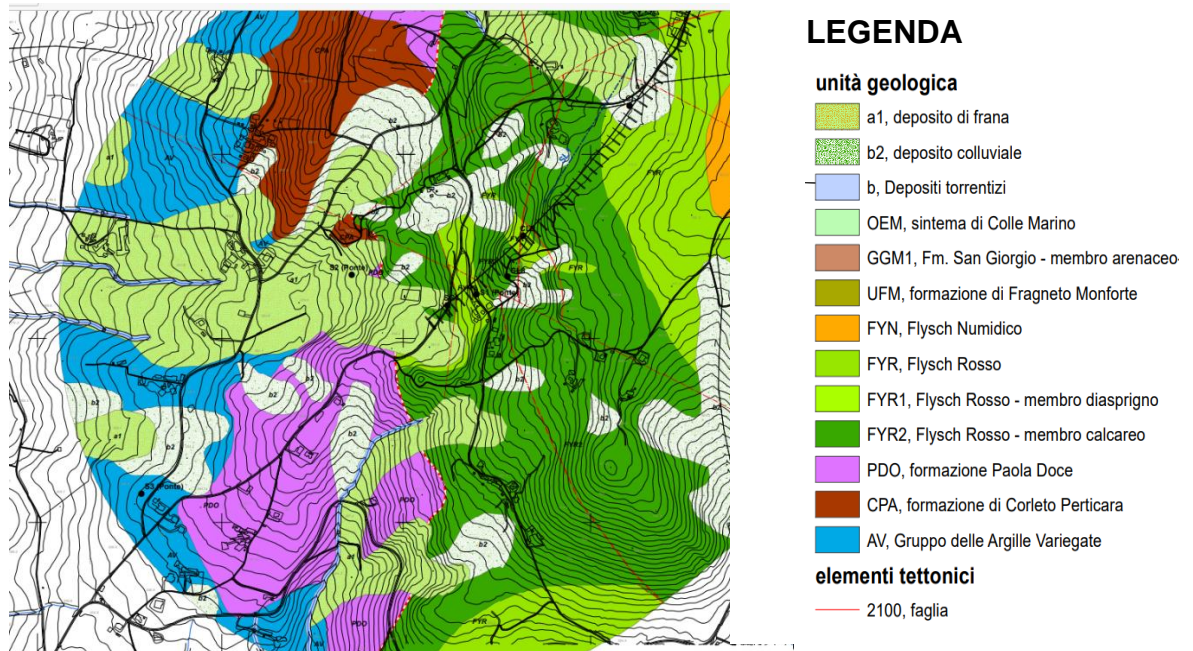


Figura72 Carta geologica del settore dell'imbocco galleria lato Ponte

### 10.3.2 Morfologia

La morfologia del versante della dorsale interessata dall'attraversamento della Galleria di derivazione nel settore meridionale (Zona Ponte) è condizionata fortemente dalla differente risposta ai processi erosivi delle unità litologiche presenti nell'area da correlare con la presenza dei terreni del F. Rosso e delle Argille Varicolori. Infatti, in corrispondenza dei calcari dell'unità del F. Rosso, la morfologia è caratterizzata da pareti acclive interrotte da sistemi di faglie dirette e fratture che hanno suddiviso la dorsale calcarea in vari blocchi ribassati verso sud da faglie beanti, all'interno delle quali si sviluppano piccole vallecole riempite di materiali detritici. Al contrario in corrispondenza del settore di valle caratterizzato dall'affioramento dell'unità delle Argille Varicolori, il versante presenta profili con pendenze più basse, e con superfici concavo convesse condizionate dalla presenza di coperture sciolte interessate da locali dissesti.

Nella Fig. 73 è illustrato uno stralcio della carta morfologica dalla quale evince il rapporto esistente tra le opere previste in progetto ed i caratteri geomorfologici dell'area. Come è possibile osservare l'imbocco è posto in corrispondenza del tratto di versante in F. Rosso molto acclive dove i fenomeni di alimentazione delle frane antiche non sono più presenti in quanto esauriti. Lungo la zona di raccordo con il sottostante pianoro, dove è previsto l'attraversamento delle opere idrauliche di collegamento (condotta forzata), si rinvenivano alcune vallecole in cui sono presenti corpi di frana antichi e recenti in stato di quiescenza. In questo settore il versante in flysch Rosso ha la conformazione di un anfiteatro formatosi a seguito dell'arretramento di sistemi franosi di ampie dimensioni del tipo scorrimento rotazionale, attivatisi sotto condizioni morfo-climatiche molto diverse dall'attuale e quindi oggi inattivi. A seguito di tali processi il profilo del versante si presenta molto articolato.

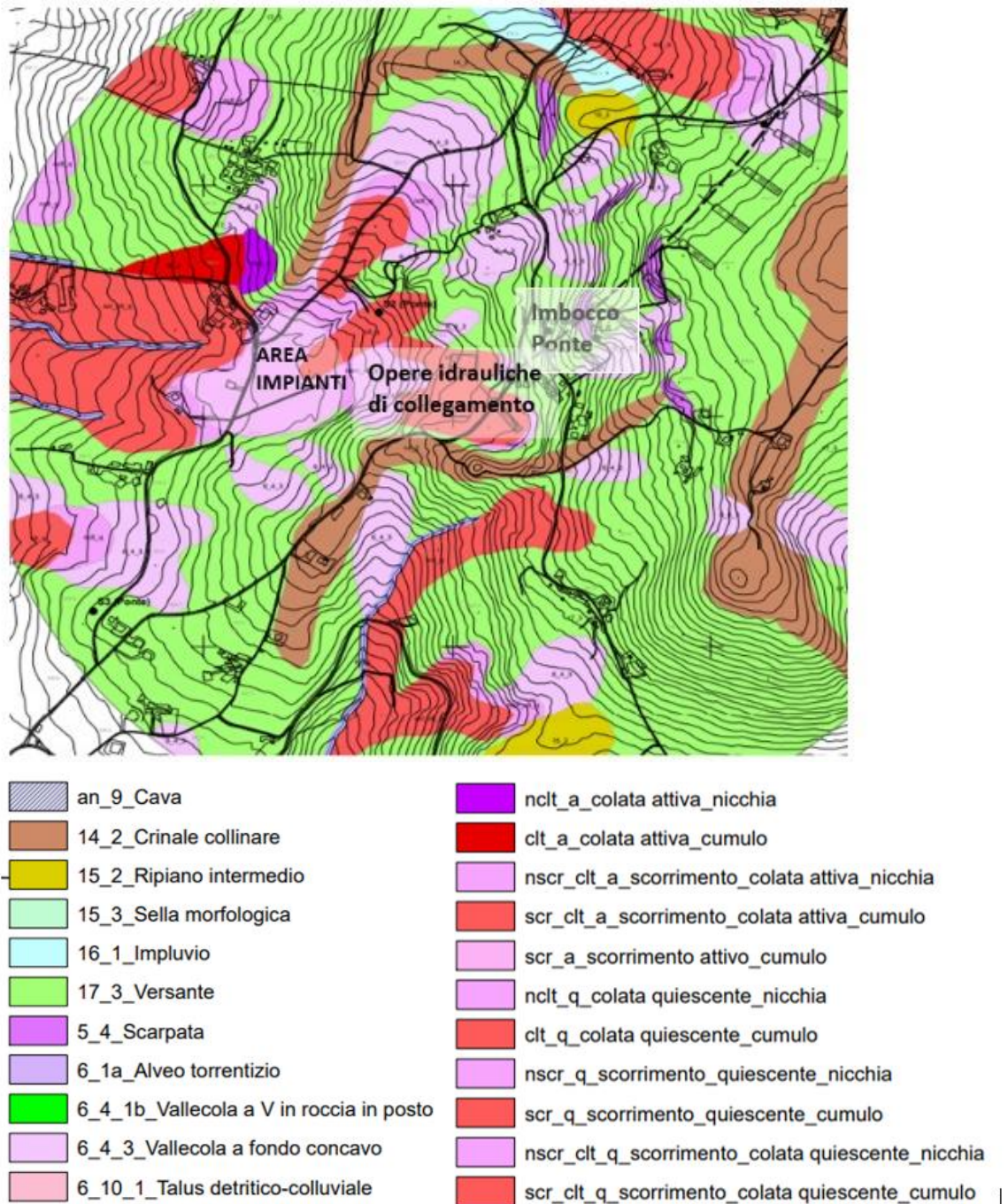


Figura 73 Morfologia dell'area degli impianti e di imbocco della galleria

In Fig.73, l'andamento delle isoipse individua, sia lungo il crinale sommitale che nella parte alta del versante, una serie di piccole scarpate a controllo morfo-strutturale nel Flysch Rosso. Alla base delle scarpate sono presenti numerosi gradini morfologici, costituiti da blocchi calcarei di Flysch Rosso ribassati dalla tettonica. Essi sono localmente separati da vallecole concave e da accumuli di terreni di frana, formati a seguito di successivi assestamenti morfologici documentati da paleosuoli intercalati ai depositi detritici. Su questo substrato litologicamente articolato è presente un cono detritico di



natura limo-argillosa di spessore variabile fino a 5-10 m che raccorda tutte le asperità sepolte.

In questo settore le antiche aree di alimentazione sono completamente esaurite e morfologicamente non sono più riconoscibili; si individuano vallecole concave parzialmente riempite di depositi detritici misti a residui di terreni di antica frana, con spessori ridotti nei tratti di monte. In alcune di queste vallecole sono presenti dissesti con uno stato di attività quiescente, che in corrispondenza di eventi pluviometrici particolarmente intensi potrebbero riattivarsi in parte, dando luogo a dissesti prevalentemente di tipo colamento.

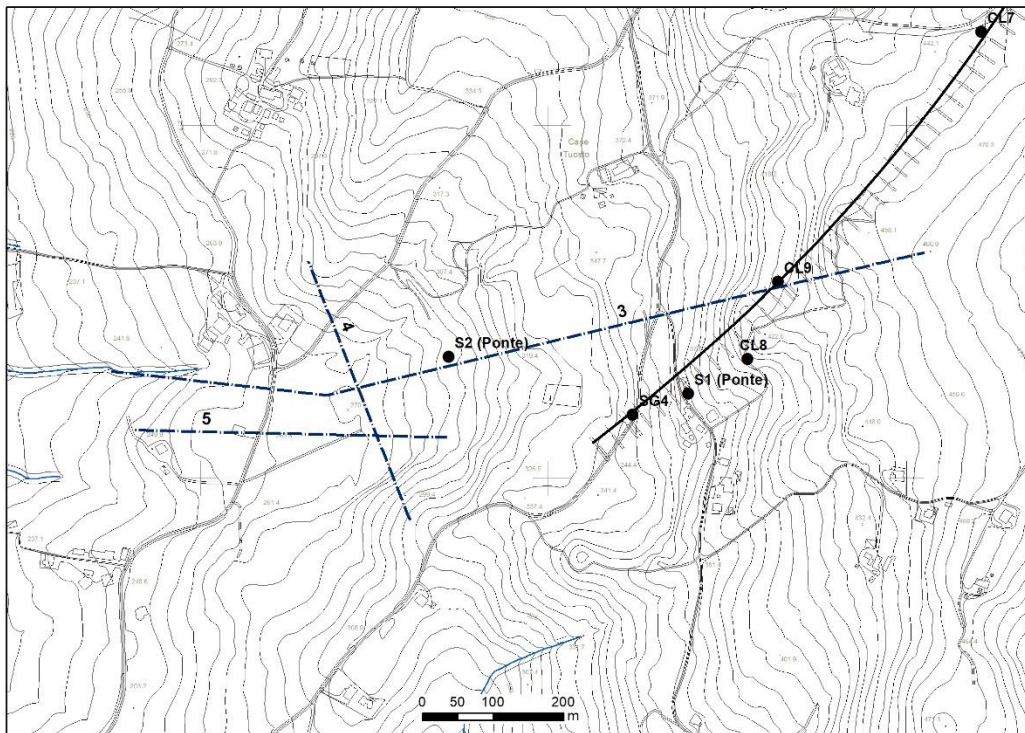


Figura 74 Stralcio della carta topografica per l'ubicazione dei sondaggi e tracce di sezioni

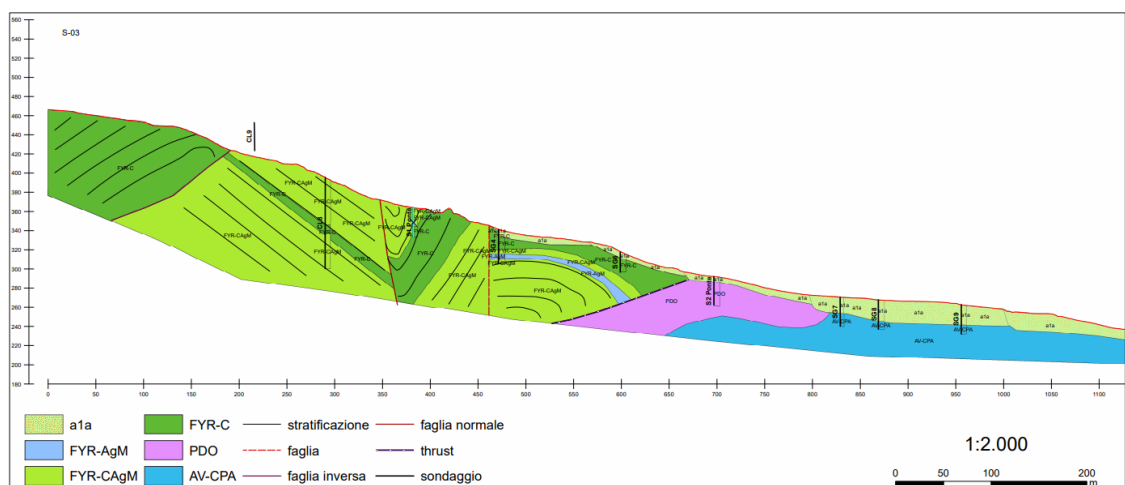


Figura 75 La sezione geologica si sviluppa dal sondaggio CL 9 fino all'area degli impianti passando per i sondaggi SG7, SG8, SG9. La zona di alimentazione delle antiche frane è completamente esaurita,

mentre gli antichi accumuli di terreni di frana sono fossilizzati da una coltre superficiale di colluvioni mista a detrito di versante.

Nella porzione intermedia del versante, ove saranno realizzate gran parte delle opere in progetto, posta immediatamente a valle del cono detritico, si apre una ampia area sub-pianeggiante, che sotto il profilo morfologico da interpretare come la zona di nicchia delle frane antiche, dove si è verificato nel passato l'arretramento della scarpata in Flysch Rosso e la migrazione verso valle dei degli antichi corpi di frana con conseguente svuotamento di gran parte dei terreni di frana. Il modello geologico del sottosuolo (Figg. 74 e 75) è dedotto dalle stratigrafie dei sondaggi SG7, SG8, SG9, SG10, SG11, SG12, SG13 e SG14, e dei sondaggi S2 e S3, Tutti questi sondaggi sono stati approfonditi nel sottosuolo fino 30 m dal p.c. Dall'analisi delle carote emerge una stratigrafia piuttosto omogenea in base alla quale il substrato profondo è formato dai terreni argillitici della Formazione delle Argille Varicolori. In più sondaggi l'unità delle AV nei primi 10-15 più superficiali si presenta molto alterata; in essa i termini marnosi hanno perso coesione e localmente si presentano disfatti e destrutturati, mentre la stratificazione è osservabile solo per alcuni tratti delle carote.

Al di sopra della unità AV sono presenti, con spessori molto variabili, lenti e livelli discontinui di terreni prevalentemente argillosi in assetto caotico da considerare come residui dei terreni appartenenti ai cumuli delle frane antiche, oramai stabilizzati come documentato dal monitoraggio inclinometrico attivo in zona già da vari mesi. Infine, nella pozione più superficiale, per i primi 5-8 m, è largamente diffusa una coltre di colluvioni mista a detrito di versante costituita da argille destrutturate, limi e pezzame lapideo di dimensioni molto fine che fossilizzano i sottostanti depositi. (Figura 76).

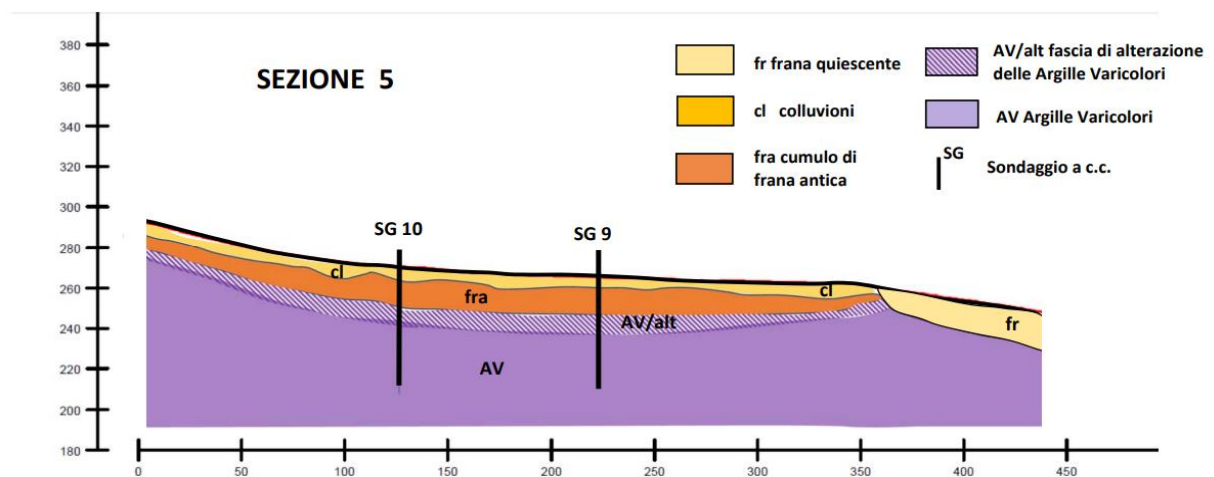


Figura 76 Sez. 5. Nell'ambito dell'area pianeggiante in cui è prevista la progettazione delle opere, nel sottosuolo è presente una coltre di depositi di antica frana (fra), oramai stabilizzati, spesso fino a 10-12 m che ricopre i terreni delle argille varicolori

Le opere che verranno realizzate lungo il settore di raccordo tra il rilievo in calcari del flysch rosso e la piana dovranno essere valutate con la massima accuratezza, sia in fase di progettazione che in fase esecutiva, in quanto i terreni di frana che saranno interessati

dagli scavi possono presentare spessori consistenti per la sovrapposizione di più corpi di frana (recenti su antichi).

### 10.3.3 Idrogeologia dell'area

Nell'area degli impianti sono presenti numerosi depositi detritico-clastici, derivanti sia dalla degradazione di rocce calcaree e calcareo- marnose del Flysch Rosso o anche da accumuli di detriti di frana. Tutti questi terreni non sono molto permeabili per porosità e sono sovrapposti ad un substrato costituito prevalentemente dalla formazione delle AV, che per la loro prevalente composizione argillosa, è da considerarsi impermeabile. Pertanto, questa condizione di stratigrafica favorisce la presenza di una falda nei depositi detritici. Nella tabella sono indicate le misure piezometriche eseguite per i sondaggi SG4, SG6, SG 11, SG14, fino al mese di ottobre 2020. La falda nel piezometro P SG4 è fortemente influenzata dal regime delle piogge; il piezometro P SG6 si presenta asciutto, mentre il piezometro P SG 11 ha la falda livellata a -0,79 m dal p.c. e il piezometro P SG 14 a -3,85m dal p.c.

Sigla Perforazione	Quota Assoluta Testa Pozzetto	Lunghezza (m)	Tratto Finestrato (m)	Data Installazione	LETTURE									
					DATA 10/09/20	DATA 10/09/20	DATA 11/09/20	DATA 15/09/20	DATA 21/09/20	DATA 29/09/20	DATA 01/10/20	DATA 03/10/20	DATA 06/10/20	DATA 12/10/20
SG4	396.377	22.00	---	21/09/20	---	---	---	---	16.70 (ore 16:25)	17.99 (ore 09:20)	---	---	18.10 (ore 10:00)	08.07 (ore 12:35)
SG6	376.694	5.50	---	01/10/20	---	---	---	---	---	---	5.60 (ore 15:05)	---	Asciutto (ore 10:10)	Asciutto (ore 12:45)
SG11	314.730	22.50	---	10/09/20	0.00 (ore 11:40)	0.76 (ore 13:30)	0.77 (ore 10:10)	1.31 (ore 13:10)	---	1.20 (ore 09:35)	---	---	1.37 (ore 10:55)	0.79 (ore 11:40)
SG14	287.289	7.50	---	03/10/20	---	---	---	---	---	---	---	0.20 (ore 12:40)	3.31 (ore 10:25)	3.85 (ore 12:10)

Tabella 20 – Misure piezometriche area impianti Ponte.

### 10.4 CONDOTTA FORZATA ED AREA SERVIZI

Al fine di evidenziare le geometrie dei terreni presenti nel sottosuolo ed il loro impatto con le opere previste in progetto nella zona di Ponte è stata redatta una carta geologica di dettaglio (Figura 77)



STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA DELL' AREA IMPIANTI

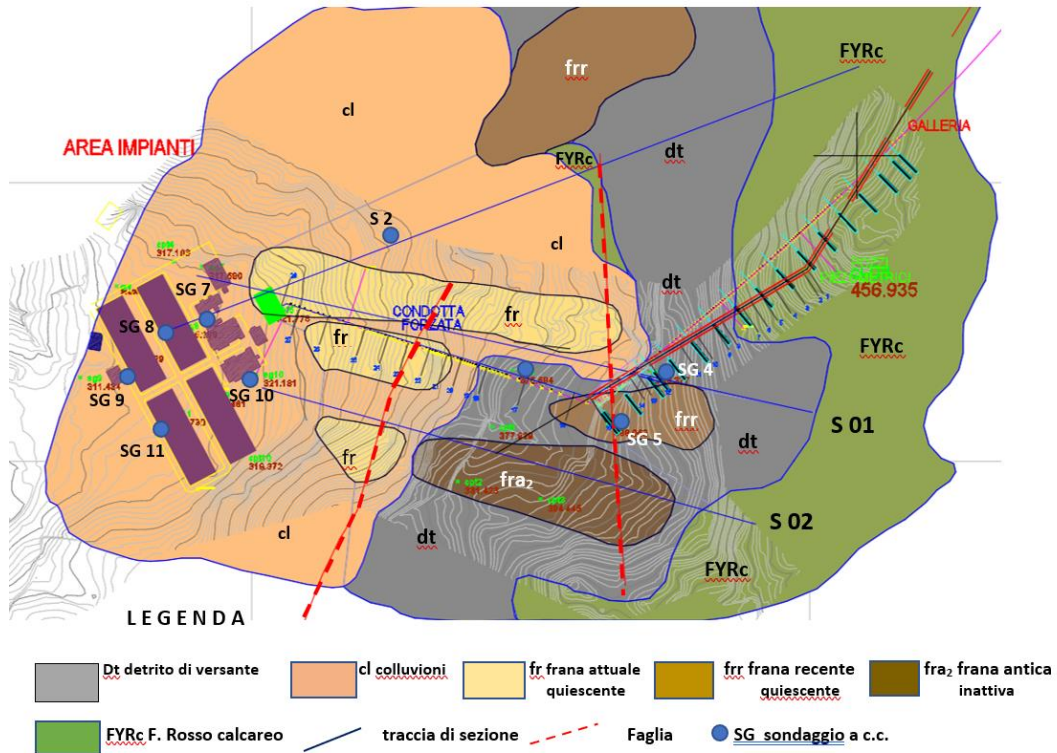


Figura 77 Carta geologica con rappresentazione dei principali dissesti dell'area degli impianti e della condotta forzata

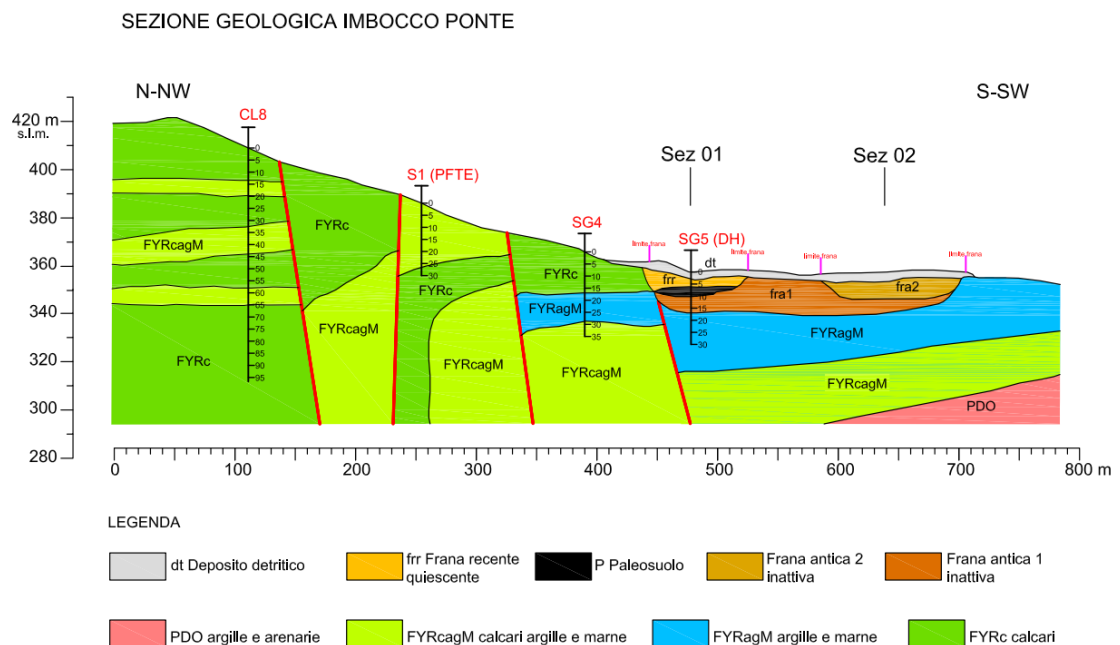
Nella planimetria di figura 72 è illustrato lo sviluppo della condotta forzata fino agli impianti di servizio. L'opera attraversa un settore del versante caratterizzato prevalentemente dalle facies litologiche del F. rosso.

Nella porzione alta del versante, dove affiora la facies calcarea del f. Rosso (FYRc) è prevista l'ubicazione dell'imbocco della galleria ed il pozzo piezometrico. I sondaggi CL7, CL8 e CL9, eseguiti in corrispondenza dell'asse della galleria, hanno attraversato fino alla profondità investigata di 110 m solo i termini calcarei e calcareo-marnosi della Formazione del F. Rosso. La successione stratigrafica si presenta molto omogenea con ripetute alternanze di pacchi di strati costituiti da calcilutiti bianche con aspetto marmoreo, calcareniti e calcari marnosi, in cui si riscontrano sottili livelli argillitici. Lo spessore di questi pacchi di strati varia da 5 m a 7-8 m (cfr. stratigrafie sondaggi). La facies calcarea FYRc viene sostituita per alcuni tratti spessi 4-5 m da livelli e strati di marne argillose e argilliti con calcari marnosi. La frazione lapidea nei tre sondaggi citati prevale sempre sulla frazione marnoso-argillitica. Tutta la successione litologica investigata è ben strutturata in strati con orientamento alquanto variabile, in quanto l'ammasso roccioso si presenta, per quasi tutto lo sviluppo indagato, interessato da numerose discontinuità. Nei carotaggi estratti dai sondaggi sono più frequenti le carote con dimensioni superiori a 0,50 m, nella porzione medio bassa dell'ammasso roccioso. Nei tre sondaggi profondi prima menzionati non è stata rinvenuta la falda idrica, anzi durante la fase di scavo si sono registrate perdite dei fanghi di circolazione a causa dello stato di fratturazione della roccia.

Il tratto iniziale della condotta forzata attraversa i calcari del Flysch rosso intorno a q. 337 s.l.m (sezione geologica di figura 72) con un dislivello di circa 70m rispetto alla superficie. Tale dislivello si annulla in corrispondenza della sezione F1. La locale successione stratigrafica, sulla base dei dati dei sondaggi CL 8 e S1, è caratterizzata da una alternanza di calcari, calcari marnosi, marne calcaree con livelli sottili argilliti. Lo spessore della formazione è superiore ai 80m come documentato dal sondaggio CL 8. La formazione si presenta omogenea, ma nel suo insieme è molto fratturata; localmente la facies calcarea viene per qualche metro sostituita dalla facies calcareo marnosa argillosa. La perforazione con il sondaggio SG4 dopo aver attraversato 15m di calcari ha attraversato un pacco di strati appartenenti alla facies argillosa del F. Rosso spesso 10-12m (figura 78).

Intorno alla sezione F1 la condotta abbandona la direzione da NE-SW e prosegue con direzione E—W. Proprio in corrispondenza di questo snodo il sondaggio SG 5 ha rinvenuto nel sottosuolo un corpo di frana con uno spessore complessivo di circa 16m. La forma della frana in superficie non è visibile in quanto ricoperta da una coltre di detriti spessa oltre 4m, pertanto, nella planimetria le dimensioni areali sono ipotizzate.

Nell'ambito del corpo di frana alla profondità di 11m è stato rinvenuto un livello di terreni ricchi di sostanza organica con processo di carbonizzazione molto evoluto, tipico di un paleosuolo. Al disotto del paleosuolo il carotaggio ha attraversato fino alla profondità 16,50m dal p.c. ulteriori terreni caotici di frana al tatto molto compatti. Per tutta la perforazione non è stata rinvenuta acqua. Lo spessore della copertura, l'assenza di indizi morfologici e soprattutto la presenza del paleosuolo fanno ritenere che solo la porzione più superficiale del corpo di frana possa essere considerata quiescente.



*Figura 78 Sezione geologica tra l'imbocco della galleria e la condotta forzata. Gran parte della condotta corre nei calcari di Flysch Rosso; solo in corrispondenza della piattaforma, dove si registra il cambio di direzione verso valle, sul versante è presente un corpo di una frana quiescente di antica data*

Il substrato locale è caratterizzato dalle marne ed argilliti del F. Rosso. Nella zona a poche decine di metri dal sondaggio SG5 il sondaggio SG4 ha attraversato, al di sotto della copertura detritica, i calcari del F. Rosso per primi 15m, e successivamente un livello di argille e marne appartenente alla medesima unità formazione. La rapida variazione litologica unitamente alle condizioni morfologiche hanno portato ad interpretare la presenza di una faglia diretta che mette a contatto i termini calcarei del F. Rosso (FYRc) con quelli argillosi della medesima unità litologica (FYRagM). La particolare conformazione morfostrutturale del versante ha creato le condizioni per lo sviluppo di frane in momenti diversi, come documentato dal livello di paleosuolo, fino al raggiungimento dell'equilibrio nelle condizioni attuali.

Sono state costruite le sezioni S01 e S02 (figg. 79-80) ortogonali al fenomeno franoso per visualizzare le geometrie dei corpi geologici presenti nel sottosuolo dell'area. e le interferenze con le opere. Nelle due sezioni il livello di paleosuolo divide il corpo di frana più antico (fra1) oramai fossilizzato, da quello più recente quiescente (frr).

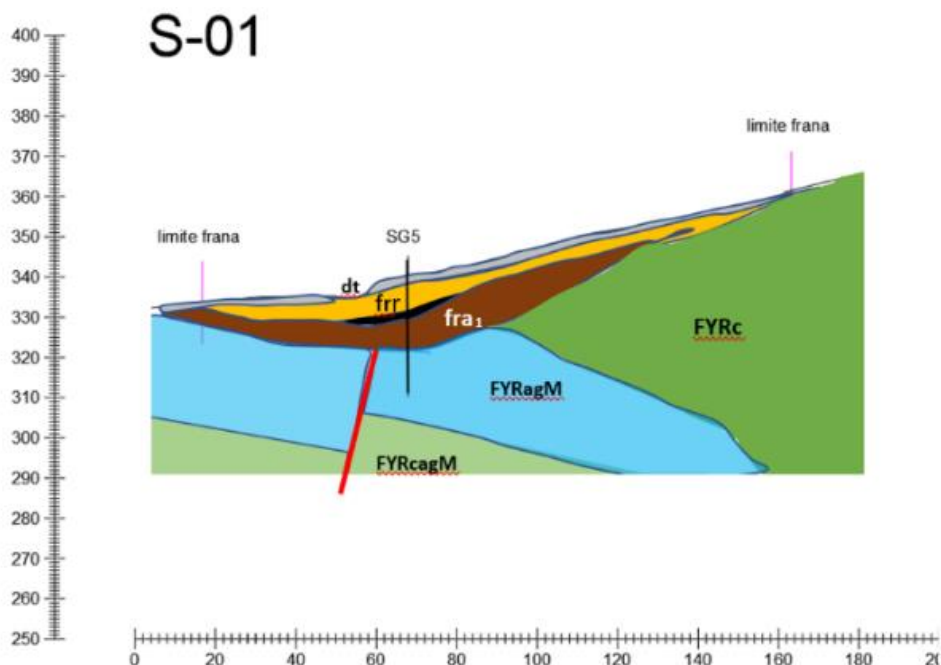


Figura 79 Sezione geologica S 01: illustra l'assetto stratigrafico del versante interessato dalla condotta forzata e la geometria dei due corpi di frana ( frr, fra1)

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

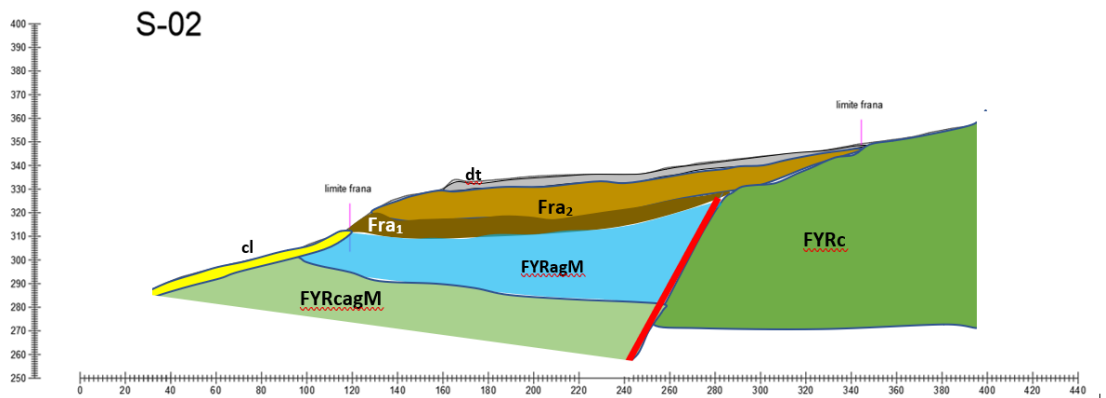


Figura 80 Sez.S-02: la sezione evidenzia i rapporti geometrici esistenti tra le varie formazioni presenti nell'area

Nella planimetria di fig.81 è evidenziato il percorso della condotta dalla piattaforma fino all'area dei servizi, nella figura 82 è illustrata la sezione geologica del versante su cui poggia la condotta.

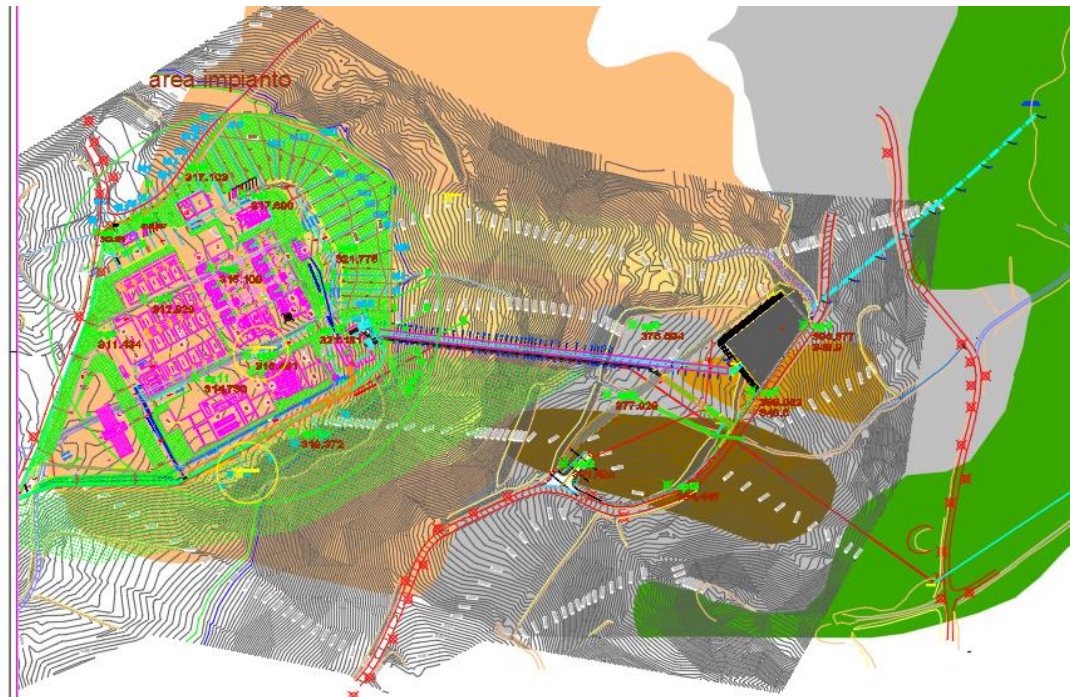


Fig. 81 Rilievo planimetrico con la rappresentazione della condotta forzata e dell'area impianti



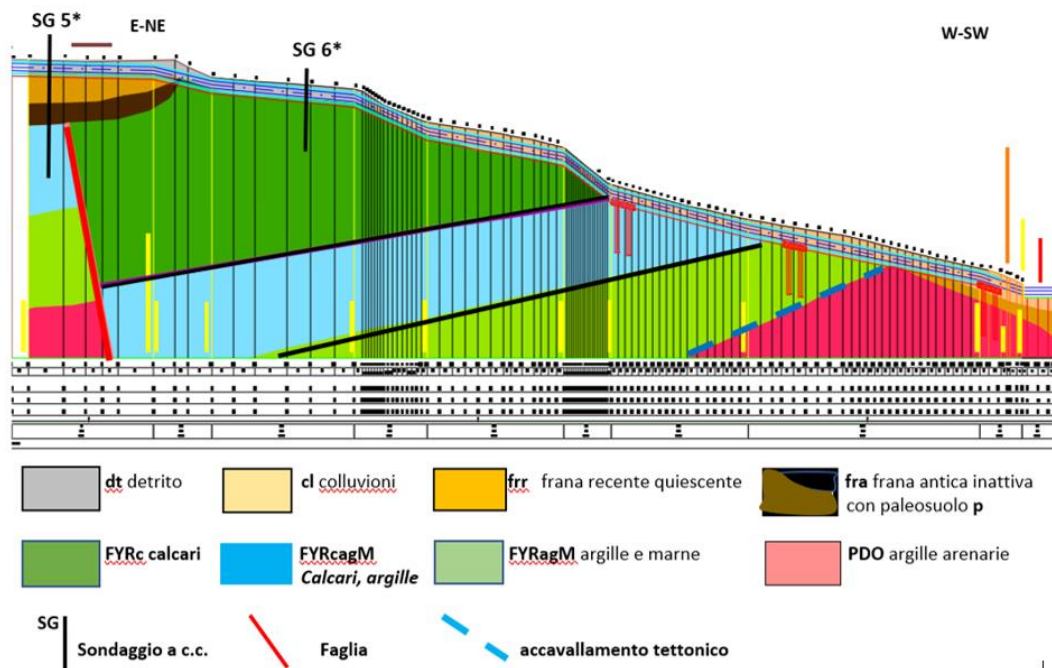


Figura 82: Sezione geologica della condotta forzata

Nella prima parte fino al picchetto F65 la condotta poggia sui calcari del F. Rosso come osservabile dal sondaggio SG6 (poco distante dalla traccia della sezione geologica costruita) e dalla conformazione della locale morfologia. Lungo questo tratto si segnalano almeno due discontinuità altimetriche dove la pendenza risulta significativa. Nella porzione medio bassa del versante il substrato è caratterizzato da terreni marnosi ed argilloso- calcarei dell'Unità del F. Rosso rispettivamente rappresentati da **FYRagM** e da **FYRcagM**. Questa successione di terreni appartenenti al F. Rosso poggia in contatto tettonico sui termini più alti della formazione delle Argille Varicolori che nella zona è eteropica alle argille ed arenarie quarzitiche della formazione di **Paola Doce (PDO)**.

Nella porzione medio bassa del versante i terreni prima descritti sono coperti da una coltre di colluvioni costituita da limi ed argille destrutturate con uno spessore dell'ordine di 3-4m in corrispondenza di piogge in questi terreni superficiali si possono generare fenomeni di colate come quelli indicati nella planimetria di figura 74. Si tratta comunque di fenomeni franosi che mobilitano volumi di dimensioni molto limitate in quanto caratterizzati da piani di scivolamento profondi qualche metro.

Nell'area dei servizi al fine di comprendere l'impatto tra le formazioni geologiche presenti nel sottosuolo ed i manufatti sono state costruite n. 3 sezioni geologiche A-A', B-B' C-C' le cui tracce sono indicate in nella planimetria di fig.83



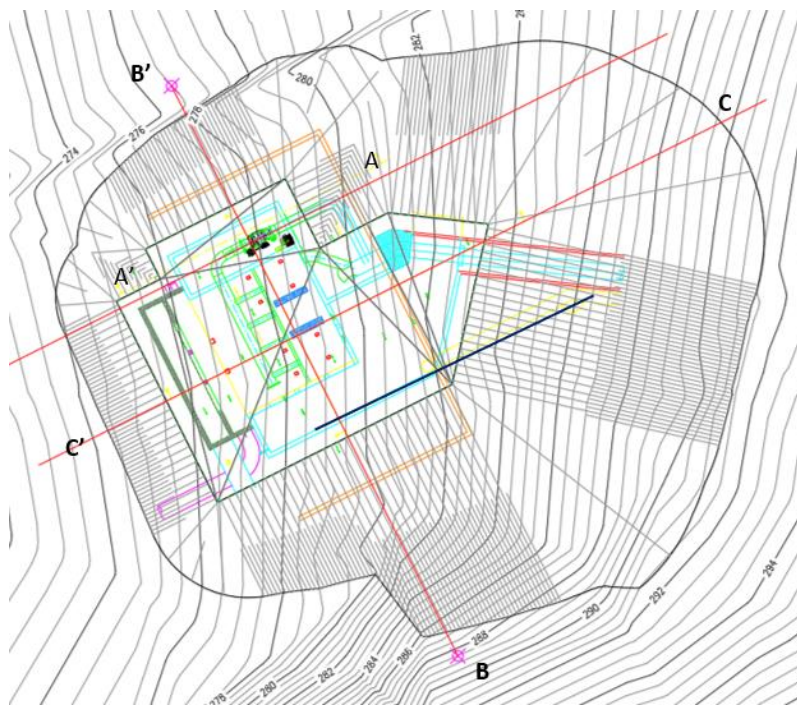


Figura 83 Planimetria dell'area della centrale elettrica con le tracce delle sezioni geologiche A-A', B-B', C-C'

Dall'analisi delle tre sezioni su cui sono state posizionate le opere previste, emerge che gli scavi interessano i terreni colluviali, per uno spessore massimo di 1,50m - 2,00m, successivamente fino alla profondità media di 7m-8m dal p.c. attraverseranno terreni di frana recente, che costituiscono gli antichi accumuli dell'area di invasione dei fenomeni franosi che si sono sviluppati nel passato sul versante. al disotto di questi terreni è presente il substrato costituito dai termini argillitici e calcareo marnosi destrutturati delle Argille Varicolori. Si tratta di terreni che hanno subito stress tettonici caratterizzati da un elevato stato di micro fratturazioni. Il monitoraggio del piezometro SG 11 condotto nell'area da alcune stagioni, evidenzia la presenza di una falda costantemente molto prossima al piano di campagna e livellata intorno a 0,70m -1,00m dal p.c.

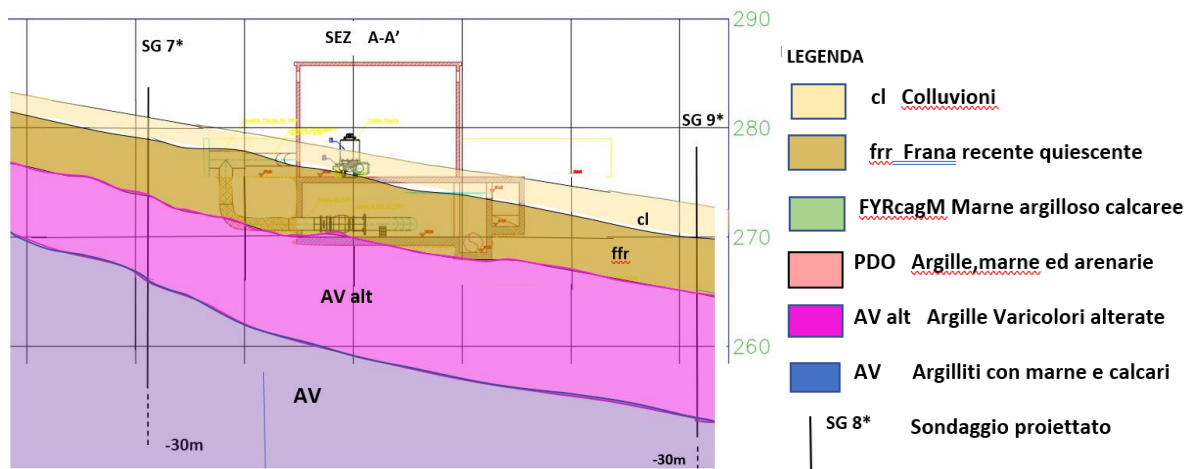


Figura 84 Centrale elettrica Sezione A-A'

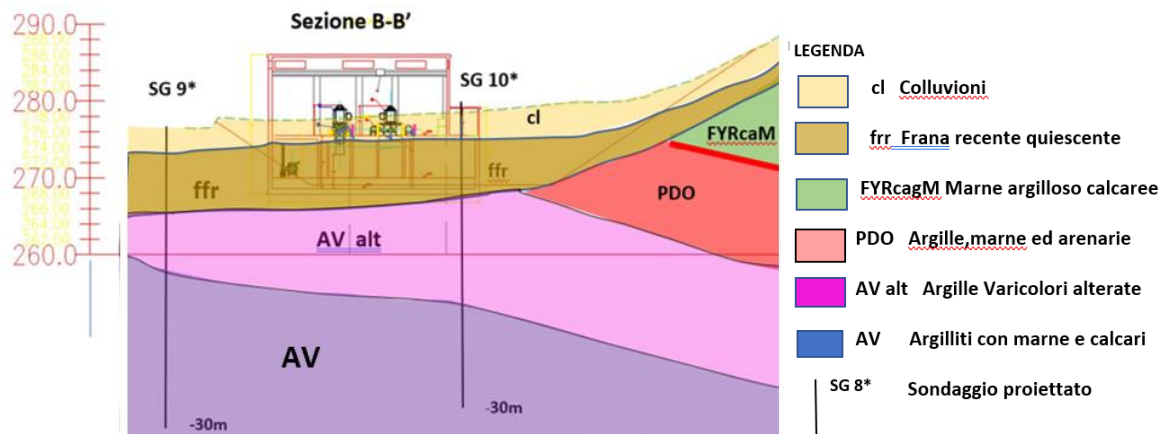


Figura 85 Centrale elettrica Sezione B-B'

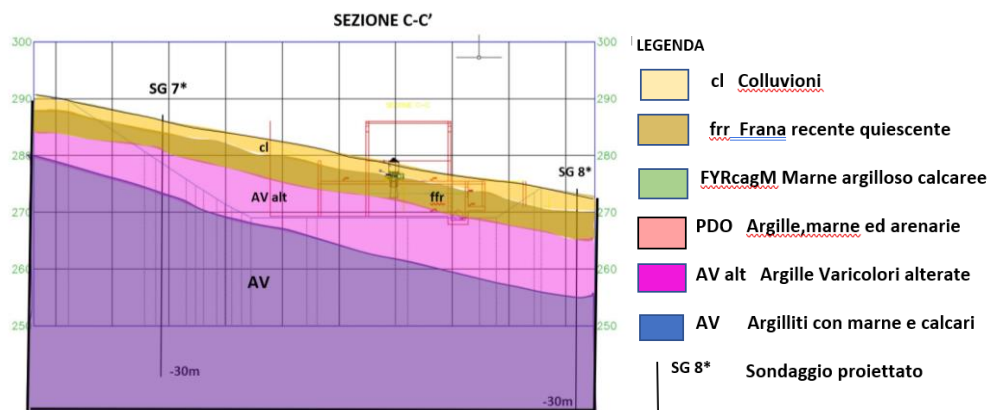


Figura 86 Centrale elettrica Sezione C-C'

## 10.5 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA (AREA IMPIANTI)

Ai fini della definizione dell'azione sismica è necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, perché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Secondo la Normativa Tecnica di riferimento (DM 17/01/2018), di seguito si definiscono la categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche per l'area degli impianti localizzata in corrispondenza dell'imbocco della galleria lato Ponte

### 10.5.1 Categoria di sottosuolo

Per la valutazione degli effetti stratigrafici si può fare riferimento (DM 17/01/2018) ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs. In tale approccio la classificazione del suolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità VS,30,

la velocità di propagazione delle onde di taglio nell'area degli impianti è stata determinata in maniera diretta con tre prove sismiche in foro Down-Hole dei sondaggi SG5, SG8, SG13 realizzate dalla ditta I.G. srl (tabb. 21, 22, 23).

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	2,00 m	2,00m	140/180	260/350
2	9,00 m	7,00m	300/333	540/610
3	19,00 m	10,00m	360/400	660/730
4	23,00 m	4,00m	400/510	760/950
5	30,00 m	7,00m	510/600	950/1100

*Tabella 21 parametri sismici da Down-Hole SG 5*

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	2,00 m	2,00m	140/180	260/350
2	11,00 m	9,00m	260/340	490/630
3	20,00 m	9,00m	360/400	680/730
4	23,00 m	3,00m	410/440	760/830
5	30,00 m	7,00m	530/620	950/1130

*Tabella 22 parametri sismici da Down-Hole SG8*

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3,00 m	2,00m	120/250	240/460
2	12,00 m	8,00m	310/340	580/630
3	18,00 m	6,00m	360/380	650/730
4	20,00 m	2,00m	430/440	790/820
5	30,00 m	10,00m	490/590	900/1100

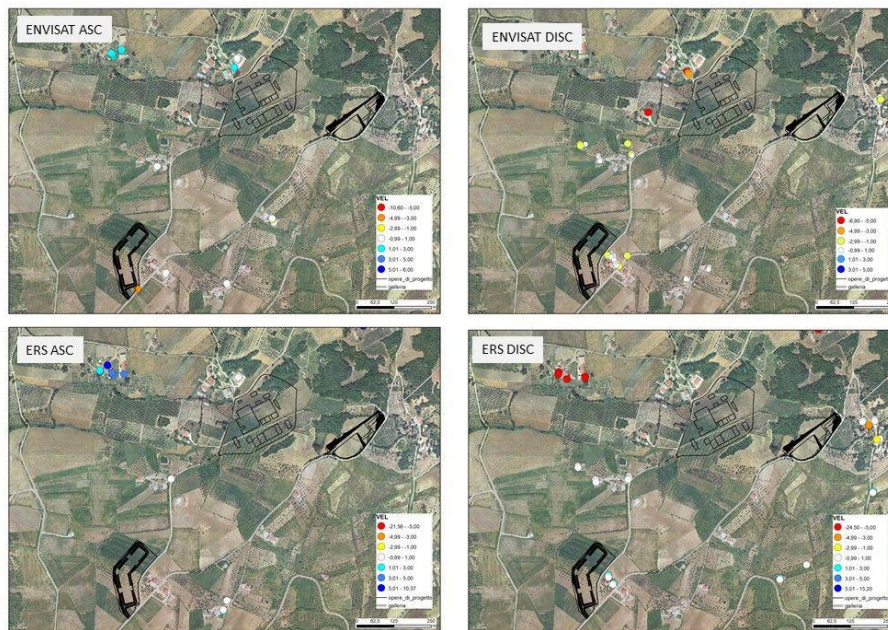
*Tabella 23 parametri sismici da Down-Hole SG 13*

Le tre indagini sismiche, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30 m (0 m-30 m) dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria B del richiamato D.M. 17 gennaio 2018 (v. Tab.1 e Tab.2). Per i dettagli si rimanda alla relazione tecnica di cantiere

Relativamente alle caratteristiche della superficie topografica, la morfologia dell'area può essere ricondotta ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.III. In particolare, l'intera area risulta classificabile in categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1.0$ .

## 10.6 DATI INTERFEROMETRICI ALL'AREA DI IMBOCCO DI PONTE

Relativamente al settore dell'imbocco di Ponte, si ha una copertura temporale quasi continua dal 1992 al 2010 ma con dati puntuali poco densi e concentrati sui gruppi di case sparse presenti nell'area. I dati mostrano valori positivi nelle orbite ascendenti e valori negativi in quelle discendenti, testimoniando movimenti deformativi con importante componente orizzontale.



Dati interferometrici riferiti all'area di imbocco di Ponte e degli impianti (1992\_2010)

L'analisi evidenzia che, relativamente al settore di Ponte, si ha una copertura temporale quasi continua dal 1992 al 2010 con dati puntuali poco densi e concentrati sui gruppi di case sparse presenti nell'area. I dati mostrano valori positivi nelle orbite ascendenti e valori negativi in quelle discendenti, testimoniando movimenti deformativi con componente orizzontale mediamente dell'ordine di alcuni mm/anno. Si prevede per le prossime fasi di progettazione incrementare il monitoraggio strumentale e aggiornare l'analisi dei dati interferometrici per valutare l'entità dei movimenti orizzontali rilevati dalla indagine da satellite e non registrati dall'inclinometro SG 9.

## **11. GEOLOGIA DELLE AREE INTERESSATE DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE**

Di seguito vengono illustrati per ogni condotta che costituisce la rete acquedottistica del Progetto i caratteri litologici, morfologici, idrogeologici e le criticità geologiche presenti nelle aree interessate dai tracciati. Si evidenzia che gli approfondimenti geologici e morfologici eseguiti durante la fase dei rilievi hanno consentito scegliere itinerari in cui le criticità geologiche sono assenti o comunque molto contenute. Lo scenario morfologico e strutturale che caratterizza alcuni territori attraversati dalle condotte con elevata diffusione di fenomeni franosi sia attivi, che quiescenti, ha imposto in questa fase preliminare uno studio dettagliato in campo sulla scelta degli itinerari per garantire all'Opera una duratura stabilità nel tempo.

Sono stati valutati gli effetti dell'evento pluviometrico dell'ottobre 2015 sul territorio d'interesse in modo particolare l'area dei Bacini della Tammarecchia, del Tammaro e della Valle Telesina ove sono stati registrati i danni maggiori (*Informa DEM16.4.2021*)

In particolare l'evento ha interessato i territori dei comuni di Pesco Sannita, Reino San Marco dei Cavoti lambiti dall'asta torrentizia del Reinello dove si sono registrate erosioni danni ad attraversamenti secondari del corso d'acqua.

Nel corso le campagne di indagini del 2019 e del 2020 eseguite per la scelta dei tracciati, in generale non sono state rinvenute particolari condizioni di criticità, se non relative a quelle già presenti prima del 2015. In particolare nelle aree alluvionate della Valle Telesina e del territorio compreso tra Pesco Sannita e S. Marco dei Cavoti dove si sono verificati gli alluvionamenti del 2015 non si riscontrano interferenze tra le criticità legate all'evento del 2015 con lo sviluppo della rete acquedottistica.

### **11.1 ADDUZIONE ACAM, NUOVA CURTI-BENEVENTO, IRRIGUO CONSORZIO BONIFICA**

La condotta parte dall'area degli impianti posta poco a nord dell'abitato di Ponte (BN) attraversa il T. Lenta e successivamente si sviluppa lungo la Valle del Calore fino a oltre Telese. Dopo l'abitato di S. Salvatore Telesino la condotta si divide in due rami. il primo si dirige verso Colle del Duca dopo aver superato la confluenza del Titerno / Volturno; il secondo si sviluppa verso NE per raggiungere Curti.

#### Tratto PK A1 – PK A26

La condotta inizia il suo percorso dall'area degli impianti posizionata su un ampio pianoro che si apre a mezza costa (q. 270 m slmm circa), sul versante occidentale di Toppa Infocata, rilievo caratterizzato da formazioni geologiche meso-cenozoiche a componente prevalente calcarea e pelitica, su cui insistono accumuli di antichi depositi di frana e depositi più recenti a prevalente componente limo argillosi di origine colluviale. Il modello geologico del sottosuolo (Figure 75-76) è dedotto dalle stratigrafie dei sondaggi SG7, SG8, SG9, SG10, SG11, SG12, SG13 e SG14, e dei sondaggi S2 e S3.



In base a tale modello, il substrato dell'area è rappresentato dai termini delle Argille Varicolori, costituiti da argille, argille marnose e argilloscisti, in giacitura caotica, intervallate da lenti strati di calcareniti e marne, il cui stato di fratturazione è tale da determinare una frammentazione della componente litoide in pezzame che si ritrova diffuso in maniera caotica nella matrice argilloso/scistosa. Solo nelle aree più prossime al versante occidentale di Toppa Infocata nel sottosuolo sulle Argille varicolori sono presenti i calcari del F. Rosso.

In questo settore le antiche aree di alimentazione sono completamente esaurite e morfologicamente non sono più riconoscibili; si individuano vallecole concave parzialmente riempite di depositi detritici misti a residui di terreni di antica frana, con spessori ridotti nei tratti di monte.

Il profilo morfologico della zona (fig 10.2) compreso tra il picchetto A1 ed A4 corrisponde alla nicchia di una ampia frana antica attualmente inattiva, dove si è verificato nel passato l'arretramento della scarpata in Flysch Rosso e la migrazione verso valle dei degli antichi corpi di frana con conseguente svuotamento di gran parte dei terreni di frana. Il monitoraggio inclinometrico, non ha evidenziato alcun movimento di massa

Dal punto di vista idrogeologico il primo tratto delle condotte insiste su un substrato geologico impermeabile (cfr. Carta Idrogeologica "*Complesso Argilloso-calcareo AG*"), rappresentato da litologie pelitiche con valori di permeabilità compresi tra  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$ ; Tuttavia, su questo substrato impermeabile sono presenti coltri detritiche con spessori localmente anche significativi compresi tra 7m-10m. Le coperture detritiche rappresentate da colluvioni e depositi di corpi franosi pur mostrando una permeabilità maggiore per la porosità elevata ed una trasmissività discreta hanno volumi tali da poter immagazzinare accumuli idrici poco consistenti. In particolare per questo settore; si segnala la presenza di una falda influenzata dal regime delle piogge livellata a -0,79 m dal p.c.

Dopo aver superato l'ampio pianoro la condotta si dirige verso sud ovest per attraversare la valle del T. Lenta e proseguire il percorso sul versante opposto. I due versanti che delimitano la valle sotto il profilo morfologico presentano pendenze piuttosto elevate. In particolare in sinistra della valle, ove affiorano le argilliti della formazione delle Argille Varicolori, la condizione morfologica del versante è articolata, in quanto su di esso si alternano secondo la linea di massima pendenza crinali e vallecole (fig 3). Le vallecole rappresentano cicatrici di antichi dissesti, attualmente quiescenti, che hanno interessato il versante per tutto la sua lunghezza, mentre i crinali corrispondono a nuclei stabili, come documenta anche la cartografia della pericolosità frane della ADB. A luoghi, laddove la componente litoide mantiene la sua compattezza è possibile rinvenire brevi settori a morfologia più aspra con pendenze elevate a formare piccoli dossi o spuntoni rocciosi (fig. 87).

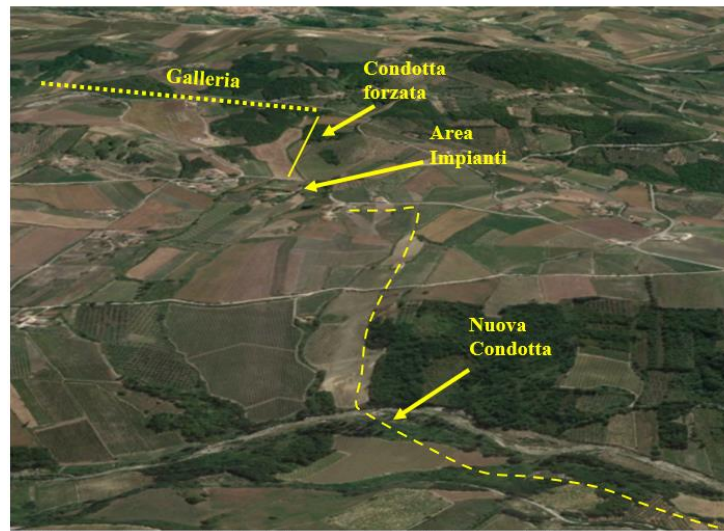


Fig 87 Sviluppo del tratto iniziale della condotta ACAM che prevede l'attraversamento del T. Lenta

Il tracciato, scende lungo il versante verso l'alveo del T. Lenta (PK A18- Pk A26), portandosi da quota 230 m slm circa a quota 96 m slm circa: In corrispondenza dell'attraversamento del corso d'acqua intercetta i depositi alluvionali del torrente (**b<sub>n1a</sub>** e **b**). Il deposito è costituito da un sedimento molto eterogeneo con litologie sabbioso-limoso-ghiaiose in proporzioni molto variabili sia in senso verticale che orizzontale. Tra le alluvioni recenti (**b<sub>n1a</sub>**) e quelle attuali (**b**) la differenza si concentra in larga misura nello stato di coesione e nella composizione litologica. Trattasi in generale di depositi dalle caratteristiche geomeccaniche abbastanza mediocri, salvo casi locali e puntuali.

#### Tratto PK A26 e PK A34

il tracciato, prosegue per circa un centinaio di metri parallelo al torrente sulla riva destra, dove la maggiore criticità è data dall'erosione del corso d'acqua nei periodi di piena alla base dei versanti.

Dalla progressiva pk A34 le condotte risalgono il versante in destra della valle, fino a raggiungere la sommità del rilievo intorno a q. 174 m slm intercettando i terreni dell'unità litologica afferente alle "Alluvioni terrazzate **bn<sub>2</sub>**" (figura88)

L'unità litologica si presenta in strati addensati di conglomerati poligenici, con ciottoli etrometrici arrotondati, a composizione prevalentemente calcarenitica e calcarea alternati a sabbie a grana medio-grossolana, a luoghi laminate, con lenti e livelli che si fanno via via più frequenti alla sommità dei rilievi, mediamente addensati e tali da formare pareti a pendenza elevate.

Si tratta di depositi alluvionali e depositi di conoide torrentizia incisi e sospesi, riferibili nel contesto del quadro evolutivo morfo-strutturale della Valle del F. Calore (Di Nocera *et alii*, 1995) da riferire al Pleistocene medio pro parte. Lo spessore complessivo del deposito può raggiungere anche i 90 m.

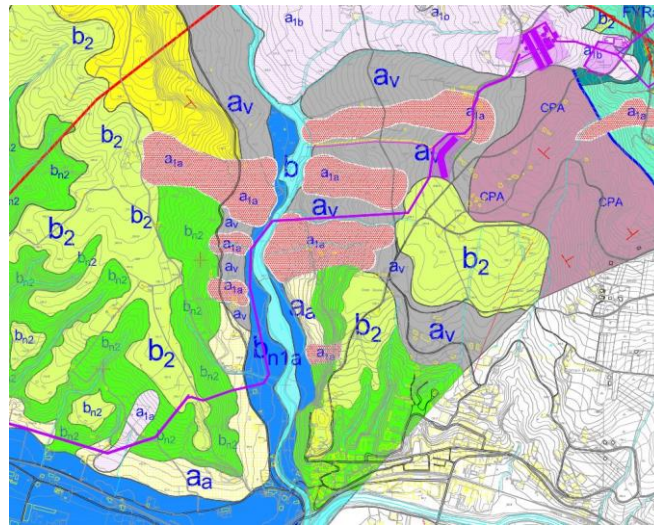


Fig.88– Tratto ACAM attraversamento della T. Lenta

Nell'insieme, laddove non sia alterato e rimaneggiato, presenta buone proprietà geomeccaniche.

Le criticità in questo settore sono dovute allo stato di alterazione delle sabbie e conglomerati soprattutto in corrispondenza di pareti subverticali o con pendenza elevate e prive di qualsiasi opera di protezione e salvaguardia, in quanto sono possibili limitati fenomeni di crollo o di scorrimento roto-traslato (fig 4).

#### Tratto PK A42- PK A 46

Dalla sommità del rilievo collinare il tracciato scende fino a quota 100 mt circa, attraversa la parte bassa di un cumulo franoso attualmente in stato di quiescenza (figura 3) fino a raggiunge i fondovalle del Fiume Calore.

Il grado di permeabilità elevato si ha nei depositi alluvionali del T. Lenta e delle alluvioni terrazzate, costituite da materiale grossolano (conglomerati) o a granulometria media (sabbioso). Nel tratto considerato non sono state individuati punti di acqua, sia sorgivi che di pozzi di particolare importanza se non a carattere locale di uso privato.

Le caratteristiche idrogeologiche delle alluvioni terrazzate SFL sono condizionate dalla granulometria, dalla variabilità del grado di cementazione, dalla percentuale di matrice sabbiosa e limosa e dalla presenza di livelli di limi ed argille intercalati al deposito; oltre dalla permeabilità dei terreni costituenti il substrato. Generalmente, questi depositi costituiscono acquiferi di discreta trasmissività, anche se eterogenei ed isotropi. Possono essere sede di falda quando sono soggetti a travasi idrici sotterranei. Il complesso delle alluvioni terrazzate SFL è caratterizzato da un tipo di permeabilità per porosità con un grado di permeabilità medio.

#### Tratto PK A52- PK B66- PK C 46

Da Masseria Piana la condotta si abbassa ulteriormente di quota fino a raggiungere 75 m slm, e si colloca quasi parallela tra la linea ferroviaria e la strada provinciale. In questo lungo tratto la condotta è impostata sui terreni alluvionali recenti (**bn<sub>1a</sub>**) ed attuali (**b**) legati alla sedimentazione fluviale e in cui fanno spicco livelli di ghiaie, sabbie e limi con strutture sedimentarie incrociate.

Qualche decina di metri prima, in corrispondenza dell'agglomerato di case di Santa Maria La Strada si riscontrano criticità idrogeologiche legate alla confluenza del Torrente lanare con il f. Calore, e dei valloni la Cerasa e Vallone del Lago, per le stesse ragioni.

L'abbondante trasporto solido depositato dagli impluvi nel fondovalle è testimoniato da alcune conoidi dalla tipica forma a ventaglio, rilevate e cartografate in corrispondenza degli impluvi in località Campo Piano.

Le quote altimetriche dell'acquedotto seguono l'andamento topografico decrescendo fino a quota 59 m slm. Tra Masseria Centopali e Masseria Matalonese la condotta è costretta ad una doppia curva per assecondare l'andamento particolarmente arcuato dell'ansa del Fiume Calore. Anche in corrispondenza di Masseria Matalonese e poco prima sono da segnalare come critici gli attraversamenti dei torrenti che giungono da monte.

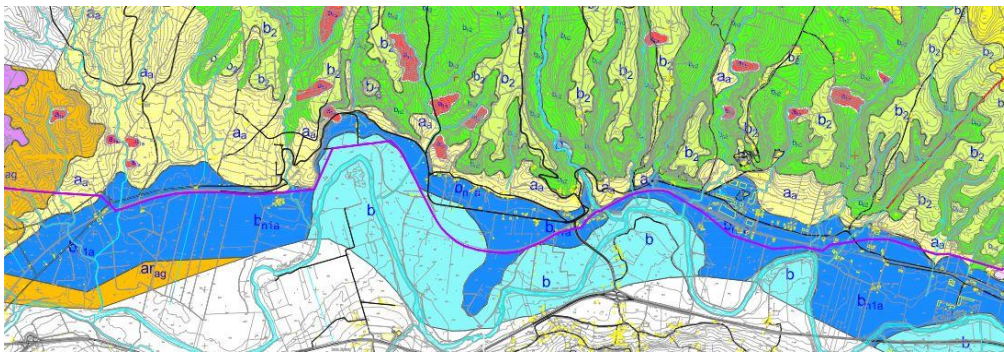


Fig.89– Tratto Fondovalle F. Calore – Loc. Ponte Cavallo (Cavarena).

Nei settori dell'area golenale o nelle immediate adiacenze, il tracciato intercetta zone che vengono classificate dall'Autorità di Distretto con diverso grado di pericolosità idraulica legata alla dinamica fluviale, ovvero legata al rischio di esondazione (cfr. Carta Geomorfológica).

Lungo tutto questa porzione di tracciato dal punto di vista idrogeologico le condotte insistono su terreni con discreta permeabilità ( $K > 10^{-1}$ ), trattandosi di litologie prevalentemente sciolte o con basso grado di addensamento, oltre che alta porosità primaria. Nelle zone più attigue al corso d'acqua è possibile che nel sottosuolo si intercetti la subalvea o comunque l'acquifero che recapita nel fiume.

Tra le località Piana I, Piana II, Stazione di S. Lorenzo Telesino e l'immediato entroterra alcuni studi scientifici riportano la presenza di numerose sorgenti (cfr. fig.89), che scaturiscono dal complesso delle alluvioni terrazzate principale sede di acquiferi più o meno consistenti che costituiscono il recapito naturale presente nel fondovalle.

Studi scientifici a carattere idrogeologico (Del Prete et al, 2016) segnalano un fronte sorgivo lungo il piede meridionale di Montepugliano, sviluppandosi lungo il contatto tettonico sepolto tra calcari di piattaforma e depositi della piana e la presenza di un circuito di acque sulfuree collegate alla risalita di fluidi profondi lungo faglie sepolte (fig.90).







In affioramento, i livelli litoidi si presentano solcati da una fitta rete di fratture che inficiano i parametri geomeccanici di resistenza al taglio ed alla compressione dell'ammasso terrigeno in generale. Laddove l'unità litologica appare integra assume parametri elevati assimilabili a quelli di un corpo litoide.

Dal punto di vista morfologico il tracciato si sviluppa con quote crescenti e trasversalmente alla parte bassa dei versanti degradanti verso il fondovalle, attraversati in più punti da incisioni vallive più o meno parallele tra loro in corrispondenza delle quali le condotte incontrano diversi salti altimetrici per assecondare. In questo settore i pendii assumono pendenze blande, non particolarmente acclivi.

Lungo il tratto non si segnalano criticità morfologiche legate a movimenti franosi o alla dinamica erosiva dei versanti.

Dalla sommità del rilievo in località Marcarelli si sviluppa fino al torrente Seneta. In questa zona la valle si sviluppa lungo un piano di faglia verticale che mette a diretto contatto le arenarie (Arag) con i calcari di piattaforma CC che costituiscono il substrato profondo dell'area al di sotto delle arenarie.

Successivamente la condotta compie un'ampia curvatura verso nord ovest per svilupparsi in parte lungo il tracciato del Torrente, in corrispondenza del quale la condotta attraversa esigui spessori di detriti di versante costituiti da materiale del substrato arenaceo e carbonatico degradato.

Costeggiando il versante in destra orografica, il detrito è costituito da una percentuale di materiale pelitico consistente, il rilievo si addolcisce secondo lineamenti blandamente ondulati dovuti ad un modellamento più spinto in presenza di terreni più teneri ed erodibili. La zona presenta un grado di urbanizzazione più elevato con coltivazioni intensive che fanno supporre un presidio del territorio più accentuato.

Il settore in essere, pur facendo parte della struttura idrogeologica che ha come recapito più importante le sorgenti di Telese, può essere catalogato come zona di transito delle acque sotterranee con sporadici punti di acqua (pozzi privati ad uso irriguo (Fig 5).

Nella formazione arenaceo-pelitica si rinvencono acquiferi che possono generare orizzonti sorgentizi per la presenza di livelli pelitici che fungono da impermeabili relativi. Nei depositi prossimali la permeabilità è media, mentre nei depositi di maggiore contenuto di intercalazioni argillose la permeabilità è scarsa, per un valore medio di permeabilità compresa tra  $10^{-2}$  e  $10^{-5}$ .

In questo settore il tracciato si mantiene ad una quota di circa 110 m s.l.m., all'interno di una morfologia piatta, attraversa il torrente che proviene da loc. Cese Le Monache per poi seguire la strada provinciale e la SS. 372 fino al restringimento in corrispondenza di due rilievi collinari dove sono presenti le Cave di pietra (Figura 91).

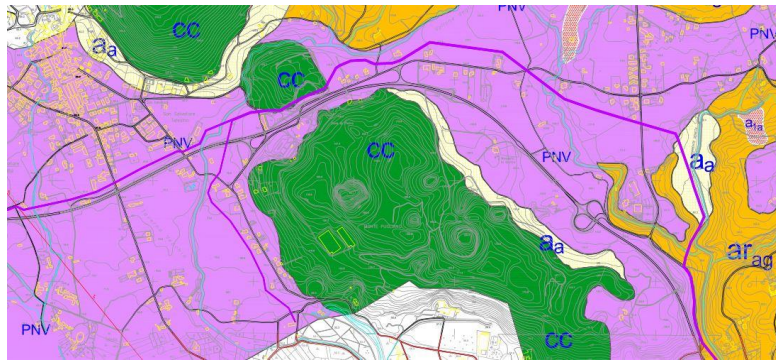


Fig 91 Tratto Castelvenere – San Salvatore Telesino: la diramazione dell'Irriguo).

L'ossatura dei rilievi è data da calcari massicci, in strati e banchi intensamente interessati da numerose discontinuità tettoniche, che rappresentano la causa prima del diffuso fenomeno carsico. La formazione carbonatica costituisce piccole colline mammellonate, contornate dai terreni piroclastici, e caratterizzate da un carsismo molto evoluto presente nella zona di M. Pugliano per la presenza di varie doline ed inghiottitoi in corrispondenza dei quali sono presenti sorgenti con affioramenti di travertino (Leone et al, 2019) (figura .92).

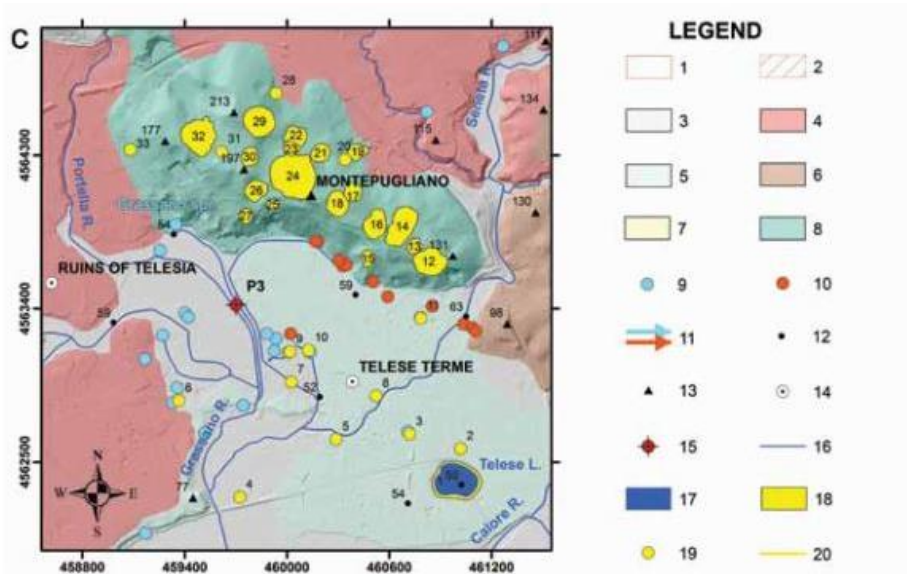


Fig. 92 – Struttura del rilievo di Monte Pugliano (da Leone G. et alii, 2019). Legenda: 1: Massiccio del Matese; 2. Area Grassano-Telese; 3. depositi di versante, lacustri, alluvionali e travertinosi (Quaternario). 4. Depositi piroclastici; 5. travertini; 6. Depositi argillosi e sequenze flyscioidi; 7. depositi di scarpata-bacino; 8. Calcari e dolomie di Piattaforma; 9. Sorgenti fredde; 10. Sorgenti termali; 11. Percorsi ipotetici delle acque sotterranee; 12. Punti quotati. 13. Vette; 14 città; 15. Pozzi; 16. Fiumi; 17. Laghi; 18. sinkholes maggiori; 19. sinkholes minori.

#### Tratto PK D101 – PK E48

Superata la zona collinare la condotta presenta una breve diramazione verso sud/est che lambisce il versante sudoccidentale di Monte Pugliano, ad una distanza da esso più che sufficiente ad evitare situazioni di criticità legate a movimenti gravitativi, tuttora assenti.

Il tracciato principale come quello della diramazione, si sviluppa su depositi piroclastici ("PVC") da caduta e limitatamente sul Tufo Grigio Campano (TGC, Ignimbrite campana Auct.). La litofacies del tufo lapideo presenta una caratteristica colorazione grigio giallastra. L' Ignimbrite sotto il profilo petrografico si presenta con fessurazione prismatica colonnare, ed in generale, il deposito ha valori di resistenza alla compressione ed al taglio mediamente elevati.

I depositi piroclastici ed il tufo sono ricoperti quasi ovunque da un sottile paleosuolo, di colore giallo arancio, costituito da limi e ceneri argillificati. Lo spessore dei depositi vulcanici varia da pochi metri fino a varie decine di metri, in funzione dell'andamento morfologico del tetto dei terreni costituenti il substrato. L'età di messa in posto di questi terreni è Pleistocene sup - Olocene.

Poiché l'area risulta mediamente urbanizzata, spesso i depositi si presentano eterogenei e rimaneggiati con una copertura pedogenizzata discontinua e variabile nello spessore, soprattutto in corrispondenza di campi a coltura intensiva.

Aree con particolare attenzione si riscontrano in corrispondenza degli attraversamenti dei diversi torrenti che solcano la piana incidendola in più punti con scarpate brevi e di qualche metro di profondità.

Il settore assume una particolare rilevanza dal punto di vista idrogeologico, che trova nel territorio comunale di Telese la sua massima espressione con sorgenti anche a carattere termale. In tutta l'area sono presenti diversi campi pozzi con portate rilevanti (fig.10.10) e sorgenti che intercettano le falde acquifere provenienti sia dalla struttura idrogeologica del Matese a nord che del Camposauro a sud.



Fig 93 – Stralcio della Carta "Sorgenti e pozzi" redatta dall'ATO Calore Irpino per il Piano d'Ambito

#### Tratto PK48 - PK F1 PK 50 (Diramazione ovest – Colle del Duca)

Dal punto di diramazione ovest poco dopo l'abitato di San Salvatore Telesino il tracciato che prosegue verso Colle del Duca attraversa un settore del tutto pianeggiante, in cui la livelletta decresce lentamente da quota 88 m s.l.m. circa a 66 m s.l.m. lungo un percorso di circa 5.7 km.

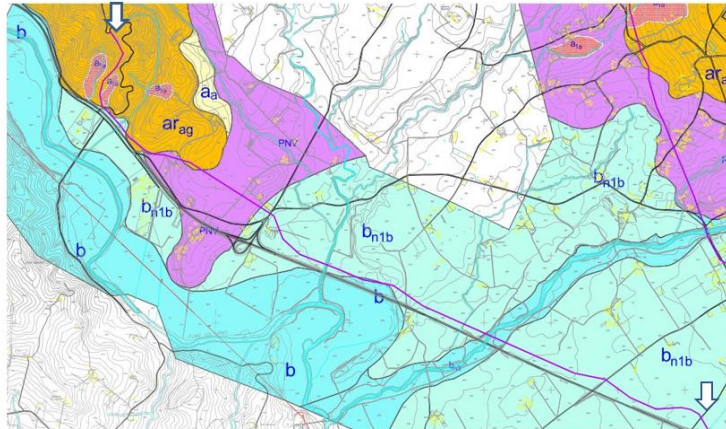


Fig.94– Diramazione ovest – Colle del Duca

La condotta si sviluppa in un ampio settore della Piana Campana in cui, durante il Pleistocene, sotto condizioni climatiche differenti dall'attuale, si è registrata la confluenza del T. Tevere con il F. Volturno (fig. 94). Quindi un settore ove si è registrato una diffusa deposizione di terreni fluvio-torrentizi e lacustri, in cui fanno spicco livelli di ghiaie, sabbie e limi con strutture sedimentarie incrociate.

L'acquedotto nel primo tratto attraversa i depositi alluvionali del T. Tevere. Si tratta di ghiaie sciolte e sabbie intercalati a sottili livelli di sabbie di origine vulcanica. con uno spessore di almeno una decina alcuni metri. Le alluvioni in quest'area ricoprono le sottostanti arenarie della formazione delle Arenarie di Caiazzo.

La configurazione geologica è caratterizzata per quasi tutto il tratto da terreni alluvionali del T. Tevere e del F. Volturno. Nei primi l'ammasso terrigeno limoso-sabbioso e ghiaioso è frammisto a materiale di chiara origine vulcanica granulometricamente assimilabile alle sabbie e sabbie limose.

La morfologia dell'intero tratto compreso tra S. Salvatore Severino e la piana del Volturno è prevalentemente condizionata dalla estesa diffusione dei terreni vulcanici che hanno modellato tutta la piana campana assegnando ad essa un paesaggio da pianeggiante a sub pianeggiante. Al di sotto dei depositi vulcanici presenti spessori significativi di alluvioni terrazzate fino a + 10m sul livello del Volturno e del Tevere.

I caratteri idrogeologici del complesso delle piroclastiti incoerenti da caduta, per la giustapposizione laterale e verticale di termini granulometricamente differenti, costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi, la cui trasmissività è generalmente mediocre. Questi terreni hanno un tipo di permeabilità per porosità ed un grado di permeabilità variabile dallo scarso al medio

L'unico settore delicato dal punto di vista della realizzazione delle condotte è quello in corrispondenza dell'attraversamento del Torrente Tevere. In corrispondenza delle PK F 25 ed PK F28 sono stati realizzati due sondaggi (S1 e S2) della lunghezza di 30 m ciascuno. La stratigrafia è molto omogenea ed è costituita da 7-8m di alluvioni attuali costituite da Ghiaie e sabbie.

Successivamente fino a 25 m si rinvengono alternanze di sabbie e limi derivanti dal dilavamento delle piroclastiti e pomici. Negli ultimi 5 metri compaiono i termini argillosi della formazione delle arenarie di Caiazzo. Le condotte quindi saranno impostate sono



impostate su terreni alluvionali misti a piroclastiti di cui si è già accennato. Sia dal punto di vista geotecnico che morfologico e idraulico non sono segnalate criticità geologiche.

#### Tratto PK F50- PK F80

Nell'ultimo tratto il tracciato prima lambisce la parte bassa del versante del rilievo collinare di Colle del Duca, quindi seguendo la cresta di una piccola dorsalina si inerpica fino a quota 190 m slm. In questo ultimo settore vengono a giorno i terreni del substrato che in quest'area sono costituiti dalla formazione delle Arenarie di Caiazzo (ARC)

Il versante è coperto da una intensa vegetazione di alto fusto che nasconde i tratti morfologici principali. La linea di cresta in corrispondenza della quale è impostato il tracciato, sebbene costringa lo stesso a pendenze elevate evita l'attraversamento di due vallecole laterali in cui è possibile che si verificano come successo nel passato movimenti franosi a rapido impatto, o un dilavamento spinto di detriti che comunque può interagire con le condotte.

#### Tratto PK E48 -PK E 81 -PK C 52- pk C21 Diramazione nord (direz. Curti)

La condotta che prosegue verso nord in direzione Curti si sviluppa all'inizio lambendo la parte bassa del versante di Colle Rosso, intercettando alternativamente i terreni delle alluvioni del F. Terno e quelli detritici di versante (fig. 95).

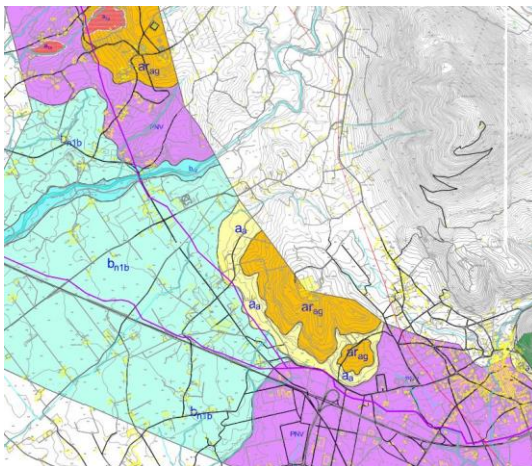


Fig.95– Tratto Diramazione nord – Loc. Sorani

I primi sono costituiti da una miscela alquanto eterogenea di terreni di origine prettamente alluvionale, quindi sabbioso-limosi prevalentemente e di piroclastiti, da sciolte a mediamente addensate. Il sedimento si presenta come un unico deposito in cui le frazioni litologiche sono talmente frammiste tra loro da non poter essere separate. Nell'insieme il deposito si presenta con buone caratteristiche geotecniche.

I depositi che ammantano le pendici dei versanti, invece sono rappresentati da detriti generalmente sciolti e spesso rispecchiano la composizione del substrato. In tale tratto questo è composto dalla formazione arenacea, pertanto si rinviene una copertura a matrice limoso-sabbiosa con pezzame eterometrico a composizione arenacea. L'ammasso spesso risulta pedogenizzato nella parte più superficiale e, quindi, con caratteristiche mediocri, essendo rimaneggiato, alterato e sciolto.



Altimetricamente la livelletta si mantiene tra i 92 m slm ed i 72 m slm circa fino in corrispondenza del ponte sul T. Titerno, seguendo la morfologia per lo più pianeggiante.

#### Tratto PK C21 – C1 -pkB66- pk B12

Superato il ponte sul torrente la morfologia si fa più articolata in quanto le condotte attraversano trasversalmente alcune brevi dorsali solcate da incisioni torrentizie ad andamento NE-SW, tra cui la più importante corrisponde al Vallone Possente. Ciò obbliga il tracciato a numerosi saliscendi in zone caratterizzate da colture intensive. In generale, comunque, il tracciato sale di quota portandosi a 160 m slm.

I terreni attraversati sono rappresentati dai depositi piroclastici i quali giacciono su un substrato arenaceo. Poiché il tracciato si sviluppa quasi al limite delle due unità litologiche e poiché le piroclastiti costituiscono una copertura più recente legata ad eventi eruttivi prossimi all'area in esame è possibile che localmente il tetto dei terreni costituenti il substrato possa essere prossimo alla superficie topografica.

In località Palmieri – Case dei Ceci, il tracciato lambisce la parte bassa di due versanti separati da una piccola dorsale su cui insiste l'agglomerato di case. In questi settori sono evidenti morfologie di fenomeni franosi quiescenti (fig.96), dove è possibile notare una pendenza ondulata e blanda modellata dai movimenti gravitativi. Il tempo e la mano dell'uomo hanno cancellato e addolcito i segni morfologici delle frane.

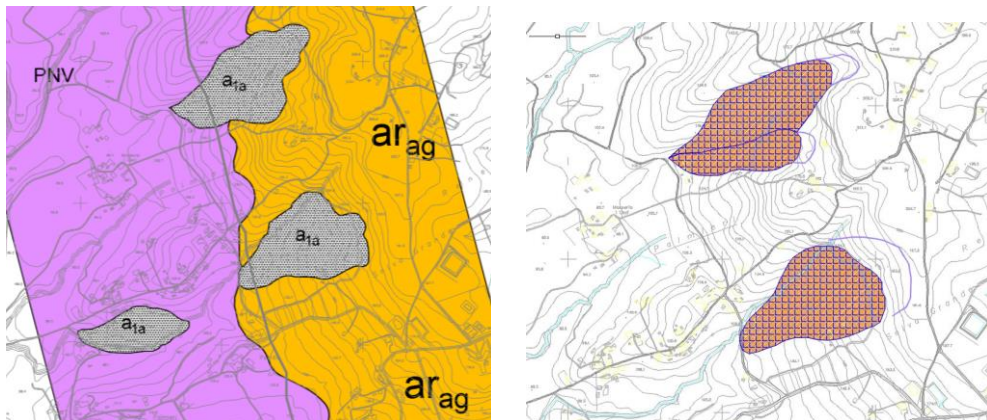


Fig.96 – Fenomeni franosi circoscritti in località Palmieri, tipologicamente afferenti agli scorrimenti rototraslativi in stato di quiescenza.

Poiché entrambi sono attraversate da incisioni torrentizie, l'effetto erosivo di queste può diventare un elemento importante nella dinamica futura. Inoltre i depositi di copertura possono apparire ancora sciolti e rimaneggiati, con valori di resistenza residui. Pertanto, si deve porre particolare attenzione a questo ambito.

I terreni attraversati possono costituire dei buoni acquiferi, presentando discreti valori di permeabilità per porosità e di trasmissività. Poiché il settore è in generale rappresentato da un versante che degrada verso i quadranti occidentali esso costituisce una zona di transito delle acque sotterranee il cui recapito è costituito dal Torrente Titerno e ancora più a ovest dal F. Volturno. Non si hanno notizie in tale area di campi pozzi o sorgenti di rilevante importanza, anche se non si esclude la presenza di punti di prelievo a carattere locale, essendo la zona intensamente coltivata.

### Tratto pk B12 – pk A 57 -pk A 7

Il tracciato prosegue il suo sviluppo ad andamento SE-NW, fino a loc. Aduni con le stesse caratteristiche del tratto precedente, quindi trasversale al versante sudoccidentale del massiccio a ridosso di Gioia Sannitica (fig. 97). La livelletta generale sale di quota fino a 220 m slm. Poco prima della frazione di Aduni il tracciato disegna una curva a 90° circa e si direziona verso NE, longitudinalmente al versante fino al punto di arrivo.

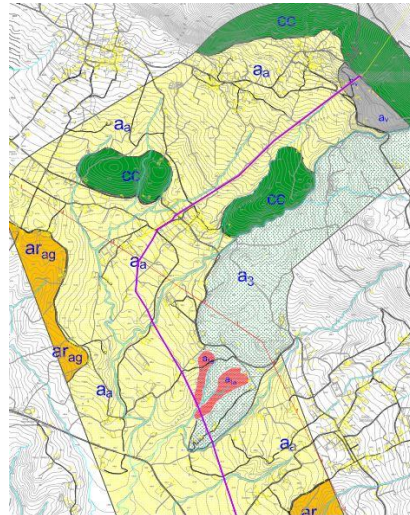


Fig.97 – Tratto Sorano – Curti.

Tutto il settore è caratterizzato dalla presenza di una copertura detritica di versante piuttosto spessa e diffusa, che ricopre il substrato arenaceo. E' possibile, a luoghi, che laddove le incisioni torrentizie siano abbastanza profonde, queste mettano a nudo la formazione litoide arenacea.

In quanto copertura il sedimento superficiale si presenta sciolto e rimaneggiato, quindi con caratteristiche lontane dall'originale integro. La pedogenizzazione anche risulta abbastanza spinta, essendo l'area soggetta a colture diffuse ed intensive.

Le situazioni di criticità individuate sono per lo più concentrate in corrispondenza degli attraversi dei torrenti che provengono da monte e possono presentare portate solide cospicue durante la stagione invernale-primaverile e durante eventi estremi.

Lungo tutto questo tratto il substrato è rappresentato dai termini argilloso ed arenacei della formazione di Caiazzo (ARC). La formazione è costituita da una successione stratigrafica potente varie centinaia di metri in cui nella parte bassa prevalgono argille e sottili intercalazioni arenacee e limo argillose, verso l'alto della sequenza sedimentaria aumenta la frazione arenacea con banchi e strati di arenarie tenere, localmente anche ben cementate. In essa si distinguono arenarie arcoseo-litiche debolmente cementate e a granulometria fine con stratificazione tabulare medio-sottile, siltiti e argille grigie e giallastre, calcareniti arenacee. Tutto il settore è caratterizzato dalla presenza di una copertura detritica di versante piuttosto spessa e diffusa (fig 10.14), che ricopre il substrato arenaceo. Il sedimento depositato si presenta sciolto e rimaneggiato per un grado di pedogenesi molto evoluto. E' possibile, a luoghi, che laddove le incisioni torrentizie siano abbastanza profonde, queste mettano a nudo la formazione litoide arenacea.

Sotto il profilo morfologico questo tratto del versante meridionale dei Monti del Matese fino al Fiume Volturno, rappresenta un ampio *pediment* con una pendenza molto bassa, formatosi durante il Pleistocene sotto condizioni di climi freddi che avrebbero determinato l'accumulo di ingenti volumi di detriti di natura prevalentemente calcarea, derivanti dallo smantellamento dei versanti carbonatici. Tali detriti scivolando lungo il versante hanno modellato i depositi sottostanti caratterizzati prevalentemente dalla Formazione delle Arenarie di Caiazzo. La coltre detritica, con i cambiamenti climatici, in parte è stata erosa mettendo a giorno i terreni del substrato. (fig.98)

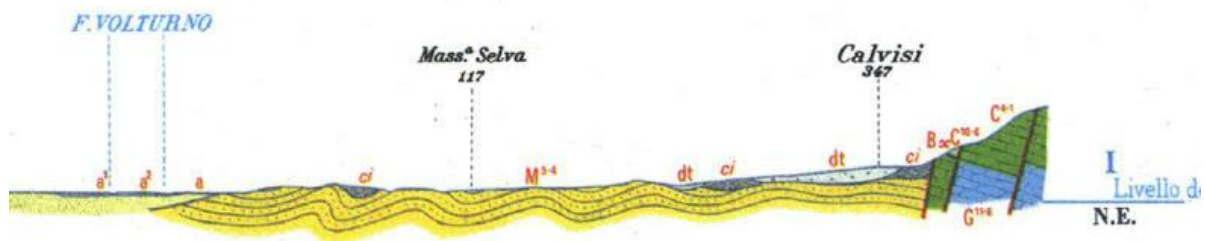


Fig 98. Sezione geologica lungo il tratto di versante in sinistra del Volturno dove è posta la condotta ACAM (da F. Geologico Caserta n.162 in scala 1:100.000 modif).

Le situazioni di criticità individuate sono per lo più concentrate in corrispondenza degli attraversi dei torrenti che provengono da monte e possono presentare portate solide cospicue durante la stagione invernale-primaverile e durante eventi estremi.

#### Tratto pk -A7 pk A1

Nell'ultima parte in corrispondenza del punto di arrivo il tracciato per un breve tratto attraversa una unità litologica argilloso-calcarenitica che potrebbe essere collegata con porzioni di un olistolite argillitico largamente diffuso nel sottosuolo appartenente alla formazione delle Argille Varicolori.

I calcari sono interessati da una importante faglia a sviluppo prevalentemente verticale che li mette a contatto diretto con un piccolo lembo di terreni delle Argilliti Varicolori. L'affioramento è poco esteso in quanto in gran parte è ricoperto dal detrito (dt) costituita da conglomerati in blocchi smembrati tra loro e da ghiaie di natura calcarea e sabbie a grana media e grossa di varia natura

Laddove le pendenze del rilievo subiscono un netto incremento e la morfologia assume pendenze elevate il tracciato si imposta su una formazione litoide carbonatica, rappresentata da calcari in strati e banchi.

Il settore di arrivo è lambito da un canale profondo lungo il quale è possibile che si inneschino fenomeni franosi a rapido impatto distruttivo (debris flow).

## 11.2 ACQUEDOTTO ALTO CALORE

La condotta Alto Calore attraversa un settore collinare compreso tra l'abitato di Ponte e l'area PIP di Campolattaro, attraversando i territori dei comuni di Casalduni e

Pontelandolfo. La Condotta inizia dal serbatoio posizionato nell'area degli impianti a ovest dell'imbocco della galleria lato Ponte, si sviluppa lungo alcune stradine secondarie tra le loc. Staglio e Monte, si sviluppa successivamente lungo lo stretto spartiacque del rilievo di Toppa Infocata e sul rilievo di Monte Motola per poi proseguire, parallelamente alla Superstrada Campobasso-Benevento, fino al serbatoio del PIP di Campolattaro

### **11.2.1 Geologia e assetto tettonico lungo la condotta**

Il tracciato della condotta attraversa una serie di unità geologiche strutturalmente complesse, caratterizzate da successioni stratificate discontinue di natura arenaceo-calcaree-marnose, arenaceo-pelitiche, calcareo-marnoso-pelitiche ed argilloso-marnose. Si tratta di unità bacinali pre-orogene di età Cretacico sup. – Miocene inf., riferibili all'Unità del Fortore (Argille Varicolori, Formazione di Corleto Perticara, Formazione di Paola Doce o Tufiti di Tusa) e all'Unità del Sannio/Frigento (Flysch Rosso, Flysch Numidico), e di successioni sinorogene (Formazione di San Giorgio, Unità Fragneto Monforte) di età Miocene medio-superiore. Lungo il tracciato sono presenti sia strutture tettoniche a basso angolo (piani di sovrascorrimento) che elementi tettonici ad alto angolo (faglie normali, inverse e non definite), che mettono a contatto unità geologiche differenti e/o producono rilevanti dislocazioni, cui sono associate fasce di deformazione e fratturazioni più importanti.

### **11.2.2 Assetto morfologico**

La morfologia del territorio è molto articolata, infatti, da quota 350 m slmm circa si passa fino a 500m slmm, per poi di nuovo ritornare a quote intorno ai 300m slmm. Il tracciato si sviluppa in gran parte del suo percorso lungo uno spartiacque stabile costituito dai calcari FYRc, dalle arenarie quarzose FYN e dai calcari marnosi CPA. Solo su limitati settori del versante orientale di Monte Mottola la condotta attraversa a mezza costa aree in cui si riscontrano fenomeni di dissesto superficiale di tipo creep.

### **11.2.3 Descrizione della geologia del tracciato**

#### Tratto pk A1 – pk A10

Dall'area dell'impianto fino a pk A7 sono presenti terreni colluviali misti a terreni detritici costituenti accumuli residui di antica frana detritici (a1a). Si tratta di terreni a grana fine costituiti prevalentemente da limi ed argille alterate, con isolati clasti calcarei. Il deposito è spesso da 4m-5m fino anche 6m-7m. Questa coltre ricopre i terreni del substrato formato dai termini argillitici delle AV che per i primi 7-8 m si presentano alterate e destrutturate.

Sotto il profilo morfologico l'area costituisce il naturale raccordo con il rilievo calcareo. In alcuni settori la presenza di terreni con permeabilità bassa, può generare nel settore ristagni di acque provenienti da monte. Si segnala la presenza della falda costantemente in prossimità del p.c. (figura99)

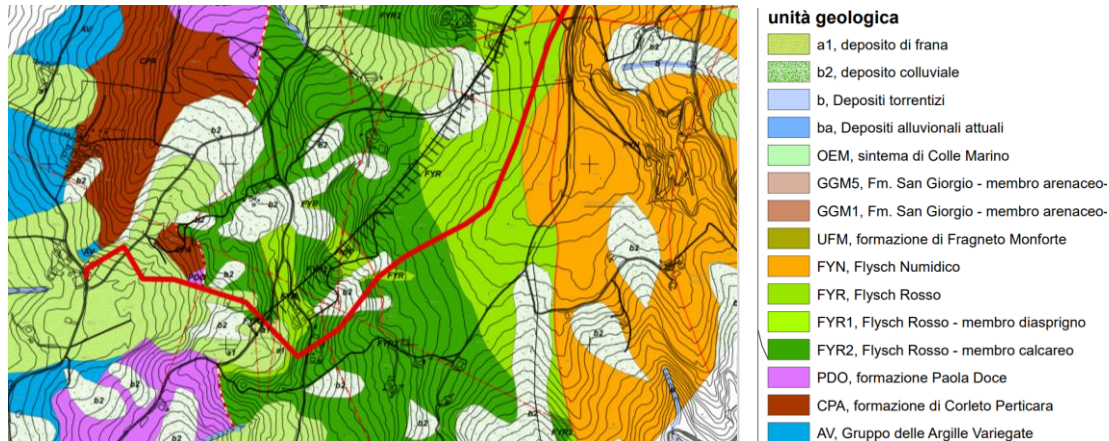


Figura 99 Carta geologica con rappresentazione della condotta Alto Calore dei principali dissesti dell'area degli impianti e della condotta forzata

#### Tratto pk A 10 – pk A 41

Il substrato dell'area di interesse è caratterizzato dal passaggio dalle argilliti della Formazione delle A.V. alle argille e marne calcaree con livelli di calcari della formazione del F. Rosso (FYRag/cm). Il contatto tra le due formazioni è di tipo tettonico che prevede l'accavallamento del F. Rosso sui termini delle A.V. In superficie sono presenti terreni detritici a prevalente componente limo argilloso misti a colluvioni, che documentano l'accumulo di antiche frane che nel passato hanno modellato il versante. Si tratta di fenomeni quasi completamente inattivi, e che localmente possono presentare anche carattere di quiescenza. Lo spessore di tali depositi è dell'ordine da 6-7m, fino ad un massimo di 10-12m in corrispondenza di settori più depressi.

La condotta sale lungo il versante occidentale di Toppa Infocata seguendo il percorso di una stradina realizzata per la locale centrale eolica fino a pk 28-pk29. In corrispondenza di elemento tettonici (Pk A 29), aventi giaciture tra N160° WSW80° e N120°SW55°, sono presenti successioni prevalentemente argillose e calcareo pelitiche del FYRa, dislocate da alcuni sistemi di faglie. La litofacies calcareo-argilloso-marnosa è costituita da calcari marnosi biancastri, argille, argilliti marnose e marne di colore rosso, grigio e verde, talora parzialmente silicizzate e lenti di calciruditi bioclastiche, in strati prevalentemente sottili e strati di dimensioni medie, con stratificazione irregolare.

I sondaggi CL 7, CL8, CL9 hanno evidenziato al di sotto della coltre di terreni detritici una successione calcareo-marnosa interessata da numerose discontinuità legate alla stratificazione ed alla fratturazione.



### Tratto Pk A 41 –pk B2

La condotta prosegue lungo la strada che percorre lo spartiacque; in questa zona si registra la sovrapposizione del F. Numidico sulla formazione del F. Rosso. Essendo presenti numerose faglie dirette, lungo il percorso si individuano repentini passaggi tra il F. Rosso ed il F. Numidico come ad esempio si registra in corrispondenza del pk. A 45, pk A 53, pk A 60. In quest'ultimo settore la tettonica mette a giorno anche i terreni delle Argille Varicolori.

Una superficie pianeggiante è presente dove è largamente diffusa una successione di terreni che ricopre completamente il substrato calcareo. Questa successione di terreni è da riferire al Flysch Numidico e risulta costituita da una alternanza di strati centimetrici di arenarie a grana fine, sabbie e livelli di argille e marne, quarzoareniti grigiastre e giallastre, in strati sottili, a cemento siliceo. Il deposito si presenta molto alterato e poco cementato, localmente anche sottoforma di un sabbia a grana grossa. Lo spessore varia qualche metro fino anche a 15m-20m, in funzione dell'andamento morfologico del tetto dei calcari.

Sotto il profilo morfologico, questo settore è caratterizzato da una superficie morfologica spianata dagli agenti esogeni che hanno eroso e modellato la successione dei terreni del F. Numidico, in appoggio stratigrafico discordante sui calcari del F. Rosso. Il tracciato corre lungo lo spartiacque e pertanto riesce ad evitare le testate di alcune frane presenti sui due versanti opposti di Toppa Infocata.

Sotto il profilo idrogeologico, la presenza di sottili intercalazioni pelitiche rende possibile la formazione di una modesta circolazione idrica sotterranea nell'ambito delle porzioni più areate del deposito, che presenta un tipo di permeabilità misto, con un grado di permeabilità complessivo scarso. Lungo il tratto ritornano in affioramento i calcari del FYR che localmente denotano un elevato stato di fratturazione. Ovunque sui calcari è presente una coltre di terreni detritici a componente sabbiosa che in genere non supera il metro di spessore. In corrispondenza di pk 40 è presente una faglia diretta ad alto angolo che con andamento circa O-E taglia trasversalmente lo spartiacque generando lo stato di fratturazione prima indicato.

### Tratto pk B 3 – pk B 53

La condotta segue una stradina che si dirige verso est, lungo questo percorso compaiono di nuovo le arenarie quarzose del FYN che presentano spessori maggiori fino a varie decine di metri. La condotta in corrispondenza della pk B3 lascia i terreni arenacei del F. Numidico ed attraversa le marne ed i calcari della formazione di Corleto Perticara (CPA). In quest'area Tra Colle Mottola e Colle Mastarzo le successioni calcareo-marnose dalla formazione di Corleto Perticara (CPA), sono costituite da calcari, calcari marnosi e

brecce calcaree di colore da bianco a grigio, e da calcari e calcari marnosi di colore grigio chiaro, molto fratturati, alternati ad argille ed argille siltose di colore variabile da grigio scuro ad avana con sfumature rosse e violacee, con livelli da centimetrici a decimetrici di calcilutiti bianche e calcari marnosi. Queste sequenze sono attraversate dai due sondaggi CL-05 e S3.

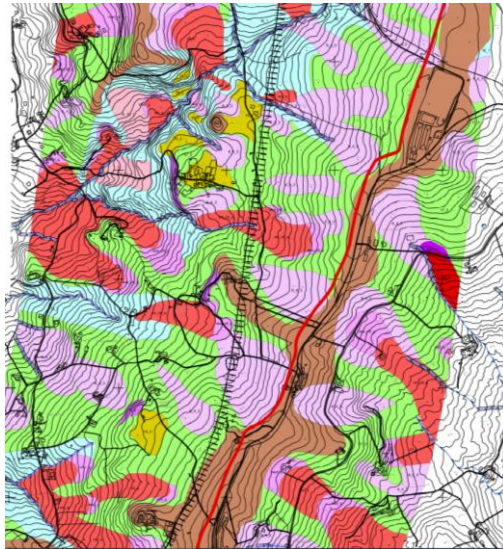


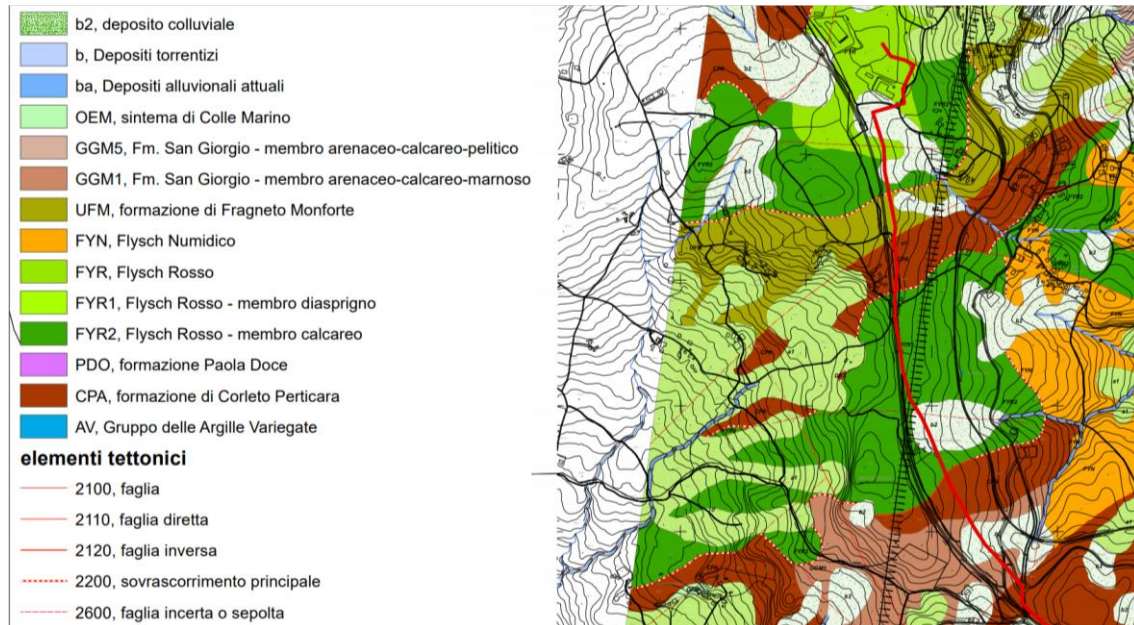
Fig.100 tratto di sviluppo su spartiacque distante dai settori in dissesto

La condotta corre in stretta vicinanza dissesti superficiali (a1a) senza essere coinvolta (fig 100). Si tratta di aree interessate fenomeni di tipo creep, che comunque andranno tenuti sotto osservazione per eventuali approfondimenti dove necessari.

La formazione CPA è costituita da calcare marnoso alternato a livelli di argilla con limo più o meno marnosa, marne scagliose con venature di calcite spatica, strati decimetrici di calcari, calcari marnosi e brecce calcaree di colore da bianco a grigio, e calcari, calcari marnosi di colore grigio chiaro, molto fratturati con fratture riempite da vene di calcite spatica, alternati ad argille ed argille siltose di colore variabile da grigio scuro ad avana con sfumature rosse e violacee. In corrispondenza della pk B25 si registra il passaggio brusco per faglia diretta con le arenarie mioceniche della formazione di S. Giorgio (GGM). Si tratta di areniti a grana medio-fine, micacee e litiche, intercalate a siltiti grigiastre, arenarie calcaree: sono presenti strati sottili di calcari marnosi, argilliti e marne argillose nerastre; subordinatamente anche arenarie a grana media in banchi massivi. Il deposito per le sue caratteristiche si presenta predisponente al dissesto.

Tra pk B31 e pk B33, la condotta corre lungo un tratto in cui si alternano i terreni CPA e quelli del F. Rosso. La condotta si sviluppa parallelamente alla superstrada Campobasso Benevento a circa 10 m -20m più in basso. In corrispondenza di pk B33 viene attraversato un importante elemento strutturale che comporta l'accavallamento tettonico dell'unità FYR sulla successione calcareo-pelitica della successione CPA è

presente in corrispondenza del rilievo di Monte Sauco, dove si rinvennero le successioni calcaree di FYRC, attraversate da numerosi sistemi di faglie ad alto angolo (10.18).



*Fig 101 il tracciato della condotta è caratterizzato dalla presenza dei terreni argilloso-marnosi del FYRag/cm fino al pk B41 dove si registra l'accavallamento sui termini Calcareo marnosi del CPA*

La condotta poggia sui calcari del F Rosso e solo localmente attraversa piccoli settori ove prevalgono le argille e marne de FYR ag/cm. In corrispondenza di pk B53 la condotta arriva al serbatoio del PIP di Campolattaro.

l'assetto geologico del tratto finale della condotta posto nell'area a ovest di Campolattaro, risulta molto articolato e complesso. La dorsale collinare de La Guardiola è composta dai termini calcareo-clastici e pelitici appartenenti alla unità del Flysch Rosso.

Sotto il profilo idrogeologico la presenza di varie intercalazioni argillose nell'ambito delle sequenze arenacee rende possibile l'esistenza di una modesta circolazione idrica particolarmente nelle porzioni più superficiali dove prevalgono i processi di alterazione della roccia. Per queste caratteristiche idrogeologiche il deposito ha un tipo di permeabilità molto variabile, a cui contribuiscono sia la porosità che la fessurazione dell'ammasso. Il grado di permeabilità in generale è basso.

### **11.3 TRACCIATO ALTO FORTORE**

Il tracciato è suddiviso in due Principali Tratti:

#### **A) Tratto Partitore Zingara Morta – Guardia Sanframonti**

## **B) Tratto Partitore Zingara Morta -Colle Sannita**

Dopo un breve inquadramento dei caratteri geologici generali del territorio interessato dai due tracciati verranno illustrate le caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche delle aree attraversate dalle condotte evidenziano le locali criticità.

### **11.3.1 Caratteri geologici del territorio**

Il tracciato che si sviluppa dall'abitato di Guardia Sanframonti verso est raggiungendo i paesi di San Lupo, Zingara Morta, Casalduni, Fragneto Monforte e Fragneto L'Abate fino a Pesco Sannita per poi deviare a nord verso Colle Sannita, attraversa in un tratto dell'Appennino Campano molto articolato e complesso, complicato da una tettonica miocenica, responsabile della messa in posto dell'orogene appenninico e che ha determinato lo sradicamento e l'accavallamento dei terreni meso-cenozoici in parte ricoperti da formazioni mioceniche e in parte plioceniche.

Lungo il percorso della condotta da Guardia Sanframonti a Colle Sannita affiorano quattro unità tettoniche derivanti dalla deformazione e strutturazione di depositi sedimentari bacinali pelagici di età meso-cenozoica e successioni neogeniche silico-clastiche sinorogene che testimoniano una complessa evoluzione del bacino molisano-lagonegrese. Le unità sono disposte secondo una fascia ad andamento appenninico e si distinguono da occidente ad oriente in Unità del Sannio (U. del Frigento p.p.), Unità del Fortore, Unità Dauna e Unità del Vallone del Toro. Al di sopra si riconoscono in discordanza unità sinorogenetiche silico-clastiche mioceniche e a luoghi in maniera più sporadica, successioni plioceniche.

L'Unità del Sannio comprende dal basso verso l'alto la Formazione del Flysch Rosso (distinto nella Carta Geolitologica in Flysch a prevalenza dei termini calcareo-marnosi FYRc da quelli a prevalenza dei termini argilloso-marnoso-calcarei FYRa), a cui segue la Formazione del Flysch Numidico con spiccata prevalenza di arenarie quarzarenitiche, ed una Formazione arenacea post-numidica (Formazione di Fragneto Monforte).

L'Unità del Fortore, affiorante prevalentemente tra gli abitati di Casalduni, Campolattaro e Fragneto Monforte, ma con propaggini presenti anche tra Pesco Sannita e Colle Sannita comprende le Formazioni pelagiche delle Argille Varicolori e della Corleto Perticara, rappresentate da successioni calcareo-marnose pelitiche.

L'assetto strutturale dell'area disegna una generale embricazione dei terreni est-vergente con pieghe associate a faglie e sovrascorrimenti di estensione regionale in scaglie verso i quadranti nordorientali.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico l'area può essere divisa in due settori: il primo che sottende il bacino del F. Calore, che va dall'abitato di Guardia S. fino a Casalduni, il secondo, nella parte orientale che da Casalduni prosegue in direzione est verso Pesco S. e poi in direzione nord verso Colle S.

Il primo risente della circolazione idrica e del sistema degli acquiferi del Massiccio del Matese, con sorgenti che diventano via via più numerose verso valle laddove i terreni

diventano più silico-clastici ed aumentano la permeabilità intrinseca e la relativa trasmissività.

In tale ambito si riconoscono sorgenti tra Guardia e S. Lupo con  $Q_{med}$  compresa tra 3 e 10 l/sec, tra le quali spiccano le Sorgenti “Acqua di Guardia” con portata media  $Q_{med} > 14$  l/sec.

Nel settore orientale, caratterizzato dalla presenza di terreni a maggiore componente pelitica e, quindi, con bassa trasmissività le sorgenti diventano molto diradate se non assenti, per ricomparire in numero significativo ad est dell'abitato di San Marco dei Cavoti, poco al di fuori della zona di interesse, (Sorgente Santa Maria con  $Q_{med}$  tra 3 e 10 l/sec). Le sorgenti sono legate alle formazioni arenacee e silico-clastiche che per fratturazione e porosità presentano discreti valori di trasmissività.

Dal punto di vista geomorfologico, la presenza di litologie argillose determina un paesaggio caratterizzato da versanti a pendenze blande e ondulate, modellati da numerosi fenomeni franosi, antichi e recenti, che spesso interessano tutto il sistema cresta-versante-fondovalle, creando ampi anfiteatri nelle zone di testata dei bacini di ordine inferiore. Poiché numerose linee di impluvio si sono impostate su lineamenti tettonici e sono in continuo approfondimento ciò determina il non raggiungimento di un equilibrio dinamico lungo i versanti, che, per tale motivo sono tuttora interessati da fenomeni franosi di tipo colata, scorrimento e complessi attivi e quiescenti.

Nel dettaglio si descrivono le unità litologiche che il tracciato delle condotte intercetta lungo il suo sviluppo lineare dal Partitore Zingara Morta a Guardia S. e dal partitore Zingara Morta a Colle Sannita fino Toppo Moscio.

## **A) Tratto Partitore Zingara Morta – Guardia Sanframonti**

### Tratto da pk C60 a pk C 40

La parte iniziale del tracciato si sviluppa a ridosso dell'abitato di Guardia S. lungo il versante meridionale del rilievo Toppo Campomandro-Toppola caratterizzato da terreni rocciosi calcareo-marnosi del Flysch Rosso (**FYRc**) fino a poco oltre il km 79 della S.S. 87.

La litologia è rappresentata da calcari marnosi e marne rossastre, calcareniti verdastre e calcilutiti grigiastre in strati e banchi di spessore anche superiore al metro e in forma lapidea. Laddove il versante assume pendenze meno elevate, i termini sopra descritti sono nascosti da una copertura detritica sciolta, discontinua e di spessore molto variabile, ma generalmente non superiore ai 2-3 metri.

La morfologia è caratterizzata da versanti molto acclivi e pareti subverticali, a cui segue un pendio modellato dalle incisioni torrentizie con ampi anfiteatri nelle testate dei sub-bacini idrografici a cui si adeguano le arterie stradali. In tale settore la modellazione dei versanti è stata influenzata oltre che dai torrenti anche da una serie di fenomenologie franose più o meno ampie che hanno lasciato in eredità un rilievo molto articolato con pendenze variabili e ondulate anche nel breve spazio di qualche decina di metri. Le frane individuate nella parte iniziale non interferiscono col tracciato. Per alcuni tratti il tracciato segue la S.S.87;



Tratto tra pk C 40 - pk C 01 - pk B 38

In corrispondenza del cambio di litologia pk C 40 la condotta si imposta su terreni arenacei a comportamento abbastanza. Si tratta di successioni torbiditiche di arenarie arcose intervallate da strati pelitici e argilloso-marnosi in subordine. Il tracciato da quota 419 m slm si abbassa a 346 m per attraversare il Torrente Iannare e risalire lungo il versante opposto fino al disotto dello sperone su cui insiste l'abitato di San Lupo e poco oltre fino a Loc. Gratticelle. Lungo tale tratto, dall'andamento abbastanza articolato con variazioni di quota nel breve raggio di poche decine di metri per l'attraversamento di due impluvi attigui, il tracciato a ridosso del torrente intercetta l'unghia di un cumulo di una frana del tipo scorrimento colata allo stato quiescente (a<sub>1a</sub>).

Successivamente lungo la scarpata opposta (in sinistra orografica) si registra l'attraversamento di due corpi di frana in corrispondenza delle progressive pk C 30 e di pk C 26. Il primo è relativa al corpo di una frana quiescente del tipo colata, il secondo è relativo ad una frana del tipo scorrimento colata la cui testata risulta costituita da due nicchie di distacco.

Ancora più avanti in corrispondenza della progressiva pk C 18-pk C 16 il tracciato attraversa il corpo di una frana del tipo complesso. Il fenomeno viene accentuato per la erosione, dovuti al richiamo dell'erosione provocata dalle acque incanalate nei fossi. Nell'insieme dal Torrente Iannare verso est il tracciato pur con alcune variazioni locali sale di quota costantemente. In questo tratto le condotte salgono leggermente di quota portandosi da 430m slm a 465m slm per poi scendere nuovamente con sbalzi di quota per assecondare una morfologia molto articolata, molto simile al tratto precedentemente descritto.

Fino al punto in cui si attraversa Vallone Farinelle il tracciato insiste sulla formazione arenacea, sempre a consistenza litoide con brevi tratti oblitterati da una copertura colluviale discontinua e di spessore modesto (tale da non essere cartografata).

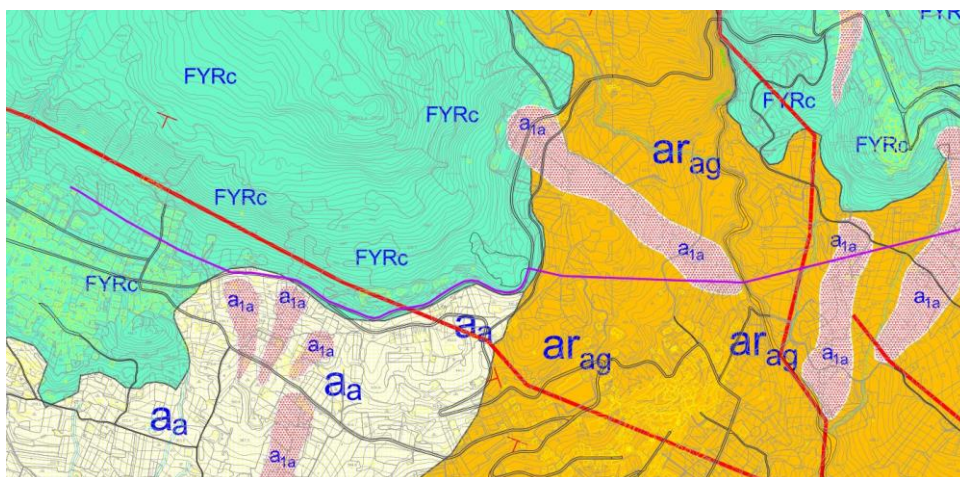


Fig. 10.19 – Tratto da Guardia S. a San Lupo.

Il settore sopra descritto (fig.102) dal punto di vista idrogeologico è il più interessante in quanto sede di una circolazione idrica sotterranea consistente e importante, poiché nell'area sono presenti le sorgenti più importanti del comprensorio con portate di un certo rilievo ( $Q_{med} > 14$  l/sec). Le sorgenti sono diffuse in un areale che comprende anche i territori dei comuni di San Lupo e San Lorenzo Maggiore.

### Tratto da pk B 38 pk B12

In corrispondenza della pk B 38 la condotta intercetta la facies argilloso-marnosa del Flysch Rosso, in cui si distinguono argille marnose e siltose, argilliti grigio-verdognole e rosso-brune, con stratificazione interna piano-parallela o ondulata; calcilutiti grigio-verdastre laminate, marne calcaree, marne e marne calcaree silicifere. Nel suo insieme l'unità appare molto eterogenea per composizione e consistenza (terrigena e lapidea). In corrispondenza della pk B25 si registra l'attraversamento di poco a monte della testata di un corpo di frana argille del F. Rosso.

Questa particolare condizione morfologica del versante si conserva lungo tutto il tratto di attraversamento della formazione delle argille del F. Rosso fino a pk B 16 dove in corrispondenza del nucleo rurale di Zincolella, una faglia mette a contatto il Flysch Rosso con la Formazione arenacea (Arenarie di Caiazzo) (Fig. 103).

Morfologicamente il paesaggio continua ad essere una monotona successione di brevi dorsali intervallate da incisioni torrentizie che nella parte di testata formano zone arcuate da cui spesso si innescano fenomeni franosi tipologicamente afferenti a frane di tipo scorrimenti o colate o fenomeni complessi che contemplano entrambe le dinamiche. Tuttavia il tracciato delle condotte si mantiene in settori distanti dai dissesti. Localmente i versanti sono interessati da fenomeni di soliflusso, che conferiscono al rilievo il tipico andamento ondulato. Ciò è dovuto anche all'affioramento di litologie più duttili (argillose) e quindi più propense alla deformazione.

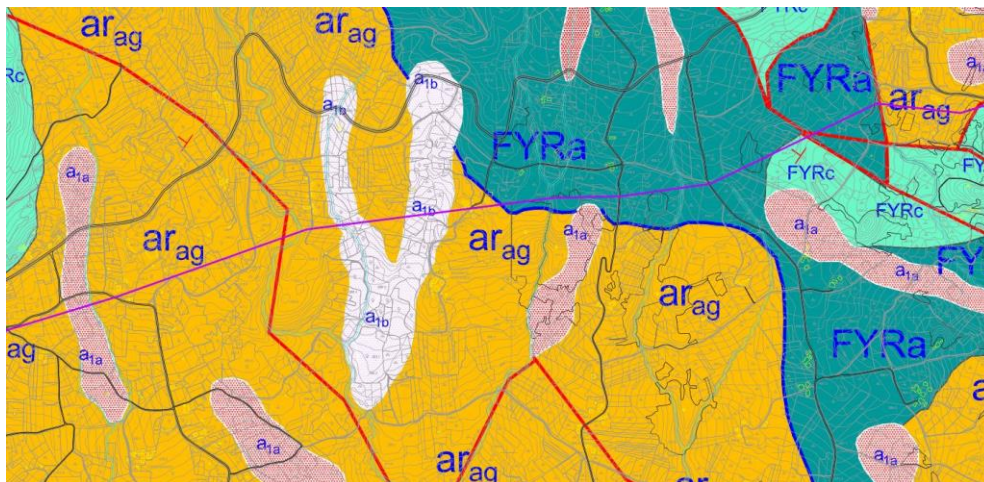


Fig.103 – Tratto da San Lupo a Loc. Zincolella

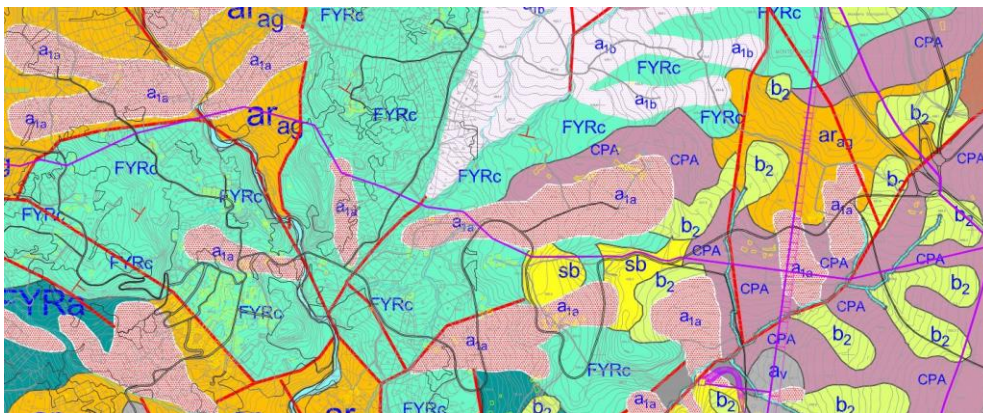
Le situazioni più critiche ai fini dell'interferenza del tracciato con la morfologia si hanno in Località Grotticelle laddove la condotta deve attraversare un cumulo di frana che si incunea lungo un impluvio abbastanza pronunciato ed in approfondimento erosivo, e dopo Ponte Accoppio, in corrispondenza di Masseria Vottoliano, dove le zone concave sono state modellate da ampi fenomeni franosi.

Tratto pk B 12 a pk A

Il settore in questo segmento risulta particolarmente complesso sia dal punto di vista geologico che morfologico. Dopo aver lasciato le arenarie il tracciato passa nei calcarei del F. rosso e da loc. Zincoella al Torrente Lenta scende fino a quota 311 m slm è costretto a rapidi saliscendi dovuti ad una morfologia molto accidentata, influenzata dalla presenza delle litologie a carattere litoide calcareo marnose (FYRc) ed in parte arenacee. I terreni sono in contatto tettonico tra loro, hanno quindi subito stress deformativi che si esplicano attraverso un assetto strutturale complesso con forme morfologiche molto variabili nel volgere di qualche decina di metri. Lungo il tratto la condotta in corrispondenza della pk A57 corre al margine della testata di una frana del tipo scorrimento rotazione allo stato quiescente. Successivamente si registra un ulteriore attraversamento di un cumulo di una frana complessa (scorrimento rotazionale colata) quiescente pk A35- pkA34

In corrispondenza del pk A22 si registra il passaggio alle marne ed argille della formazione di Corleto Perticara (CPA), l'attraversamento del Torrente presenta alcune criticità, in quanto entrambi i versanti che lo sottendono sono interessati da fenomeni franosi quiescenti.

Il tracciato, quindi, attraversa un'altra dorsale (Fig 104) fino all'impluvio successivo che impone l'ennesimo salto di quota (Torrente Lenta 311 m slm– cresta della dorsale 380 mslm – impluvio 330 m slm– strada S.S. 87 quota 370 mslm) per poi risalire verso la S.S.87 in corrispondenza del Partitore di Zingara Morta PK A1



*Fig.104 – Tratto da Loc. Zincoella a partitore vicino superstrada.*

**B) Tratto Partitore Zingara Morta -Colle Sannita**

Tratto pk A1 a pk A 19

Il segmento considerato si sviluppa lungo un percorso molto meno complesso, in quanto si dipana lungo la cresta di una dorsale, seguendo per lunghi tratti la superstrada attigua e conservando una quota abbastanza costante compresa tra 520 m slm e 480 m slm.

Le litologie attraversate sono molto diverse, procedendo dalle argille marnose con calcareniti della Formazione di CPA; lungo questo tratto tra pk A1 e pkA 14 tra si registra



l'attraversamento di una conca morfologica in cui sono presenti terreni detritici sciolti a prevalente componente argilloso-marnosa con spessore di qualche metro.

#### Tratto pk A19- pk A50

In corrispondenza della pk A19 si verifica il passaggio dalle CPA e le quarzoareniti del Flysch Numidico per un breve tratto fino a pk A 24. Le quarzareniti poggiano sul F. Numidico ed hanno uno spessore variabile da alcuni metri fino oltre i 15m. In corrispondenza del pk 24 è presente una faglia diretta che mette a contatto le arenarie del numidico con le argille del Flysch rosso. Si tratta di una condizione strutturale complessa in quanto in corrispondenza del pk A26 una faglia mette a diretto contatto le argille del F. Rosso una sequenza torbida argilloso-siltosa e subordinatamente arenacea della Formazione di Fragneto M. (ARam). (fig. 105)

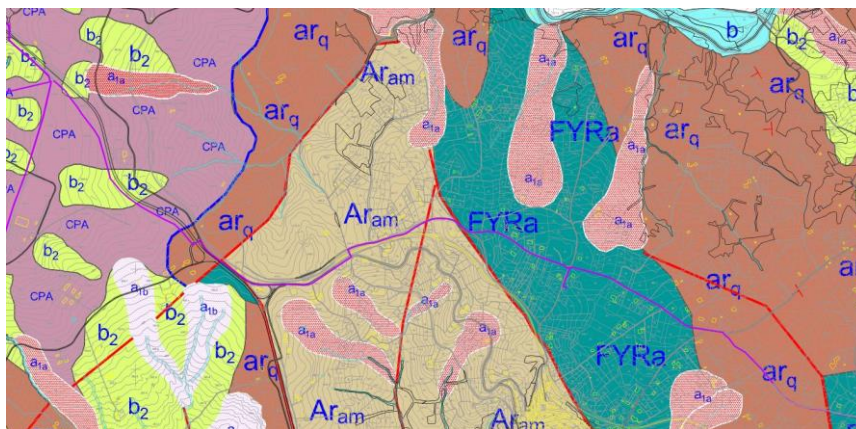


Fig.105 – Tratto dal partitore (attiguo alla superstrada) a Fragneto M.

La condotta si sviluppa nell'ambito di tali terreni fino al pk A50 senza incontrare particolari condizionamenti di carattere morfologico. Solo in corrispondenza dell'intervallo pk 42- pk 43 si rinviene una faglia che ribassa parte della formazione. Successivamente in corrispondenza del pk A50 si registra un passaggio netto per faglia ai termini argilloso marnosi del F. Rosso. Questi ultimi terreni interesseranno gli scavi almeno fino al pk A70 dove si registra il passaggio alle arenarie quarzose del F. Numidico.

La morfologia del settore attraversato in questo tratto è caratterizzata da una zona di cresta stretta e piatta che sottende in entrambi i lati delle ampie concavità che si aprono ad anfiteatro intorno ad impluvi che fungono da collettori delle acque dilavanti. All'interno delle depressioni vallive spesso si innescano diverse fenomenologie franose coalescenti soprattutto nella parte finale le vallecole si restringono a imbuto verso i torrenti. Questi movimenti gravitativi hanno contribuito a modellare i pendii sottesi in parte svuotandoli e conferendo loro un rilievo ondulato con porzioni in contropendenza, lievi sbalzi in corrispondenza di nicchie di nuova generazione. Questa serie di catini è anche sede di una copertura detritica colluviale ed eluviale e di fenomeni legati al soliflusso.

Le fenomenologie appena descritte non interferiscono con il tracciato delle condotte, mantenendosi queste nella zona di cresta con ampi margini di sicurezza dalle zone di innesco.

Nel complesso in questa zona non è presente una circolazione idrica sotterranea importante per la presenza preponderante di litologie a prevalenza pelitica, quindi con valori di trasmissività molto bassi. Solo localmente si possono avere modesti accumuli come documentato dal rinvenimento di alcuni pozzi molto superficiali ad uso domestico.

Tratto pk B1-pk B62 (da Fragneto Monforte a Pesco Sannita) (B 2.4.2 – 3.4.2)

Fino a località Masseria De Martini la configurazione morfologica e geologica del settore rispecchia le stesse caratteristiche esaminate nel segmento precedente, con un tracciato che si sviluppa in cresta o nelle zone alte dei versanti, scendendo lentamente di quota da 490 m slm circa a 430 m lontano dalle aree maggiormente acclivi e in disequilibrio statico e per questo interessate da movimenti franosi. Avvicinandosi all'abitato di Pesco Sannita le condotte sono costrette a seguire il declivio del versante in sinistra del Torrente Cammarota fino a quota 300 m slm, attraversare l'impluvio e risalire in destra con una curvatura di circa 90° per evitare una porzione di versante interessata da un fenomeno franoso abbastanza ampio e che non fornisce rassicurazioni sulla tenuta nel tempo delle opere che si andrebbero a realizzare.

Nel primo tratto compreso tra Pk B1-pk B16 la condotta attraversa le quarzareniti del Flysch Numidico. Successivamente e fino alla pk B 62 affiorano le argilliti verdastre in banchi e strati della facies argillosa del Flysch Rosso, con una alternanza multistratificata di marne argillose rossastre, argilliti e calcareniti rossastre e verdastre e subordinate intercalazioni di calcareniti.

I versanti la cui ossatura è costituita da tale litotipo sono spesso interessati da movimenti franosi in stato di quiescenza abbastanza diffusi. Si evidenzia in particolare la frana in sx del Torrente Cammarota tuttora attiva ed i cui segni sono evidenti lungo l'arteria stradale che la attraversa. Tale movimento franoso si è reso responsabile del danneggiamento della vecchia condotta ora in disuso ed i cui resti sono ben visibili risalendo lungo il declivio. Per tale motivo il tracciato è stato spostato in una zona che fornisce maggiori margini di sicurezza.

Tratto (pk A1- pk A56) (A 02.5.1 – 03.5.1)

Una volta risalito a quota 419m nei pressi dell'abitato di Pesco S. il tracciato prosegue verso nordest scendendo nuovamente di quota verso il Fiume Tammaro attraversando località Pietrarelle.

Nei pressi dell'abitato di Pesco Sannita il tracciato attraversa in località Cavarelle un'antica concavità morfologica modellata da fenomeni che hanno contribuito al suo attuale equilibrio statico.

La litologia pressochè argilloso-marnosa che affiora in gran parte del settore esaminato esclude la presenza di una circolazione idrica sotterranea tale da essere considerata un acquifero con portate sfruttabili (fig. 106)



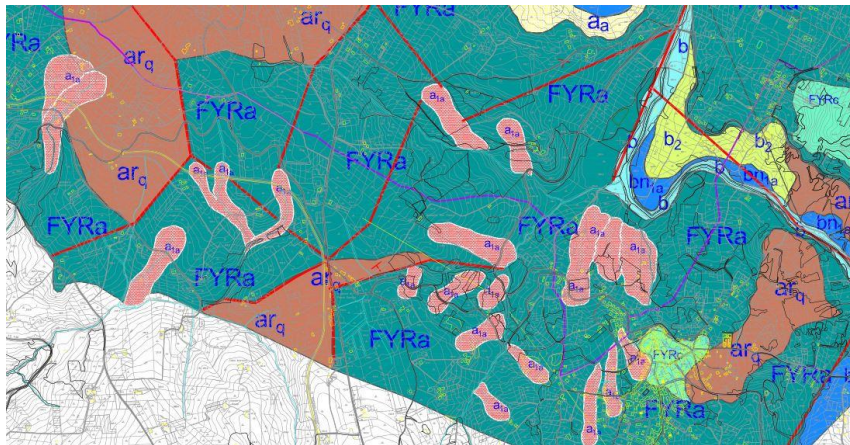


Fig.106 – Tratto da Fragneto M. a Pesco Sannita.

Tratto da pk B1 -pkB54 Pesco Sannita a località Zenna (02.5.2. -03.05.2)

*Tratto pk B1- pk41*

E' un tratto con assenza di criticità idrogeologiche e geomorfologiche. Le condotte, infatti, dal fondovalle del Torrente Tamarro risalgono in quota fino a Località Monteleone, raggiungendo la sommità di una dorsale dalla forma arrotondata, delimitata a nordovest dal Torrente Reinello e a sudest dal Fiume Tamarro.

Sviluppandosi in direzione NE il tracciato sale leggermente di quota passando da 430 m slm a 450 m slm circa fino a Casato Zenna mantenendo una direzione rettilinea. L'ossatura della dorsale è costituita in tutto il suo sviluppo, dai terreni argilloso marnoso e calcarei del Flysch Rosso, già ampiamente descritti nei precedenti tratti. Nella porzione sommitale del deposito per almeno 3m-4m è presente una coltre di colluvioni ed eluvioni (fig. 10.24).

Da località "Innesto" di Reino la continuità litologica riscontrata fino al pk B30, viene interrotta dall'affioramento di litologie in parte argilloso-calcarenitiche della formazione delle Argille Varicolori) ed in parte da brandelli arealmente molto limitati di terreni quarzoarenitici del Flysch Numidico. In corrispondenza della pk B38 una faglia mette a diretto contatto le arenarie del Numidico con le argille delle A.V. Questi ultimi terreni sono diffusi lungo tutto il restante tratto fino alla pk b54.

Per la presenza di litologie particolarmente suscettibili alla deformazione plastica ed alla franosità lungo i versanti che bordano il rilievo sono presenti numerosi movimenti gravitativi che modellano i pendii secondo forme morfologiche blandamente ondulate. Tuttavia, l'ubicazione del tracciato fornisce ampi margini di sicurezza circa le eventuali interferenze con i manufatti.

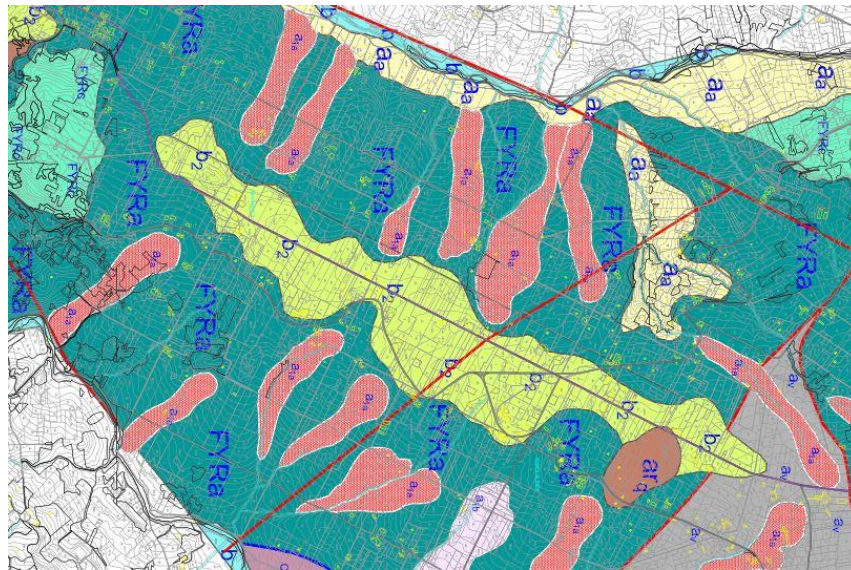


Fig. 107 – Tratto da Pesco Sannita a Località Zenna.

Tratto pk C1 pk C55; pkD1 -pk D67; pk E1 -pkE65 da località Zenna a Colle Sannita  
( C 2.5.3 -3.5.3- ; D 2.5.4- 3.5 4; E 2.5.5 -3.5.5.)

Il tracciato abbandona l'andamento rettilineo e si sviluppa sul il crinale delle dorsali con andamento più articolato, si allinea ad alcune arterie stradali e attraversa le località di Masseria Nevizzica fino a Crocelle di Colle raggiungendo quota 701 m slm. Successivamente ridiscende trasversalmente al versante fino all'attraversamento del Torrente Reinello posto a quota 580 m slm. Da qui, seguendo un tragitto abbastanza acclive e superando un dislivello di circa 200 metri si porta nel settore orientale dell'abitato di Colle Sannita.

Tutto il tratto fino a Crocelle di Colle (pk E65) la litologia affiorante è sempre rappresentata dai termini argilloso-marnosi del Flysch Rosso, parzialmente coperti da depositi detritici colluviali ed eluviali. Nel tratto di avvicinamento a Colle Sannita, nella valle del T. Reinello all'interno del dominio flyscioide si apre una finestra tettonica limitata al versante entro cui appaiono i terreni argilloso-calcarenitico-calclutitici afferenti alla Formazione di Corleto Perticara normalmente sottostanti al F. Rosso.

L'assetto strutturale dei terreni attraversati denuncia una tettonizzazione spiccata con presenza di faglie ad alto angolo, sovrascorrimenti e lineamenti tettonici che si prolungano per diverse decine di km e che scompaginano l'originale deposizione e stratificazione dei terreni coinvolti. Ciò si riversa sia nella composizione del paesaggio morfologico variamente articolato proprio per l'attiguità di materiale terrigeno a diversa risposta reologica all'erosione e sia nella propensione al dissesto di terreni già ampiamente scompaginati e destrutturati per deformazioni tettoniche.

Dal punto di vista morfologico le maggiori criticità si riscontrano nel vallone del Torrente Reinello in quanto lungo i versanti sono stati individuati diversi movimenti gravitativi. Tuttavia il collocamento del tracciato è stato realizzato in modo da evitare



zone di attraversamento di aree soggette a frane.

Ovunque la facies argillosa del Flysch Rosso (fig. 108) è ampiamente diffusa nel substrato dell'area questa condizione favorisce la formazione di falde effimere nei terreni più alterati in superficie, o nei tratti ove si rinvengono coltri di terreni detritici come si verifica nei tratti pk C8 -pk C31; pk C42- pk C48 pk C51- pk C55, pk D1 -pkD21; pkd59-pkD87; pk E49 -pkE55, o in corrispondenza di cumuli di frana quiescente di limitate estensioni come quello compreso tra pk D41- pkD44.

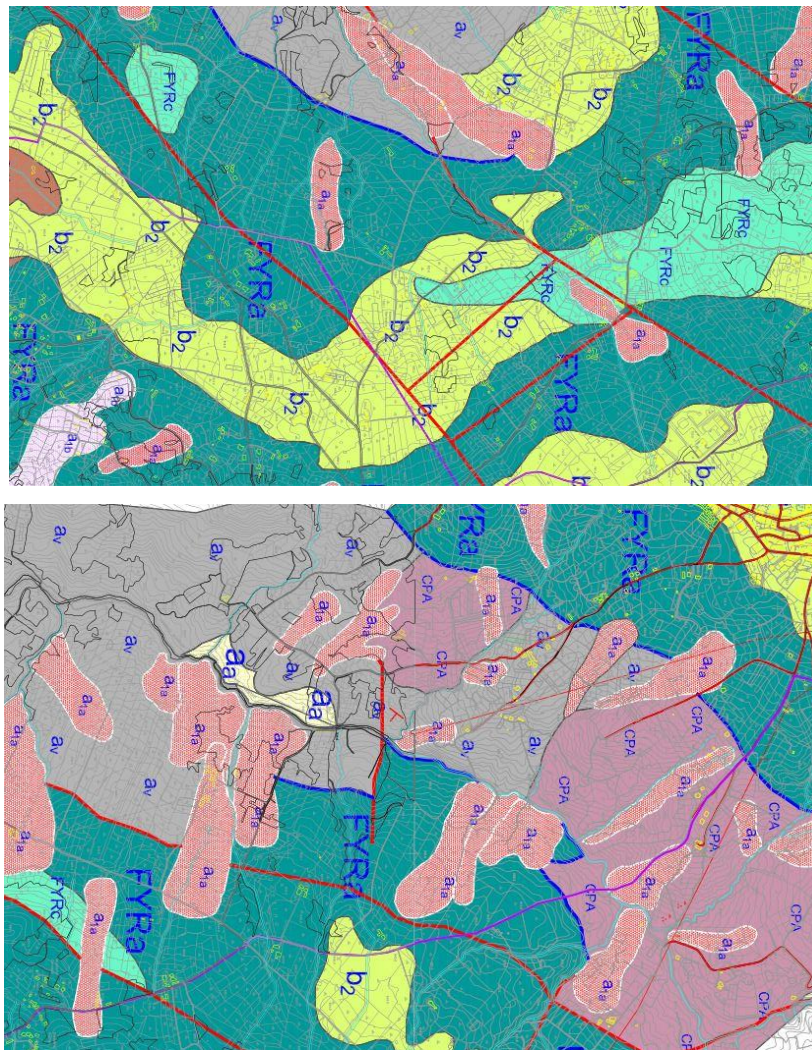


Fig. -108 Tratto da località Zenna a Colle sannita primo e secondo segmento

#### Tratto pk F1-pk F76 (da località Colle Sannita a Toppo Moscio (F 2.5.6 -3.5.6))

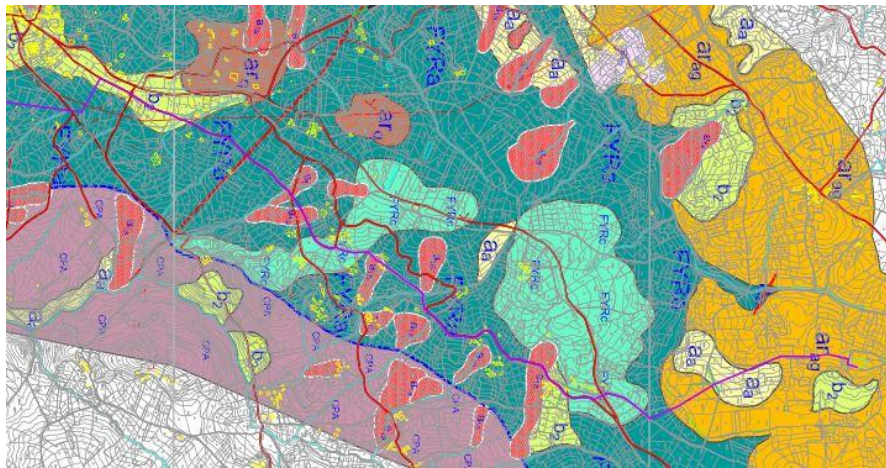
Il segmento finale del tracciato si sviluppa una volta oltrepassato il centro abitato di Colle Sannita nella parte alta del versante rivolto ad est, attraversando i terreni argillosi del Flysch Rosso fin poco oltre località le Bannere. Lungo questo tratto si intercettano le due facies del Flysch Rosso, la facies argilloso-marnosa, molto più sviluppata e quella calcareo-marnosa, visibile in particolare nella parte alta di Colle dell'Inviso.

Le criticità morfologiche riscontrate si concentrano su due fenomeni franosi

quiescenti attraversati poco dopo l'abitato rispettivamente in corrispondenza di pk F3 -pk F4 e un altro fenomeno franoso in stato di quiescenza intercettato in corrispondenza di pk F19-pk F20 nei pressi dell'agglomerato de le Bannere.

Dalla progressiva pk F66 a pk F78 (fig.109) il tratto si sviluppa attraversando terreni arenacei in facies di molassa, a consistenza litoide o con grado di addensamento molto elevato, che caratterizzano tutto il rilievo di Toppo del Moscio e i dintorni.

In questo areale il paesaggio assume forme tondeggianti, con versanti a inclinazione blanda, piuttosto regolare e priva di criticità legate a dissesti in atto. Nelle parti più concave è sempre possibile rilevare coperture detritiche discontinue e poco spesse.



*Fig.109 – Tratto finale da Colle Sannita a località Toppo del Moscio.*