

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. Geol. MASSIMO PIETRANTONI

Ing. PIETRO MAZZOLI



Responsabile Geologia e Geotecnica

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA - IDROGEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

APPALTATORE		SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. Bianchi 22/09//2018		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	G	E	0	0	0	1	0	0	1	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Remigio	11/07/2018	M. Pietrantonì	11/07/2018	P. Mazzoli	11/07/2018	M. Pietrantonì
B	REV. ISTRUTTORIA ITALFERR 07/09/18	M. Remigio	22/09/2018	M. Pietrantonì	22/09//2018	P. Mazzoli	22/09//2018	
								22/09//2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.RG.GE.00.0.1.001.B.docx	n. Elab.:
---------------------------------------------	-----------

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>2 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	2 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	2 di 130								

Indice

1	PREMESSA	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
3	ELABORATI GRAFICI	9
4	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	11
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	14
5.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA	15
5.2	APPARATI VULCANICI DEL SOMMA-VESUVIO E DEI CAMPI FLEGREI.....	18
5.3	STRATIGRAFIA REGIONALE.....	21
5.4	CARATTERISTICHE STRUTTURALI	28
6	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE	32
6.1	MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI.....	33
6.2	PROCESSI DI VERSANTE E DEPOSITI DI COPERTURA.....	34
6.3	MORFOLOGIA CARSICA.....	35
6.4	ATTIVITÀ ESTRATTIVE.....	37
7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE	38
7.1	ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE.....	39
7.2	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI	41
7.3	SORGENTI E OPERE DI CAPTAZIONE.....	45
7.4	VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DELLA PIANA CAMPANA.....	46
8	INDAGINI GEOGNOSTICHE	48
9	CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI.....	50
9.1	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO.....	50
9.1.1	UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI	50
9.1.2	UNITÀ DEL SANNIO.....	53

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>3 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	3 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	3 di 130								

9.1.3	UNITÀ SIN-OROGENE	56
9.1.4	DEPOSITI FLUVIO LACUSTRI E VULCANICI	57
9.1.5	DEPOSITI CONTINENTALI	66
9.2	ASSETTO STRUTTURALE	69
10	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE LOCALI.....	72
10.1	ELEMENTI IDROGRAFICI	72
10.2	ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI	73
10.3	FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI.....	73
10.4	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	75
10.5	FORME POLIGENICHE	76
10.6	FORME ANTROPICHE E MANUFATTI	76
11	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI.....	78
11.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....	78
11.1.1	COMPLESSI DELLE UNITÀ DEL SUBSTRATO SEDIMENTARIO	79
11.1.2	COMPLESSI DEI DEPOSITI DI COPERTURA	80
11.2	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.....	83
11.3	OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE	84
11.4	CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO.....	84
11.4.1	FALDA IDRICA DELLA PIANA DI MADDALONI	86
11.4.2	FALDA IDRICA DELLA DORSALE DEL MONTE AGLIO	87
11.4.3	FALDA IDRICA DELLA PIANA DELL'ISCLERO (VALLE DI MADDALONI)	90
12	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	91
12.1	LINEA CANCELLO-FRASSO	91
12.1.1	DAL KM 0+000 AL KM 2+000 CIRCA.....	91
12.1.2	DAL KM 2+000 AL KM 2+775. CAVALCAFERROVIA APPIA E CARMIGNANO	92
12.1.3	DAL KM 2+775 AL KM 2+990. GALLERIA ARTIFICIALE SUD DI IMBOCCO ALLA GALLERIA MONTE AGLIO	92
12.1.4	DAL KM 2+990 AL KM 6+850 GALLERIA MONTE AGLIO	93
12.1.5	TRA IL KM 6+885 ED IL KM 7+320. GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA DI IMBOCCO NORD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO.....	102
12.1.6	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 7+320 ED IL KM 8+115. VALLE DI MADDALONI	103
12.1.7	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 8+115 ED IL KM 8+490	104
12.1.8	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 8+490 ED IL KM 9+174. VALLONE RIO SECCO	104

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>4 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	4 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	4 di 130								

12.1.9	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 9+174 E IL KM 10+000	107
12.1.10	DAL KM 10+000 AL KM 11+735. VIADOTTO SAN MICHELE.....	107
12.1.11	DAL KM 11+735 AL KM 12+500. RILEVATI E VIADOTTO AD ARCHI CANTINELLA.....	108
12.1.12	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 12+500 ED IL KM 12+800. VIADOTTO ISCLERO	109
12.1.13	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 12+800 ED IL KM 14+778	109
12.1.14	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 14+774 ED IL KM 14+924. VIADOTTO SAN GIORGIO.....	110
12.1.15	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 14+924 ED IL KM 16+500	111
12.2	VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI.....	111
12.3	COLLEGAMENTO PER MARCIANISE	112
12.4	INTERCONNESSIONE NORD BINARIO PARI.....	112
12.5	INTERCONNESSIONE NORD BINARIO DISPARI.....	113
12.6	ASSE PRINCIPALE BINARIO PARI DAPK 0+000 A PK 2+000.....	113
13	CRITICITÀ GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE	114
13.1	CRITICITÀ GEOLOGICHE	114
13.2	CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE.....	115
13.3	CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE	119
14	APPENDICE. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	122

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>5 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	5 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	5 di 130								

1 PREMESSA

Nella presente Relazione sono illustrati gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici relativi al progetto esecutivo della linea ferroviaria Napoli - Bari, tratta Canello - Frasso Telesino, tra le Pk 0+000 e 16+500 e della variante alla linea Roma - Napoli via Cassino.

Il presente studio è stato sviluppato a partire dallo studio geologico del progetto definitivo, rivisto criticamente e verificato con opportuni controlli in campagna. A partire da questo studio sono poi stati condotti i necessari rilievi geologici, geomorfologici e idrogeologici di dettaglio (su base cartografica in scala 1:2.000) con il supporto di analisi di foto aeree e satellitari.

Lo studio di superficie è stato associato all'analisi dei dati di sottosuolo relativi alle precedenti campagne di indagini (progetto definitivo e fasi precedenti), integrati dai risultati di una specifica campagna di indagini geognostica e geotecnica (sondaggi, prove in sito e in laboratorio, indagini geofisiche) programmata per la progettazione esecutiva.

L'insieme dei dati ha portato alla formulazione di un **modello geologico** (ai sensi delle NTC 2008, § 6.2.1) che descrive i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici dei siti. Per la definizione del suddetto modello sono stati redatti tutti gli elaborati grafici e cartografici richiesti per la progettazione di opere infrastrutturali lineari (cartografia tematica e profili, di cui si riferirà nel seguito).

Il modello geologico è stato associato ad un **modello sismico** dei singoli siti, come richiesto dalle normative. Gli aspetti sismici sono commentati nella specifica Relazione Sismica, da considerare parte integrante della presente Relazione.

Questa Relazione è suddivisa in due sezioni. La prima (Capitoli 5, 6 e 7) descrive le condizioni di "area vasta" intendendo con tale termine un'area adeguatamente ampia all'intorno dei siti di progetto, ma significativa per poter studiare e comprendere le dinamiche geologiche alla scala di sito. Per questa analisi di area vasta sono stati utilizzati i dati di letteratura disponibili e i precedenti studi che interessano aree poste anche a notevole distanza dai siti di progetto, ma interpretate e verificate sul posto considerando le finalità del progetto.

Nella seconda sezione (capitoli 9÷13) sono esaminati gli aspetti di dettaglio che riguardano l'interazione del territorio con l'infrastruttura di progetto, inquadrata nell'ambito dell'area vasta e studiata nello

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>6 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	6 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	6 di 130								

specifico sulla base degli accertamenti condotti nei siti e in particolare dell'analisi e interpretazione dei dati di indagine di sottosuolo.

Con questa impostazione, la presente Relazione contiene la descrizione litologico-tecnica delle formazioni individuate nell'ambito delle aree di interesse. La stessa suddivisione in formazioni è stata mantenuta nella modellazione geotecnica, con le ovvie distinzioni necessarie per affrontare gli aspetti tecnico-progettuali. Il modello geologico così definito rappresenta quindi un passaggio propedeutico alla definizione del **modello geotecnico** da prendere a base per la progettazione delle opere.

Il **modello geotecnico** e la caratterizzazione geotecnica delle singole formazioni sono contenuti nella Relazione Geotecnica generale. Le due relazioni vanno quindi lette in maniera congiunta.

Il tema della pericolosità geologica (stabilità dei versanti) viene affrontato in una specifica Relazione denominata "Studio di Compatibilità Idrogeologica" ai sensi delle norme tecniche delle Autorità di Bacino interferenti (AdB Regionale della Campania Centrale e AdB dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>7 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	7 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	7 di 130								

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per l'elaborazione del presente studio geologico si è tenuto conto degli esiti del precedente studio e dei relativi documenti allegati al progetto definitivo (Relazione Geologica, Carte geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche e relativi profili).

Sono inoltre stati acquisiti i risultati delle indagini eseguite nelle precedenti fasi. I risultati di queste indagini sono stati analizzati e re-interpretati alla luce dei risultati delle nuove indagini eseguite per il progetto esecutivo e della definitiva interpretazione della struttura geologica ricavata dal presente studio.

Nel seguito si riporta l'elenco dei soli documenti disponibili (i risultati delle indagini non direttamente disponibili sono stati ricavati dai resoconti e dalle tabelle riepilogative contenute nelle relazioni del progetto definitivo).

- *Concessione delle prestazioni integrate occorrenti per la progettazione definitiva del raddoppio e potenziamento della linea Caserta - Foggia e per la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere occorrenti per una prima fase di raddoppio e potenziamento della suddetta linea:*
 - Stratigrafie dei sondaggi - Campagna indagini 1984-1985. Consorzio CO.FER.I.

- *Progettazione preliminare per il "Raddoppio tratta Canello - Benevento; 1° lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni":*
 - IF32 01 R69 SG GE0005 001A Stratigrafie, prove in sito, rilievo geomeccanico e documentazione fotografica - Campagna indagini 2008-2009.
 - IF51 01 D69 SG GE0005 001A Sondaggi stratigrafie e prove in sito

- *Progettazione esecutiva per "Itinerario Napoli-Bari Raddoppio tratta Canello – Benevento I Lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni – Viabilità di soppressione PL al km 143+833 – via Calabroni":*
 - IF0K 00E69 SG GE0001 001A Indagini geognostiche.

- *Progettazione definitiva per il "Raddoppio tratta Canello – Benevento I Lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni":*
 - IF0F 01 D69 SG GE0001 001A Indagini geognostiche;

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>8 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	8 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	8 di 130								

- IF0F 01 D69 PR GE0005 002A Prove di laboratorio;
- IF0F 00 D69 IG GE0005 002A Indagini geofisiche – Planimetria ubicativa delle indagini svolte;
- IF0F 00 D69 IG GE0005 003÷4A Indagini geofisiche – Profili sismici a rifrazione;
- IF0F 01 D69 IG GE0005:007A Indagini geofisiche – Profili sismici a riflessione;
- IF0F 01 D69 IG GE0008A Indagini geofisiche – Profilo geofisico della galleria;
- IF0F 01 D69 PR GE0005 001A Prove geotecniche di laboratorio;
- IF0F 01 D69 RH GE0005 001A Monitoraggio piezometrico Canello-Frasso;
- IF0F 01 D69 SG GE0005 001A Sondaggi geognostici (S1);
- IF0F 01 D69 SG GE0005 002A Sondaggi geognostici (S2);
- IF0F 01 D69 SG GE0005 003A Indagini geognostiche – Sondaggi, stratigrafie e prove in sito.

Tutti questi documenti si danno per acquisiti e noti e quindi non verranno riprodotti in questa sede.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>9 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	9 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	9 di 130								

3 ELABORATI GRAFICI

Il presente studio geologico comprende, oltre alla presente Relazione, una serie di elaborati cartografici tipici per la progettazione di infrastrutture lineari.

La cartografia tematica (geologica, geomorfologica e idrogeologica) è stata mantenuta alla stessa scala 1:5.000 del progetto definitivo. Si è ritenuto infatti che una scala di maggiore dettaglio (ad esempio 1:2.000) non avrebbe aggiunto ulteriori dettagli, ma avrebbe fatto perdere la visione d'insieme delle problematiche di tracciato.

La carta geologica è stata redatta con i medesimi criteri adottati per il progetto definitivo, facendo cioè riferimento alla recente carta geologica in scala 1:50.000 del CARG per ciò che riguarda l'impostazione di base, la suddivisione e la nomenclatura delle formazioni geologiche. Dalla base di partenza disponibile sono stati effettuati rilievi e controlli di campagna su base cartografica 1:2.000 e, anche a seguito dell'acquisizione dei risultati delle nuove indagini, sono state apportate le necessarie modifiche e integrazioni.

Analogamente le carte geomorfologiche e idrogeologiche sono state ricavate dagli studi di base e sono state elaborate nel dettaglio sulla base di specifici accertamenti e dei risultati delle nuove indagini.

Il profilo geologico è invece stato redatto in scala di maggiore dettaglio rispetto al progetto definitivo e quindi in scala 1:2000/1:200. Questa scala fornisce i dettagli richiesti per la progettazione esecutiva e per l'elaborazione del profilo geotecnico.

L'insieme degli allegati allo studio geologico è riportato nella tabella seguente.

ITINERARIO NAPOLI – BARI**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO****1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	10 di 130

GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA- IDROGEOLOGIA																			
1	Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	001	A
2	Relazione sismica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	002	A
3	Studio di compatibilità idro-geologica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	003	A
4	Censimento dei Punti d'acqua	FS	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	H	GE	00	0	2	001	A
5	Carta geologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	001	A
6	Carta geologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	002	A
7	Carta geologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	003	A
8	Carta idrogeologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	001	A
9	Carta idrogeologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	002	A
10	Carta idrogeologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	003	A
11	Carta geomorfologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	001	A
12	Carta geomorfologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	002	A
13	Carta geomorfologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	003	A
14	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 1 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	001	A
15	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 2 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	002	A
16	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 3 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	003	A
17	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 4 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	004	A
18	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 5 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	005	A
19	Profilo geologico e idrogeologico. Linea storica Tav. 1/2	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	006	A
20	Profilo geologico e idrogeologico. Linea storica Tav. 2/2	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	007	A
21	Profilo geologico e idrogeologico. Finestra uscita di emergenza km 3+772	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	008	A
22	Profilo geologico e idrogeologico. Finestra uscite di emergenza km 5+498	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	009	A
23	Dossier indagini	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	001	A
24	Documentazione sui sondaggi e prove in foro	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	002	A
25	Documentazione sulle prove in sito	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	003	A
26	Documentazione sulle indagini geofisiche	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	I	G	GE	00	0	5	001	A
27	Documentazione sulle prove geotecniche di laboratorio	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	R	GE	00	0	5	001	A
28	Rilievo geomeccanico con drone nella cava Tixon	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	L	GE	00	0	5	001	A
29	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 1/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	001	A
30	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 2/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	002	A
31	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 3/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	003	A
32	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 4/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	004	A
33	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 5/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	005	A

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>11 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	11 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	11 di 130								

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si trova nel settore centro-occidentale della Regione Campania, lungo l'esistente linea ferroviaria Napoli-Bari. In particolare, la tratta Canello - Frasso Telesino si sviluppa per circa 16.5 km in direzione SSW-NNE sulla linea Caserta - Foggia, mentre la variante alla linea si estende per circa 2,9 Km e ricade quasi completamente nel comune di Maddaloni. Il tracciato di progetto interessa, pertanto, il territorio dei comuni di Caserta, Cervino, Maddaloni e Valle di Maddaloni, in provincia di Caserta (CE), e quello dei comuni di Dugenta e Sant'Agata de Goti, in provincia di Benevento (BN).

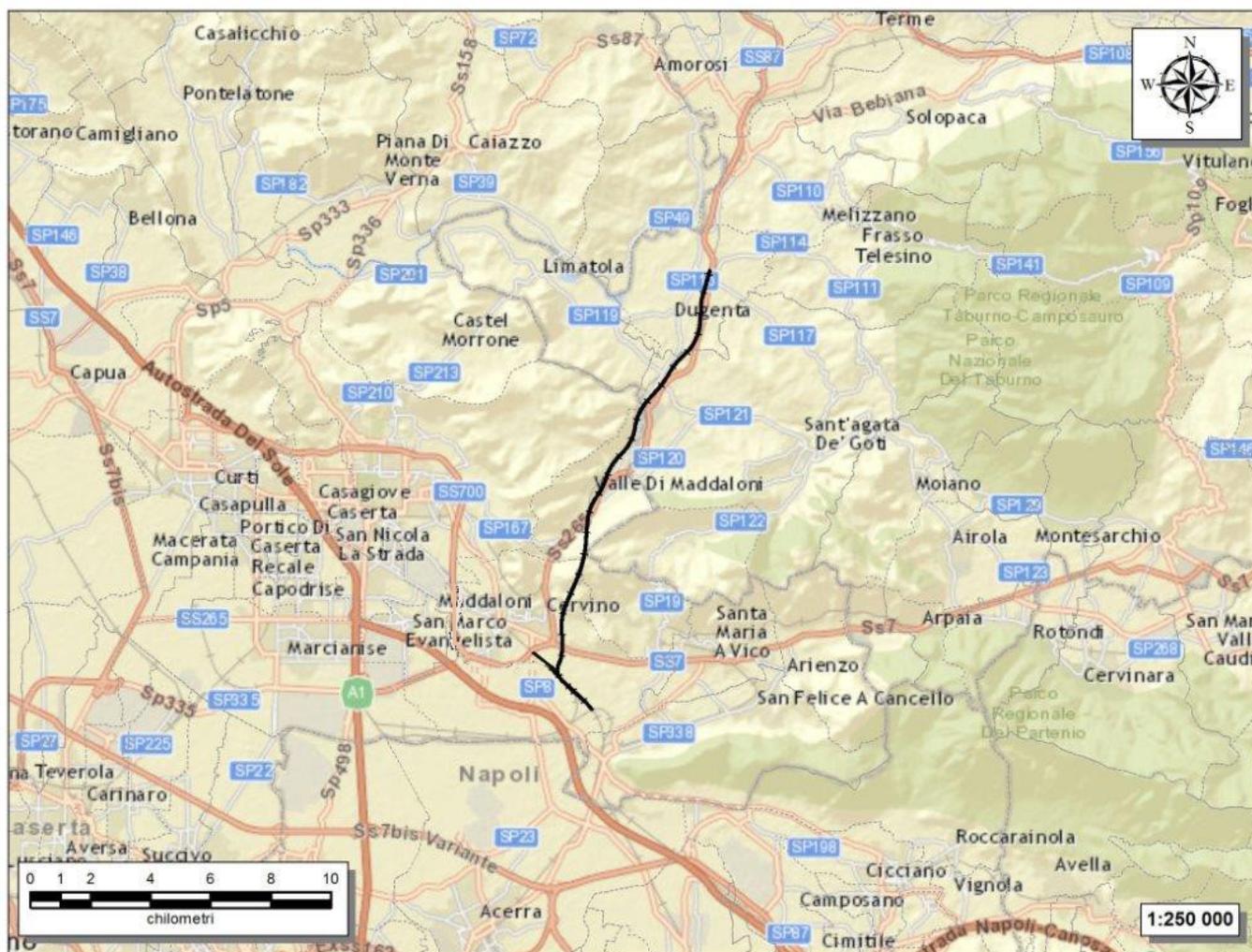


Fig. 1: – Corografia dell'area oggetto di studi, con individuazione del tracciato di interesse progettuale (in nero).

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia (I.G.M.I.), l'area oggetto di studio è individuabile all'interno dei Fogli 172 Caserta e 173 Benevento in scala 1:100000, nelle Tavole 172 II NE Castel Morrone, 172 II SE Caserta e 173 III NW S. Agata de Goti in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>12 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	12 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	12 di 130								

Regionale della Regione Campania, negli elementi 431061, 431063, 431064, 431092, 431093, 431103, 431104, 431131, 431132, 431133, 431134 e 431143 in scala 1:5000.

Il tracciato progettuale impegna, quindi, settori di territorio posti a quote comprese tra 40 m s.l.m. e 400 m s.l.m. circa, mentre le quote progetto variano da 43 m s.l.m. a 120 m s.l.m.. Dal punto di vista orografico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti, localmente separati dai rilievi carbonatici del gruppo dei Monti Tifantini-Monti di Durazzano. I principali corsi d'acqua dell'area sono rappresentati, da Nord a Sud, il Vallone del Ferro, il Torrente San Giorgio, il Torrente Isclero, il Vallone Riosecco, il Vallone Grottole, il Vallone Calvarino e il Canale di Carmignano.

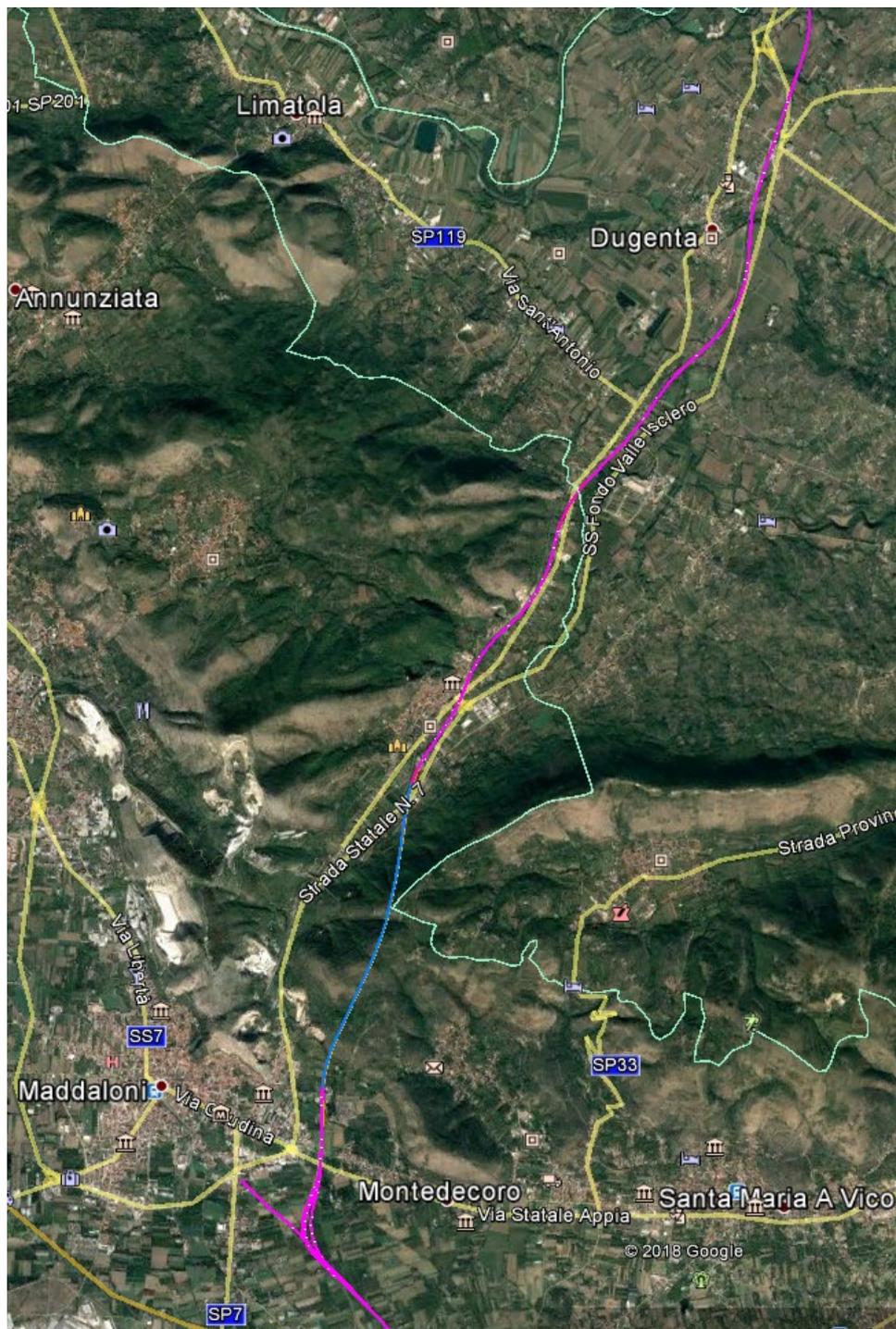


Fig. 2: – Tracciato su foto satellitare (tracciato all'aperto in magenta, in galleria blu)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>14 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	14 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	14 di 130								

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

I numerosi studi di letteratura sulla Geologia dell'Appennino sono stati ampiamente riassunti nella relazione geologica del progetto definitivo, dalla quale sono stati estratti, anche integralmente, i principali contributi.

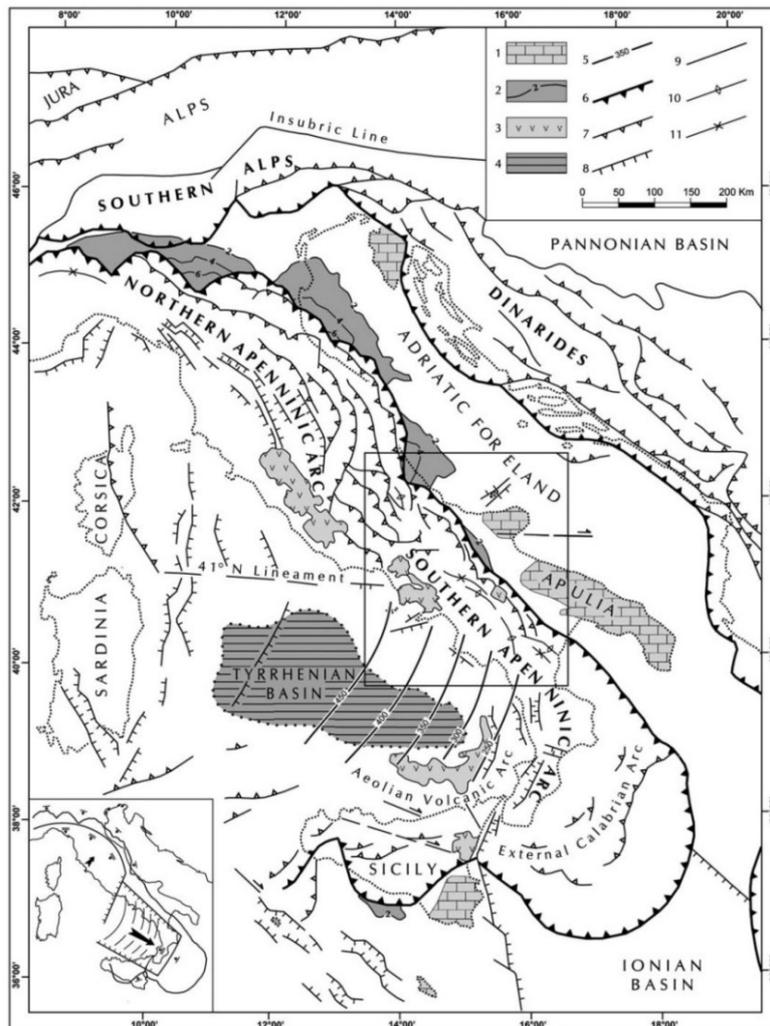


Fig. 3: – Schema strutturale della penisola italiana ed aree adiacenti mostrante la suddivisione della Catena Appenninica in due archi principali: l'Arco Appenninico Settentrionale e l'Arco Appenninico Meridionale; nel riquadro in basso a sinistra è schematizzata la diversa struttura litosferica nei due archi appenninici: 1) carbonati mesozoici delle aree di avampaese; 2) profondità (in km) della base dei depositi plio-pleistocenici nei bacini di avanfossa dell'Appennino e della Sicilia; 3) principali edifici vulcanici quaternari; 4) aree del Mar Tirreno con valori dell'anomalia di Bouguer superiori a 200 mgals, a crosta oceanica o continentale assottigliata; 5) zona di Wadati-Benioff nell'area tirrenica meridionale (profondità in km); 6) fronte delle Maghrebidi, dell'Appennino, delle Alpi meridionali e delle Dinaridi; 7) altri sovrascorrimenti principali; 8) faglie normali; 9) faglie ad alto angolo, soprattutto faglie trascorrenti; 10) asse di anticlinale; 11) asse di sinclinale (da Patacca & Scandone 2007).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>15 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	15 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	15 di 130								

Tutti gli studi sono concordi ad interpretare la catena appenninica, come il risultato di una struttura tettonica cosiddetta “*thrust and fold belt*” con vergenza orientale (Mostardini & Merlini 1986; Doglioni et al. 1991; Bigi et al. 1992; Bonardi et al. 2009), compreso tra il Bacino Tirrenico ad Ovest e l’Avampaese Apulo a Est (Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009). L’Appennino è quindi una catena per pieghe e sovrascorrimenti connessa all’arretramento flessurale della litosfera apulo-adriatica (Malinverno & Ryan 1986; Doglioni et al. 1991), che si struttura verso i settori di avampaese a partire dal Miocene (Bally et al. 1986; Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009).

5.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA

La Catena Appenninica si colloca in un contesto tettonico post-collisionale connesso all’interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (Alvarez et al. 1974; Roure et al. 1991; Guerrera et al. 1993).

L’attuale configurazione geometrica della catena è quindi il risultato di complessi eventi compressivi, trascorrenti e distensivi legati alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica (Sartori 1989; Bonardi et al. 2009). Successivamente, a causa dell’apertura del Bacino di retroarco Tirrenico, tali eventi sono accompagnati da fenomeni distensivi sul bordo interno della catena (Sartori 1989; Patacca et al. 1990; Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009).

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* (Bonardi et al. 2009).

A partire dal Tortoniano, questo assieme 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 e tutti i domini paleogeografici più esterni, sino al raggiungimento della Piattaforma Apula interna (Mostardini & Merlini 1986; Bonardi et al. 2009). Le fasi tettoniche tortoniane hanno quindi condizionato in maniera evidente la sedimentazione di tutte le aree

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

bacinali, portando alla formazione dell'assetto strutturale pressoché definitivo della catena (Torre et al. 1988; Patacca & Scandone 1989).

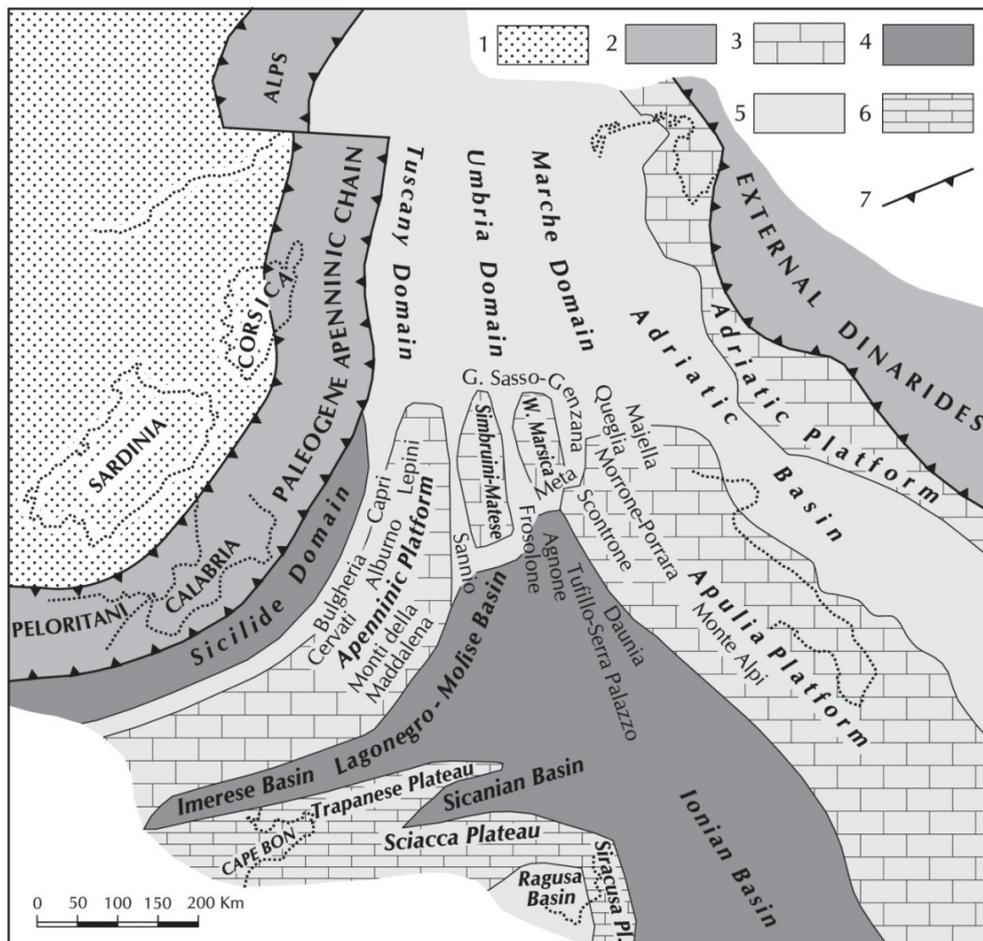


Fig. 4: – Ricostruzione palinspastica dell'area centro-mediterranea nell'Oligocene superiore, mostrante la distribuzione dei domini dell'Appennino centro-meridionale prima della loro incorporazione nella Catena: 1) Avampaese europeo; 2) Catena paleogenica; 3-6) Avampaese africano: 3) carbonati di piattaforma di mare basso; 4) bacini profondi a crosta oceanica o continentale assottigliata; 5) aree bacinali con alti strutturali isolati; 6) plateaux pelagici; 7) fronte di catena (da Patacca & Scandone, 2007).

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 (Cantalamessa et al. 1988; Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

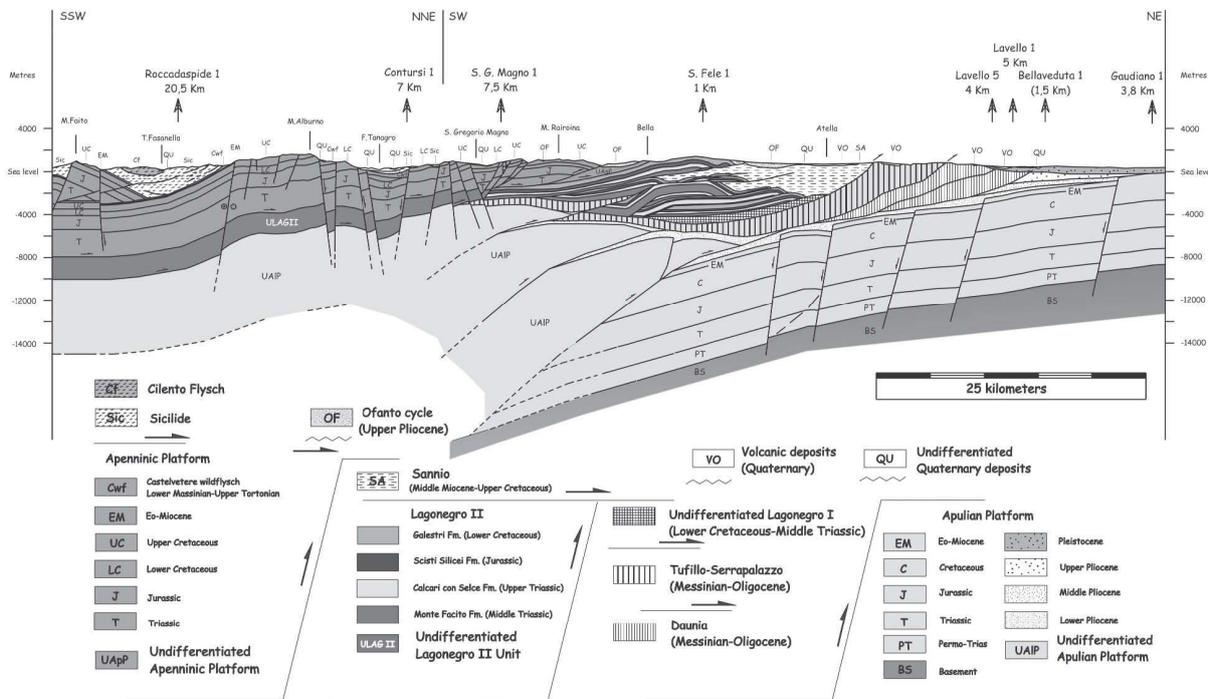


Fig. 5: – Sezione geologica della Catena Appenninica meridionale, mostrante i rapporti tra le principali unità stratigrafico-strutturali a seguito della strutturazione dell'edificio a falde (da Scrocca et al. 2007).

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).

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 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 intramontane colmate da spesse successioni continentali di tipo vulcanico, alluvionale e fluvio-lacustre (Brancaccio et al. 1991; Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>18 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	18 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	18 di 130								

5.2 APPARATI VULCANICI DEL SOMMA-VESUVIO E DEI CAMPI FLEGREI

I terreni vulcanoclastici ampiamente affioranti in tutto l'Appennino Campano derivano essenzialmente dall'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 colluvi vulcanoclastici 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).

Il **Somma-Vesuvio** è uno strato-vulcano di medie dimensioni, che raggiunge l'altezza massima di 1281 m s.l.m.. Esso risulta costituito da un edificio vulcanico più vecchio e ripetutamente collassato, il Monte Somma, e di un edificio più recente cresciuto all'interno della caldera così generata, il Monte Vesuvio (Cubellis et al. 2001; De Niscio 2007).

La caldera del Monte Somma è bordata da faglie ad anello originatesi probabilmente durante eruzioni di tipo esplosivo e presenta un asse maggiore orientato in direzione circa E-W (De Niscio 2007). Nel settore Nord-orientale l'orlo del cratere risulta caratterizzato da pareti sub-verticali con altezza massima di circa 280 m, mentre nei settori occidentali e meridionali gli orli calderici sono generalmente meno evidenti ed accidentati, in quanto ricoperti da prodotti successivi all'evento del 1631 (Principe et al. 1987). L'edificio del Monte Vesuvio rappresenta invece un tipico cono vulcanico con un diametro sommitale di 450 m e una profondità massima di circa 330 m (Cubellis et al. 2001). Esso è costituito principalmente da colate laviche e depositi scoriacei di caduta e di flusso, oltre che da depositi piroclastici connessi ad eruzioni pliniane e sub-pliniane (De Niscio 2007).

L'attività vulcanica del complesso Somma-Vesuvio ha avuto inizio circa 400 ka fa ed è chiaramente di tipo misto (Brocchini et al. 2001; De Niscio 2007), in quanto nel corso della sua esistenza si sono succedute eruzioni sia effusive che pliniane. Durante gli ultimi 20 ka sono avvenute ben sette eruzioni pliniane ad intervalli di alcune migliaia di anni, l'ultima delle quali è la famosa eruzione del 79 d.C. che distrusse le città di Pompei ed Ercolano.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>19 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	19 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	19 di 130								

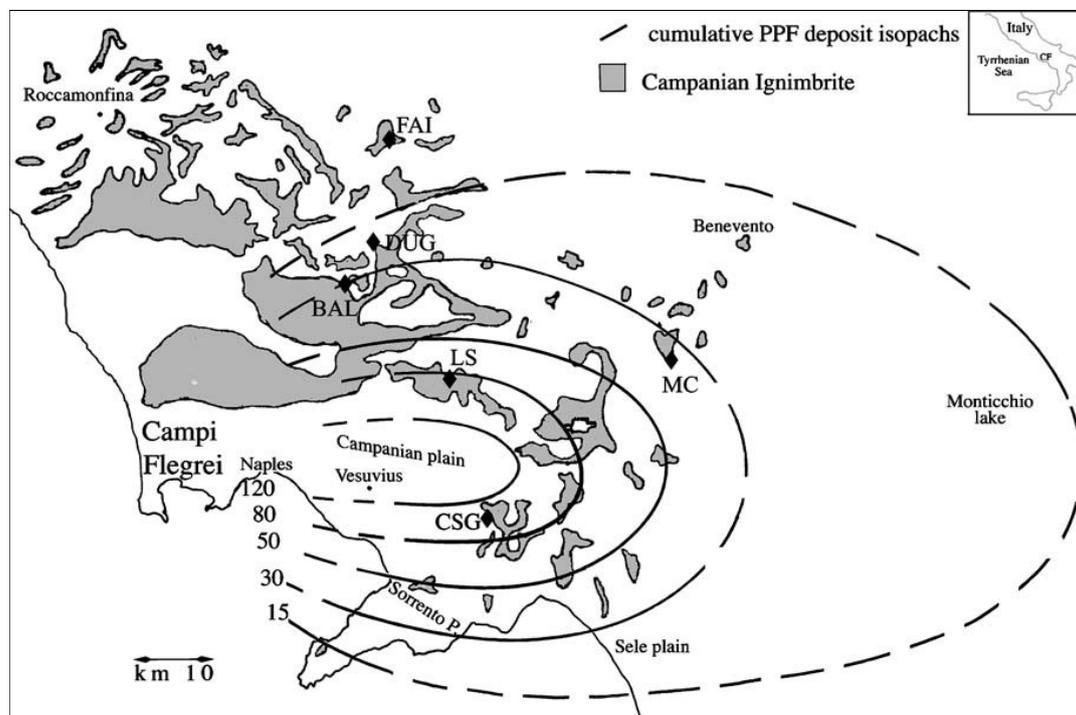


Fig. 6: – *Mappa della distribuzione prossimale del Tufo Grigio Campano (area ombreggiata) e dello spessore in cm dei depositi da caduta relativi all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (da Cappelletti et al. 2003).*

I **Campi Flegrei** sono un sistema vulcanico complesso (Perrotta et al. 2006), formato da una serie di piccoli centri a carattere principalmente monogenico (Fedele et al. 2009). Solo negli ultimi 39 ka sono stati attivi più di quaranta differenti centri eruttivi. I prodotti del vulcanismo flegreo sono caratterizzati da un chimismo alcalino-potassico tipico della Provincia Magmatica Romana, con composizioni che variano da basalti shoshonitici a fonoliti (Conticelli et al. 2002; Peccerillo 2005; Fedele et al. 2009).

L'attività vulcanica flegrea ha avuto inizio circa 48 ka fa (Cassignol & Gillot 1982; Rosi & Sbrana 1987) ed è caratterizzata da eruzioni esplosive e rari episodi effusivi (Fedele et al. 2009). Tale attività vulcanica si è sviluppata in conseguenza delle fasi tettoniche distensive plio-quadernarie, a cui è connessa la genesi della cosiddetta Piana Campana (Di Girolamo & Stanzone 1973; Luongo et al. 1991).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>20 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	20 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	20 di 130								

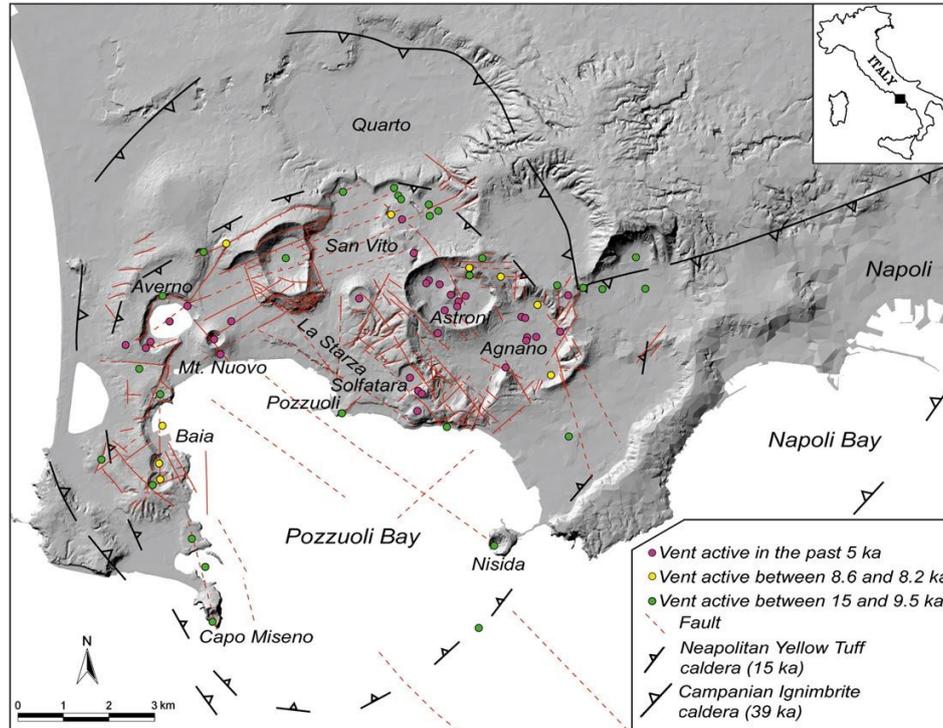


Fig. 7: – Carta strutturale schematica dell'area dei Campi Flegrei (da Orsi et al. 2009).

Le due grandi caldere che caratterizzano l'area di Campi Flegrei sono legate a due episodi di collasso (Perrotta et al. 2006), connessi rispettivamente alle eruzioni del Tufo Grigio Campano circa 39 ka fa (De Vivo et al. 2001; Fedele et al. 2009) e del Tufo Giallo Napoletano circa 15 ka fa (Deino et al. 2004), i cui prodotti sono per lo più limitati all'area flegrea (Rosi & Sbrana 1987).

L'attività precedente il Tufo Grigio Campano è stata caratterizzata dalla formazione di un gran numero di centri eruttivi, distribuiti su di un'area più vasta di quella degli attuali Campi Flegrei (Fedele et al. 2009). Questo primitivo campo vulcanico, definito Paleoflegrei (Cole et al. 1994), è stato sede di un'intensa attività vulcanica sia effusiva che esplosiva che si estendeva da Procida fino ai confini orientali dell'odierna città di Napoli (Fedele et al. 2009). Il periodo di attività compreso tra le eruzioni del Tufo Grigio Campano e del Tufo Giallo Napoletano è stato quindi caratterizzato da eruzioni subaeree, concentrate principalmente all'interno della caldera del Tufo Giallo Napoletano (Perrotta 1992; Fedele et al. 2009).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>21 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	21 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	21 di 130								

5.3 STRATIGRAFIA REGIONALE

La porzione di Catena Appenninica ricadente nel settore centrale della Regione Campania è costituita da tre grandi unità tettoniche meso-cenozoiche, derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale e di piattaforma carbonatica (Carannante et al. 2012).

In particolare, le successioni terrigene di bacino sono riferibili all'Unità tettonica del Sannio (Patacca et al. 1992; Patacca & Scandone 2007), mentre le sequenze carbonatiche di piattaforma sono ascrivibili all'Unità tettonica dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e dell'Unità tettonica Matese-Taburno-Camposauro (D'Argenio et al. 1973; Pescatore & Sgrosso 1973; Boscaino 2000; Carannante et al. 2012).

Su tali successioni poggiano, in discordanza stratigrafica, spesse sequenze sin-orogene tardo-mioceniche, costituite da terreni prevalentemente arenaceo-marnosi e conglomeratico-sabbiosi di scarpata e base scarpata (Carannante et al. 2012).

I suddetti depositi sono ricoperti, infine, da estesi sedimenti quaternari di origine vulcanica, alluvionale e detritico-colluviale, particolarmente diffusi in corrispondenza della Piana Campana e della Valle di Maddaloni (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).

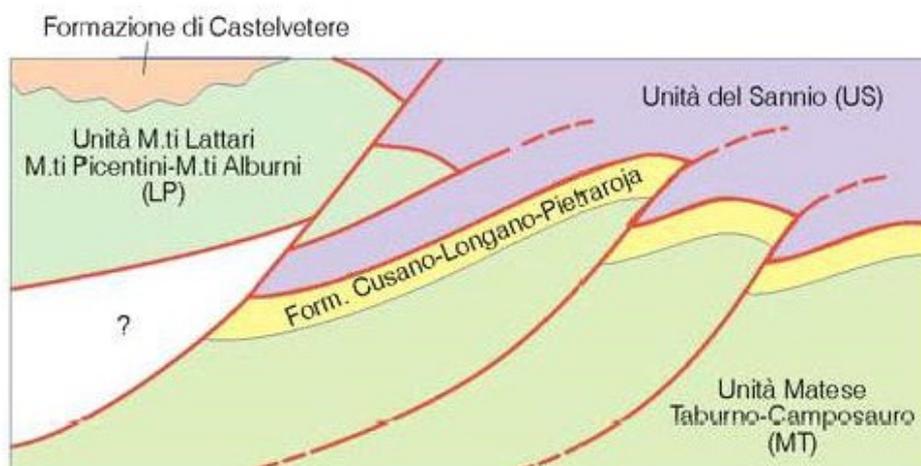


Fig. 8: – Schema dei rapporti geometrici tra unità tettoniche e successioni stratigrafiche (da Carannante et al. 2012).

Per l'inquadramento geologico dell'area di progetto gli studi geologici del Progetto Definitivo fanno riferimento alla più recente interpretazione della geologia regionale rappresentata nella Carta Geologica del progetto CARG e in particolare al Foglio 431 "Caserta Est" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (Carannante et al. 2012), di cui si riporta uno stralcio nella figura seguente.

Lo stesso riferimento è stato confermato con gli studi geologici del Progetto Esecutivo.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	22 di 130

Pleistocene
Olocene

Pleistocene

UNITÀ NON UBIQUITARIE PERTINENTI
LA CONFLUENZA TRA I FIUMI CALORE - VULTURNO
 Tutta la zona rimanente appartiene al bacino imbrifero del F. Vulturno e pertanto è stata considerata come un unico bacino. In quest'area sono stati individuati il sistema di Limatola Montesarchio (Pleistocene superiore - Olocene) ed il sottosistema del Vulturno (Pleistocene inf. - Pleistocene sup. p.p.).

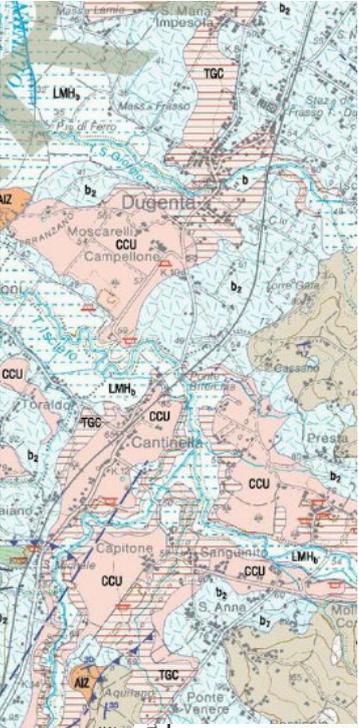
SISTEMA DI LIMATOLA
 Questo sistema è compreso tra la discontinuità erosiva presente a tetto del TGC (39ka), ben individuabile in tutta l'area, e la superficie topografica attuale.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE
 Esso risulta costituito da due litotassi ed una unità litostratigrafica.
LMH_{1a} Litotassi calcareo-arenaceo-limite sabbioso e calcareo-grigio-verdastro di natura prevalentemente pioclastica con locali lenti ghiaiose carbonatiche e polipeniche. Spessore: > 10 m.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE
LMH_{1b} Litotassi calcareo limite in argilla a forte componente pioclastica, pedogenizzata nella parte alta.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE

UNITÀ CASALNUOVO - CASORIA
CCU
 Livelli di cenere bernate bianche e grigie passanti superiormente a un livello di pomice in matrice cinerifica giallastra, a struttura massiva. L'unità è compresa tra il paleosuolo presente al top di TGC (39 ka) ed il suolo attuale. Lo spessore varia tra 0,5 e 2,0 metri.
PLEISTOCENE SUP. TARDO - OLOCENE

(IV) SUPERSISTEMA DEL VULTURNO
 Il supersistema del Vulturno racchiude tutti i depositi di riempimento del fondovalle del F. Vulturno e dei suoi affluenti principali (Calore ed Isclero) compresa tra la superficie erosionale presente a tetto del TGC (39 ka) e il tetto del substrato meso-ozoico. Al suo interno sono stati distinti due sistemi.
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP.

SISTEMA DI SOLOPACA
 Questo sistema è delimitato alla base dalla superficie erosiva - deposizionale presente a tetto del sottostante sistema di Lariano. La superficie di discontinuità superiore invece coincide con il tetto del TGC. Al suo interno sono stati riconosciuti una unità litostratigrafica e tre sottosistemi, riconducibili ad altrettanti ordini di terrazzi fluviali.
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP. p.p.

TUFO GRIGIO CAMPANO (IGNIMBRITE CAMPANA AUCT.)
 Depositi cinerici, scorie juvenili e clasti litici, generalmente in facies scaldata. Nel dettaglio si riconoscono differenti litotassi, non sempre tutte presenti, dalla più profonda, tufo grigiastro poco cementato contenente scorie e pomice; tufo cinerico lapideo grigio con frequenti scorie grigie e nere e pomice; tufo lapideo di colorazione giallastra. La composizione è da trachitica a trachitico-andalitica iperalcalina. Lo spessore complessivo in affioramento varia tra 5 e 125 metri (1984; De Vivo et al., 2007).
PLEISTOCENE SUP.
 sottosistema di Amrosio (SOB₁)
 Invertebrati in facies litoarenale (SOB_{1a})
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.
 sottosistema di S. Leonardo (SOB₂)
 Ghiaie fluviati calcaree e a prevalentemente natura calcarea, in matrice sabbiosa e con intercalazioni e lenti di sabbio e limo dello spessore di alcuni decimetri (SOB_{2a}).
PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUP. p.p.
 sottosistema di Bonea (SOB₃)
 Ghiaie prevalentemente calcaree in matrice sabbiosa-limoso contenenti localmente blocchi di breccia cementata, alternate a livelli di paliosuoli di natura pioclastica (SOB_{3a}).
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE MEDIO p.p.



ARGILLE VARICOLORI SUPERIORI
ALV₁
 Argille scagliose dal rosso-violaceo al grigio-verdastro e/o bluastro con sporadiche intercalazioni centimetriche o decimetriche di marne e calcari micritici chiari, calcareni bioclastiche, calcari massosi, marne, calcari massosi silicei ed arenarie arcoseo-litiche di colore grigio. In subordinate argille rossastre e verdistre. Nella parte alta è presente una litotassi calcarea (ALV_{1a}) costituita da calcari cristallini bianchi da massivi a ben stratificati, calcareni bioclastiche, brecciose a macroforaminiferi e livelli conglomeratici in matrice massiva verdistra. Il limite inferiore non è in affioramento, verso alto passa per alternanze a FVE. L'ambiente deposizionale è di bacino profondo sottoalveolato, sporadicamente raggiunto da torbide di natura carbonatiche divengono frequenti nella parte più alta (ALV_{1b}). Lo spessore affiorante è di circa 200-300 m.
OLIOGENE SUP. - MIOGENE INF.

UNITÀ TETTONICA M.TI LATTARI-M.TI PICENTINI-M.TI ALBURNI
SUCCESSIONE DEI MONTI DI AVELLA-CASERTA

CALCARI A RADIOLITIDI
RDT
 Calcarei bioclastiche a milioliti, avana o nocciola chiara, con frequenti intercalazioni litoriche; sono presenti calcareni bio-micritici spatici a brannimilidi bentonici, gli strati presentano spessori compresi tra 10 a 50 cm, talora sono laminati. A luoghi, piccoli bouquet a radioliti si rinvengono intercalati ai sedimenti litorici. Si alternano ripetuti crostoni dolomitici bianchi o grigi, talora arrossati o pseudobrecciosi, calcareni o calcareni talora dolomitiche, con sottili laminazioni piano-parallele ed incrociate. Comprende nella parte bassa una litotassi calcinudica (RDT₁). Ambiente deposizionale di piattaforma interna. Unità RDT, con localmente la sua litotassi RDT_{1c} poggia in concordanza su CRQ₄. Spessori variabili compresi tra 300 m - 500 m.
GENOMAMIANO p.p. - SANTONIANO
RDT_{1c} - Litotassi calcinudica
 Calcarei bioclastiche con frammenti e/o gusci interi di radioliti, caprinidi a cui si associano gasteropodi e coralli, si ritrovano inoltre frequenti litoclasti e intraclasti. La matrice è generalmente calcarenosa bio-intraspartica, più raramente bio-micritica e talora calcificata nerasta. In strati da medi a spessi talora a stratificazione incrociata alla mesoscala. Si ritrovano spesso bouquet e fricchi di radioliti (Savagesinae) o individui più o meno isolati di caprine e grossi *Chondrodonta*. Sono inoltre presenti cospicui coralli di dimensioni metriche talora in posto. Localmente sono frequenti breccie intralaminari con clasti polimorfe di calcareni a matrice rossa e calcari pseudobrecciosi o paleocarcinici con frammenti polimorfi. Ambiente deposizionale di margine di piattaforma. Parzialmente eterotipi ai litotipi tipici dell'unità RDT, poggiano con contatto generalmente erosivo sui calcari dell'unità CRQ. Limite superiore non visibile. Spessore variabile tra 50 e 300 m.
GENOMAMIANO p.p. - CONGIAGIANO

CALCARI A RUDISTE E ORBITOLINE
RDO
 Calcareni biopelagiche e biopelminitiche ricche in gasteropodi e requienidi alternate a laminati e crostoni argillati, in strati medi con basso netto. Si rinvengono spesso intercalazioni, talora lenticolari, in strati spessi fino a 100-150 cm, di calcareni grano- o lungo-sostentate a radioliti, neri, talora con intraclasti di calcareni polimorfe. Queste sono caratterizzate talora da stratificazione incrociata a media piccola scala. Localmente sono presenti hardground biopelagici. Ambiente di piattaforma esterna e di transizione. Tali depositi sono parzialmente eterotipi con CRQ₄ in contatto stratigrafico sui calcari della unità CRQ. Il limite superiore non è visibile. Spessore variabile fino a 150 m.
GENOMAMIANO p.p.

CALCARI CON REQUENIE E GASTEROPDI
CRQ₄
CRQ
 Calcarei biancastri e grigi oolitici e pseudoolitici con intercalazioni di crostoni dolomitici e lenticoli a tessitura criptolagale, si alternano a calcareni a diastiladacee e a milioliti, calcareni bioclastiche e calcareni fango- o grano-sostentate a requienidi e gasteropodi con frequenti intraclasti polimorfe, e subordinatamente calcari dolomitici e dolomie litoriche. Nella parte bassa prevalgono calcareni e calcareni grigi in strati da sottili a medi ad ooliti fibroso-raggiati e pseudoolitici alternati a frequenti livelli con gasteropodi e a calcareni con cavità di dissoluzione. Nella parte media, sono comuni calcari dolomiti e litorici alternati a calcareni grigio chiaro peloidali bio-biostatico con orbitoliti e calcareni a grossi milioliti. In questo ultimo, s'intercalano corpi, a luoghi lenticolari, di calcareni a requenidi e gasteropodi e di breccie polimorfe a matrice massiva giallo-verdognola. Nella parte alta prevalgono calcari bioclastici ad alveoliti e livelli di dolomie laminare. Ambiente di piattaforma interna. Nella parte alta comprende un membro CRQ₄. Il limite inferiore è per alternanza con GCM, passa verso alto al membro CRQ. Limite superiore erosivo con RDT_{1c}. Spessore complessivo non è inferiore a 600 m.
GIURASSICO SUP. p.p. - GENOMAMIANO SUP.
 membro dei calcari a alveoliti e dolomie laminare
 Calcareni peloidali di colore avana in strati da medi a spessi, alternate a calcareni bioclastiche nocciolate ad alveoliti. Talora con presenza di clasti neri e piccoli noduli di selce. La base dell'unità è caratterizzata da calcareni laminati, e calcareni ad alveoliti primitivi. Verso alto, sono presenti strati di dolomie grigie e giallastre, con bande stromatolitiche. A differenti livelli stratigrafici si rinvengono ostradi (*Chondrodonta*) di dimensioni crescenti verso alto. Al top è presente un caratteristico orizzonte a condroidoni spesso da 1 a 10 m, in una matrice costituita da *Wolstonia* nocciola o bruciata arrossata. Ambiente di piattaforma interna. Il limite inferiore stratigrafico con CRQ₄ superiore concordante con RDT. Lo spessore in affioramento di questo membro è molto variabile, raggiunge al massimo circa 400 m circa.
ALBANO SUP. - GENOMAMIANO SUP.

Fig. 9: – Stralcio della Carta Geologica del progetto CARG (Carannante et al. 2012) in scala originaria 1:50.000 (fuori scala).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>23 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	23 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	23 di 130								

Secondo questo schema le successioni stratigrafiche presenti nell'ambito di area vasta, elencate in ordine cronologico dalle più antiche alle più recenti, sono le seguenti (con dimensione di carattere più piccolo le formazioni che non sono interessate, più o meno direttamente, dal tracciato):

- **Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni**: successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica, costituite da litotipi prevalentemente calcarei e calcareo-dolomitici (D'Argenio et al. 1973; Pescatore & Sgroso 1973; Boscaino 2000; Carannante et al. 2012).
 - **Calcarei oolitici ed oncolitici** (Giurassico medio): calcari oolitici e calcari detritici di colore bianco, grigio-avana e nocciola, con intercalazioni di dolomie grigio-giallastre in strati di spessore variabile tra 30 e 100 cm, alternati a calcilutiti grigie e nocciola, in strati e banchi ben stratificati con frequenti livelli ad oncoidi e gasteropodi. Nella parte bassa sono presenti calcareniti oolitiche, mentre nella parte alta prevalgono calcilutiti e calcareniti fini. Depositi di ambiente di piattaforma esterna evolvente verso l'alto a piattaforma interna, con spessore superiore a 700 m.
 - **Calcarei con *Cladocoropsis* e *Clypeina*** (Giurassico medio - Giurassico superiore): calcari di colore grigio e grigio scuro in strati da medi a spessi, talora in banchi di spessore fino a 2 m, con rare intercalazioni di dolomie, in strati di spessore massimo di 1 m. Nella parte bassa prevalgono i litotipi calcarei fango-sostenuti, con frequenti livelli a *Cladocoropsis mirabilis* ed intercalazioni di calciruditi ad oncoidi ed intraclasti. Nella parte alta si alternano a calcareniti con abbondanti gasteropodi, lamellibranchi, chetetidi e coralli solitari. Depositi di ambiente di piattaforma interna, con spessore variabile da 350 a 500 m.
 - **Calcarei con requenie e gasteropodi** (Giurassico superiore - Cenomaniano): calcari oolitici e pseudoolitici di colore grigio e biancastro, con intercalazioni di crostoni dolomitici e loferiti a tessitura criptoalgale, in alternanza a calcilutiti a dasidaclacee e miliolidi, calcareniti bioclastiche, calciruditi a requienidi e gasteropodi con frequenti intraclasti policromi, e subordinatamente calcari dolomitici e dolomie loferitiche. Nella parte bassa prevalgono calcilutiti e calcareniti ad ooliti fibroso-raggiate e pseudooliti di colore grigio, in strati da sottili a medi, in alternanza con frequenti livelli di calcareniti a gasteropodi e calcilutiti con cavità di dissoluzione. Nella parte media sono presenti calcari dolomitici e loferitici alternati a calcareniti grigio chiaro con orbitolinidi e calcilutiti a grossi miliolidi. In queste ultime si intercalano corpi, a luoghi lenticolari, di calciruditi a requienidi e gasteropodi e di brecce policrome a matrice marnosa giallo-verdognola. Nella parte alta prevalgono calcari bioclastici ad alveolinidi e livelli di dolomie laminate. Depositi di ambiente di piattaforma interna, con spessore complessivo non inferiore a 600 m.
 - **Calcarei a rudiste e orbitoline** (Cenomaniano): calcareniti biopelsparitiche e biopelmicritiche ricche in gasteropodi e requienidi alternate a laminiti e crostoni algali, in strati medi con base

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>24 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	24 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	24 di 130								

netta. Spesso si rinvencono intercalazioni, talora lenticolari, di calciruditi grano- o fango-sostenute a radiolitidi e nerineidi con locali intraclasti di calcilutiti policrome, in strati spessi fino a 100-150 cm, a luoghi caratterizzate da stratificazione incrociata a piccola e media scala. Localmente sono presenti *hardground* bioperforati. Depositi di ambiente di piattaforma esterna e di transizione, con spessore massimo di circa 150 m.

- **Calcarei a radiolitidi** (Cenomaniano –Santoniano): calcilutiti bioclastiche a miliodidi avana o nocciola chiaro, con frequenti intercalazioni loferitiche e di calcareniti bio-micritiche/sparitiche a foraminiferi bentonici, in strati con spessori variabili tra 10 e 50 cm, talora laminati. A luoghi, intercalati ai sedimenti fangosi, si rinvencono piccoli *bouquet* a radiolitidi. Si alternano ripetuti crostoni dolomitici bianchi o grigi, a luoghi arrossati e/o pseudobrecciati, calcareniti e calcisiltiti talora dolomitiche con sottile laminazione piano-parallela ed incrociata. Depositi di ambiente di piattaforma interna, con spessore compreso tra 300 e 500 m.
- **Litofacies calciruditica** (Cenomaniano - Coniaciano): calciruditi bioclastiche con frammenti e/o gusci interi di radiolitididi e caprinidi, in strati da medi a spessi talora a stratificazione incrociata, a cui si associano gasteropodi, coralli e frequenti litoclasti e intraclasti. La matrice è generalmente calcarenitica bio-intrasparitica, più raramente bio-intra-micritica e talora calcilutitica nerastra. Spesso si ritrovano *bouquet* e *thicket* di radiolitidi o individui più o meno isolati di caprine e grossi *Chondrodonta*. Sono inoltre presenti cespi di coralli di dimensioni metriche, talora in posto, e frequenti brecce intraformazionali con clasti policromi di calciruditi a matrice rossa e calcari pseudobrecciati e/o paleocarsificati. Depositi di ambiente di margine di piattaforma, con spessore variabile tra 50 e 300 m.
- **Unità del Sannio:** successioni cenozoiche di ambiente torbido e di bacino profondo, costituite da litotipi prevalentemente argilloso-marnosi e arenaceo-marnosi, progressivamente più grossolani verso l'alto stratigrafico (Patacca et al. 1992; Patacca & Scandone 2007; Carannante et al. 2012).
- **Argille Varicolori Superiori** (Oligocene superiore - Miocene inferiore): argilliti scagliose dal rosso-violaceo al grigio-verdastro e/o bluastro, con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici chiari, calcareniti bioclastiche, calcari marnosi, marne, calcari marnosi siliciferi ed arenarie arcose-litiche di colore grigio. In subordine sono presenti argille e argille limose di colore rosso e verdastro. Nella parte alta prevalgono calcari cristallini

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>25 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	25 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	25 di 130								

bianchi da massivi a ben stratificati, calcareniti bioclastiche, brecciole a macroforaminiferi e livelli conglomeratici in matrice marnosa verdastra. Depositi di ambiente di bacino profondo sottoalimentato, sporadicamente raggiunto da torbiditi carbonatiche più frequenti verso l'alto, con spessore affiorante variabile tra 200 e 300 m.

- **Flysch Numidico** (Miocene inferiore): quarzoareniti di colore giallo ocre, grigio e marrone, generalmente massive e talora gradate, con granuli di quarzo ben arrotondati e smerigliati. A varie altezze stratigrafiche si intercalano strati di argille marnose grigio-verdi e livelli biocalcarenitici gialli e grigi di spessore decimetrico, contenenti frequenti spicole di spugna. Depositi di ambiente bacinale torbiditico, con spessore affiorante di circa 300 m.
 - **Membro delle argille, marne e calcari spongolitici** (Miocene inferiore): argille e argille marnose di colore grigio-verdastro o crema, con intercalazioni di livelli calcarenitici e biocalcarenitici grigiastri, di spessore variabile da centimetrico a decimetrico, frequentemente laminati e ricchi in spicole di spugna. Depositi di ambiente bacinale profondo, con spessore affiorante di circa 100 m.
- **Arenarie di Campoli**: (Burdigaliano superiore - Serravalliano): arenarie quarzose e arcoseo-litiche giallastre da medie a grossolane, in strati di spessore variabile da qualche centimetro fino ad alcuni metri, talora massive o gradate. Sono presenti intercalazioni di argille e marne azzurre o grigio-verdastre e, in subordine, conglomerati con clasti poligenici di rocce cristalline e sedimentarie fino a 10 cm, immersi in matrice arenaceo-limosa. Nella parte alta della successione, alla base degli strati più spessi, si rinvengono frequenti *clay chips* di dimensioni centimetriche. Depositi di ambiente bacinale torbiditico, con spessore affiorante variabile tra 400 e 500 m.
- **Unità sin-orogene**: successioni tardo-cenozoiche di ambiente di base scarpata, costituite prevalentemente da sedimenti arenaceo-marnose e conglomeratico-sabbiose, con locali olistostromi ad elementi extrabacinali (Pescatore et al. 1971; Carannante et al. 2012).
 - **Arenarie di Caiazzo** (Tortoniano superiore - Messiniano inferiore): conglomerati, microconglomerati e arenarie grossolane quarzoso-feldspatiche di colore grigio e subordinatamente quarzoso-litiche poco cementate di colore grigio-marroncino o bruno-giallastro all'alterazione, con sottili intercalazioni marnoso-limose. Tali depositi si ritrovano in strati da medi a spessi con base netta oppure in banchi talora lenticolari di spessore metrico, spesso amalgamati. Il rapporto A/P è variabile da > 1 a >> 1, con una netta prevalenza dei litotipi più grossolani nella parte alta. A varie altezze stratigrafiche si intercalano olistostromi ad elementi extrabacinali costituiti da calcari stratificati, calciruditi calcari marnosi, arenarie e argille scagliose con dimensioni fino ad alcune migliaia di mc. Depositi di ambiente di base scarpata, con spessore variabile tra 500 e 600 m.
 - **Formazione di Castelvete** (Tortoniano superiore - Messiniano inferiore): arenarie grossolane e microconglomeratiche in strati da medi a spessi, con base netta e talora erosiva, a luoghi con una grossolana gradazione diretta ed evidenti tappeti da trazione. In alternanza si rinvengono conglomerati a ciottoli carbonatici con diametro non superiore a 20 cm, con scarsa matrice argilloso-sabbiosa ed in strati lenticolari con base fortemente erosiva di spessore non superiore al metro. Il rapporto A/P è sempre >> 1. A varie altezze stratigrafiche si intercalano depositi costituiti da blocchi carbonatici di dimensioni pluridecametriche, prevalentemente in *facies* di piattaforma. Depositi di ambiente di base scarpata, con spessore non inferiore a 200 m.
- **Unità non ubiquitarie pertinenti la confluenza tra i fiumi Calore-Volturno**: depositi quaternari di genesi alluvionale, lacustre, detritica e vulcanoclastica, ampiamente affioranti nella

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>26 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	26 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	26 di 130								

depressione morfologica della Valle di Maddaloni (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; De Vivo et al. 2001; Carannante et al. 2012).

- **Sintema di Laiano** (Pleistocene inferiore): include i depositi continentali che si rinvergono sospesi lungo i versanti carbonatici e che presentano tracce di tettonizzazione. La superficie inferiore coincide con una superficie di erosione che taglia il substrato meso-cenozoico, la superficie limite superiore coincide con la superficie morfologica dei corpi deposizionali e si presenta sempre reincidenta e sospesa rispetto al livello di base attuale. In quest'area è costituito da breccie calcaree spigolose, crioclastiche a luoghi cementate, alternate a livelli decimetrici di paleosuoli bruni.
- **Sintema di Solopaca** (Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore): è delimitato alla base dalla superficie erosivo-deposizionale presente al tetto del sottostante Sintema di Laiano, mentre la discontinuità superiore coincide col il tetto del Tufo Grigio Campano. Al suo interno sono stati riconosciuti una unità litostratigrafica e tre subsintemi, riconducibili ad altrettanti ordini di terrazzi.
 - **Subsintema di Bonea** (Pleistocene inferiore ? - Pleistocene medio): ghiaie prevalentemente calcaree in matrice sabbioso-limosa con locali blocchi di breccie cementate, alternante a livelli di paleosuoli di natura piroclastica.
 - **Subsintema di S. Leonardo** (Pleistocene medio - Pleistocene superiore): ghiaie fluviali poligeniche e a prevalente natura calcarea, in matrice sabbiosa e con intercalazioni e lenti di sabbie e limi dello spessore di alcuni decimetri.
 - **Subsintema di Amorosi** (Pleistocene superiore): travertini in facies fitoermale, localmente affioranti una scarpata di erosione fluviale presente in località Ficocelle.
- **Tufo Grigio Campano** (Pleistocene superiore): depositi cineritici, scorie juvenili e clasti litici generalmente in *facies* saldata. Dal basso verso l'alto si riconoscono differenti litofacies, non sempre tutte presenti nei vari affioramenti. La litofacies più profonda è costituita da depositi cineritico-sabbiosi incoerenti di colore grigio scuro, contenenti grosse scorie e pomici, con alla base un livello decimetrico di pomici spigolose grossolane di colore bianco-rosato. La litofacies intermedia è composta un tufo cineritico lapideo grigio scuro, con frequenti scorie grigie e nere, subordinatamente, litici lavici e cristalli. La litofacies superiore è caratterizzata da un tufo lapideo con caratteristica colorazione giallastra legata a processi di zeolitizzazione, con grado di cementazione variabile. Il deposito mostra una composizione variabile da trachitica a trachitico-fonolitica iperalcalina, con un'età di circa 39 ka (De Vivo et al. 2001). Lo spessore in affioramento varia tra i 5 ed i 25 m, mentre lo spessore complessivo è di circa 40-50 m.
- **Unità Casalnuovo-Casoria** (Pleistocene superiore tardo - Olocene): livelli di cineriti laminate bianche e grigie, passanti superiormente a un livello di pomici in matrice cineritica giallastra, a struttura prevalentemente massiva. L'unità è compresa tra il paleosuolo presente al top del Tufo Grigio Campano ed il suolo attuale. Lo spessore varia tra 0.5 e 2.0 metri.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>27 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	27 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	27 di 130								

- **Sintema di Limatola** (Pleistocene superiore - Olocene): è compreso tra la discontinuità erosiva presente al tetto del Tufo Grigio Campano, ben individuabile in tutta l'area, e la superficie topografica attuale. E' costituito da due differenti litofacies, di ambiente continentale. La litofacies alluvionale è formata da limi sabbiosi e sabbie grigio-verdastre di natura prevalentemente piroclastica, con locali lenti ghiaiose carbonatiche o poligeniche, di spessore superiore a 10 m. La litofacies lacustre è composta da limi e argille a forte componente piroclastica, pedogenizzate nella parte alta.
- **Unità non ubiquitarie pertinenti il bacino del Golfo di Napoli-Piana Campana:** depositi quaternari di genesi alluvionale, lacustre, detritica e vulcanoclastica, costituenti il riempimento del Graben Campano (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; De Vivo et al. 2001; Carannante et al. 2012).
- **Sintema di Pimonte** (Pleistocene inferiore - Pleistocene medio?): è limitato inferiormente da una superficie di erosione che taglia il substrato meso-cenozoico e superiormente da una discontinuità coincidente con la superficie di accumulo dei depositi clastici che lo compongono, spesso profondamente reincipata e sospesa rispetto al livello di base attuale. E' composto da breccie più o meno grossolane di natura prevalentemente carbonatica, da stratificate a caotiche e in genere scarsamente cementate, con intercalazioni di paleosuoli bruni e livelli piroclastici rimaneggiati.
- **Piroclastiti di Maddaloni** (Pleistocene superiore): livelli pomicei da caduta a composizione trachitico-alcaina, spesso clinostatificati sui versanti carbonatici. Verso l'alto passano, con contatto erosivo, a depositi cineritici da flusso di colore giallo-marrone, a struttura massiva, contenenti pomici grigie di dimensioni centimetriche. A tali depositi seguono livelli pomicei da caduta alternati a depositi piroclastici rimaneggiati, alternati a paleosuoli e materiale detritico.
- **Tufo Grigio Campano** (Pleistocene superiore): vedi prima per la descrizione.
- **Unità Casalnuovo-Casoria** (Pleistocene superiore tardo - Olocene): vedi prima per la descrizione.
- **Unità di Piano delle Selve** (Olocene - Attuale): depositi detritico-colluviali sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi di natura prevalentemente vulcanica, a vario grado di pedogenizzazione. Localmente si riconoscono livelli piroclastici da caduta in posto.
- **Sintema Vesuviano-Flegreo** (Pleistocene superiore - Attuale): è compreso tra la discontinuità erosiva, localmente di non deposizione, presente al tetto del Tufo Grigio Campano e la superficie topografica. Esso risulta costituito da due subsistemi di natura alluvionale e vulcanoclastica.
 - **Subsintema di Scanzano** (Pleistocene superiore): è compreso tra il tetto del Tufo Grigio Campano e la discontinuità erosiva presente al passaggio tra il Pleistocene superiore e l'Olocene. È formato prevalentemente da ghiaie carbonatiche e vulcaniche con matrice essenzialmente cineritica, grossolanamente stratificate e con frequenti depositi piroclastici da caduta.
 - **Subsintema dell'Agro Nocerino-Sarnese** (Olocene - Attuale): è compreso tra la discontinuità erosiva presente a tetto del Subsintema di Scanzano e la superficie topografica. È costituito da due differenti litofacies, di ambiente continentale. La litofacies alluvionale è formata da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi di natura vulcanoclastica. La litofacies di conoide alluvionale è composta da ghiaie carbonatiche o poligeniche a clasti decimetrici, in abbondante matrice argilloso-sabbiosa marrone di natura piroclastica, con locali passaggi di limi argillosi marroni.
- **Unità ubiquitarie:** depositi quaternari di genesi alluvionale e detritico-colluviale, ampiamente affioranti lungo i rilievi montuosi o in corrispondenza degli alvei attuali più importanti (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; De Vivo et al. 2001; Carannante et al. 2012).
- **Depositi colluviali** (Olocene - Attuale): sedimenti limoso-argillosi con clasti più o meno grossolani, arenacei o calcareo-marnosi, variabili in funzione della litologia del substrato.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>28 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	28 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	28 di 130								

- **Coltri eluviali e colluviali** (Olocene - Attuale): colluvioni e suoli limoso-sabbiosi di natura prevalentemente piroclastica, contenenti clasti calcarei e frequenti resti ceramici. Lo spessore è variabile a seconda del contesto morfologico da 0.5 a 5 m.
- **Depositi alluvionali** (Olocene - Attuale): limi e sabbie di natura prevalentemente piroclastica e subordinate ghiaie carbonatiche, localizzate nelle golene dei corsi d'acqua più importanti.
- **Depositi torrentizi** (Olocene - Attuale): ghiaie carbonatiche o poligeniche a clasti decimetrici, in abbondante matrice argilloso-sabbiosa marrone, di natura prevalentemente piroclastica. A luoghi sono presenti limi argillosi marroni essenzialmente piroclastici, con locali lenti di ghiaie carbonatiche.
- **Depositi antropici** (Attuale): terreni di colmata di zone bonificate.

5.4 CARATTERISTICHE STRUTTURALI

Nel quadro geologico-stratigrafico prima descritto, l'attuale configurazione geometrica e i rapporti tra le unità sono il risultato di una complessa storia deformativa, caratterizzata da fasi compressive mioplioceniche seguite da episodi di deformazioni trascorrenti ed estensionali durante il Pliocene superiore-Pleistocene (Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009; Carannante et al. 2012).

Nell'appennino casertano, l'elemento geometricamente più elevato della pila tettonica è rappresentato dall'Unità del Sannio. Tale unità, si sovrappone con vergenza orientale sulle due unità mesozoiche (Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e Matese-Taburno-Camposauro). L'età di queste sovrapposizioni è stata attribuita rispettivamente al Tortoniano inferiore-medio e al Tortoniano superiore-Messiniano inferiore (Patacca et al. 1990; Di Nocera et al. 1993).

Un'altra struttura tettonica regionale è legata alla 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).

La pila tettonica precedentemente formata 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).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>29 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	29 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	29 di 130								

Per quanto concerne le strutture compressive, gli elementi più antichi sono rappresentati dai *thrust* a basso angolo che portano alla sovrapposizione dei terreni bacinali dell'Unità del Sannio sulle sequenze marine di piattaforma carbonatica. Tali elementi sono localmente osservabili presso Monte Camposauro e Monte Lungo, dove l'Unità del Sannio si presenta sotto forma di *klippen* di limitata estensione in appoggio sui termini calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e dell'Unità Matese-Taburno-Camposauro (Carannante et al. 2012). Il successivo evento tettonico è invece rappresentato dalla sovrapposizione dei depositi bacinali dell'Unità del Sannio sulle Arenarie di Caiazzo, ben visibile in destra idrografica del Fiume Volturno.

Le strutture compressive più diffuse nell'area sono comunque riferibili all'evento tettonico a vergenza settentrionale e Nord-orientale, che porta alla sovrapposizione dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni su quella del Matese-Taburno-Camposauro (Scarsella 1971; Carannante et al. 2012). Tale sovrapposizione è chiaramente visibile lungo il margine settentrionale del rilievo di Monte Castello, a Ovest di località Capitone, dove i litotipi carbonatici mesozoici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sovrascorrono sui depositi flyschoidi tardo-miocenici delle Arenarie di Caiazzo (Carannante et al. 2012).

Alla base del versante settentrionale del rilievo di Monte Longano, a Nord di Durazzano, si assiste invece alla sovrapposizione tettonica delle successioni carbonatiche dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui depositi prevalentemente pelitici dell'Unità del Sannio (Scarsella 1971; Carannante et al. 2012). Tale struttura (che interessa direttamente il progetto in esame) è rappresentata da un importante *thrust* a vergenza settentrionale, che si sviluppa in direzione E-W nella porzione orientale del rilievo e SW-NE nella parte più occidentale dello stesso. La conca intramontana di Durazzano, quindi, si imposta su una struttura sinclinalica con asse orientato circa E-W, a cui si associano mesopieghe e faglie inverse a vergenza meridionale (Carannante et al. 2012).

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>30 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	30 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	30 di 130								

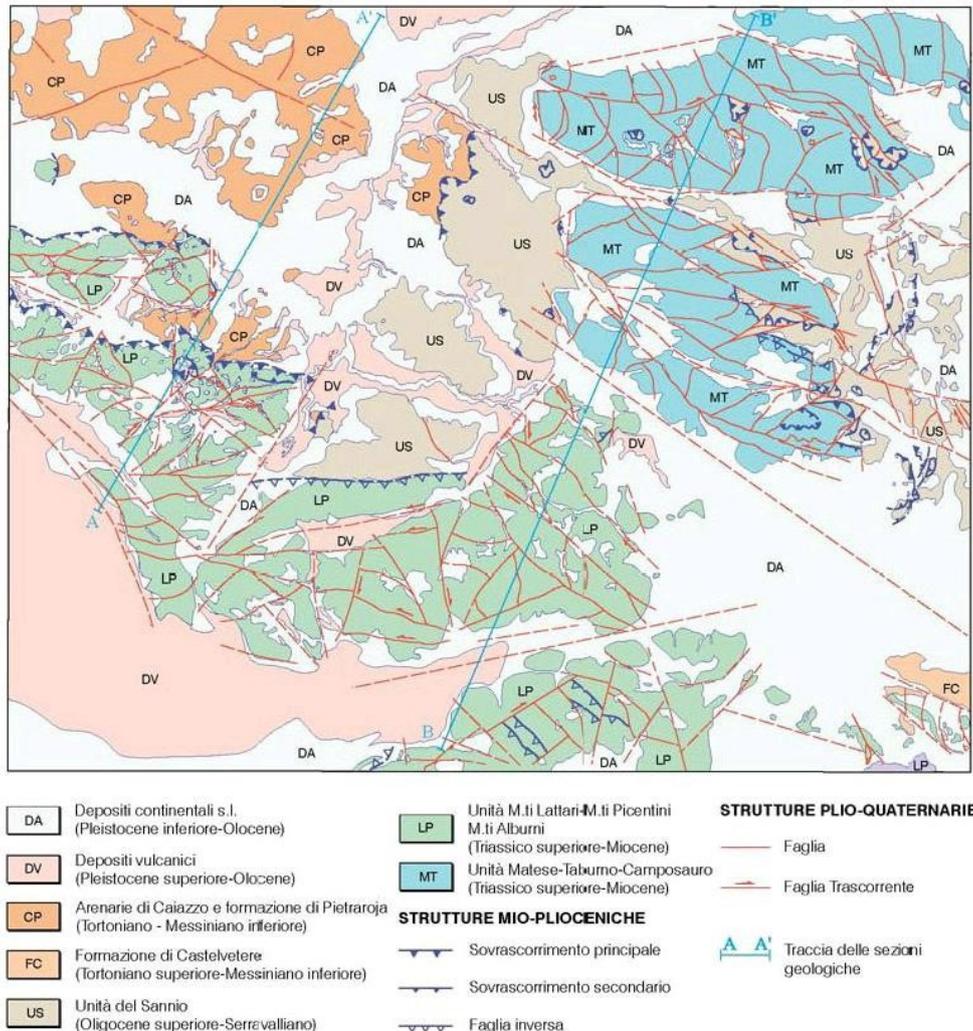


Fig. 10: – *Schema tettonico dell'Appennino casertano (da Carannante et al. 2012).*

Per quanto riguarda la tettonica distensiva, si riconoscono due distinti episodi estensionali, caratterizzati da differenti orientazioni e cinematismi degli elementi prodotti (Cinque et al. 2000; Carannante et al. 2012). Il primo episodio è databile al Pleistocene inferiore-medio ed è contraddistinto da strutture orientate NE-SE con cinematica *dip-slip*, strutture WNW-ESE ed E-W con cinematica trastensiva sinistra e faglie N-S con cinematica trastensiva destra (Carannante et al. 2012). Il secondo episodio, invece, è databile al Pleistocene superiore ed è caratterizzato prevalentemente da faglie NW-SE con cinematica puramente estensionale, anche se riattiva in trastensione destra i lineamenti WNW-ESE, ENE-WSW ed E-W e sinistra i piani N-S (Cinque et al. 2000; Carannante et al. 2012).

La Piana Campana rappresenta uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale, strutturatosi in seguito alle fasi distensive del Pliocene superiore (Aprile et al. 1978; Brancaccio et al. 1991; Cinque et al. 1993). La subsidenza del bacino si realizza prevalentemente nel corso del Pleistocene inferiore e

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>31 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	31 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	31 di 130								

medio, con ribassamenti variabili dai 3000 m della porzione settentrionale ai 1500 m del margine meridionale (Ippolito et al. 1973; Brancaccio et al. 1991, Cinque et al. 2000). Nel corso del Pleistocene medio i ribassamenti assoluti coinvolgono ampi settori del bacino, giungendo ad interessare la depressione dell'alta valle del Fiume Volturno (Brancaccio et al. 1994; Cinque et al. 2000), e continuano in tutta l'area per buona parte del Pleistocene superiore (Santangelo 2011). Nella seconda parte del Pleistocene superiore, infine, la piana emerge definitivamente per effetto della regressione eustatica e della diminuzione dei tassi di subsidenza (Santangelo 2011).

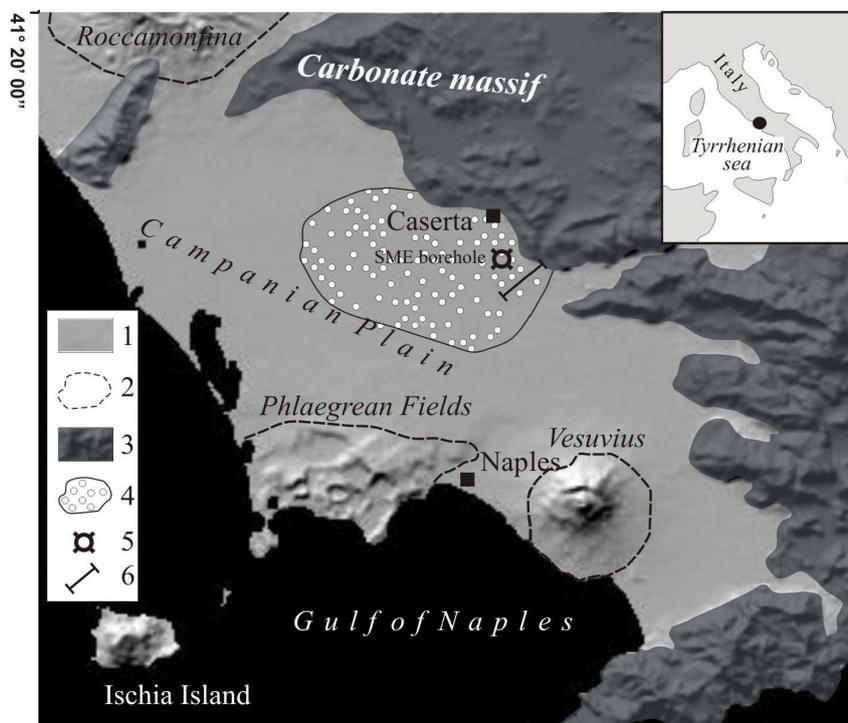


Fig. 11: – Schema geologico della Piana Campana: 1) depositi quaternari; 2) principali edifici vulcanici; 3) rilievi carbonatici; 4) area investigata da studi geologici di dettaglio; 5) sondaggio geognostico SME; 6) traccia di sezione geologica (da Santangelo 2011).

Nei settori più interni della piana, le strutture tardo-quaternarie sono rappresentate da faglie NW-SE disposte in prossimità del margine Nord-orientale del bacino, che interessano sia il substrato marino che le coperture vulcanoclastiche del Tufo Grigio Campano (Orsi et al. 1996). Le faglie con orientazione E-W, invece, hanno contribuito al ribassamento recente della Piana Campana sia nella zona centrale che nell'area Sud-orientale (Scandone et al. 1991; Brancaccio et al. 1994), dove la subsidenza è continuata anche dopo l'eruzione dell'Ignimbrite Campana (Cinque et al. 2000). Nella porzione meridionale della conca, inoltre, si registra una importante tettonica tardo-quaternaria che riattiva faglie sia NE-SW che NW-SE, anche in connessione con eventi vulcanotettonici come il *block faulting* che accompagnò la grande eruzione dell'Ignimbrite Campana (Milia 1997; Cinque et al. 1997).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>32 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	32 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	32 di 130								

6 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE

L'assetto geomorfologico dell'Appennino campano risulta caratterizzato dalla presenza di spesse successioni marine meso-cenozoiche a dominante calcareo-dolomitica e arenaceo-marnosa, variamente affioranti in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi più estesi (Boscaino 2000; Patacca & Scandone 2007; Carannante et al. 2012). I depositi continentali quaternari, invece, sono particolarmente diffusi in corrispondenza delle principali pianure morfologiche dell'area, quali la Piana Campana, la Valle di Maddaloni e la media valle del Fiume Volturno (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).



Fig. 12: – *Modello digitale del terreno della Regione Campania (da APAT 2007).*

I settori di affioramento di successioni carbonatiche sono caratterizzati da un paesaggio prevalentemente montuoso con pendenze medio-alte, elevata energia di rilievo e diffusa presenza di forme carsiche e strutturali (Del Prete et al. 2004; Carannante et al. 2012). L'area montuosa più rappresentativa è quella del massiccio Taburno-Camposauro. Lungo il margine tirrenico della catena, invece, le unità carbonatiche sono rappresentate dalla dorsale dei Monti di Avella-Caserta, delimitati da importanti versanti strutturali ad andamento appenninico, impostati lungo le faglie bordiere del *Graben* Campano (Brancaccio et al. 1991; Romano et al. 1994; Carannante et al. 2012).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>33 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	33 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	33 di 130								

I paesaggi di tipo collinare risultano impostati su associazioni litologiche arenaceo-marnose e sabbioso-argillose e, in generale, sono caratterizzati da versanti con pendenze medio-basse, modesta energia di rilievo e diffusa presenza di incisioni fluviali e morfologie di tipo gravitativo (Cinque & Romano 2001; Chiocchini 2007). I terreni affioranti offrono una bassa resistenza all'erosione e pertanto, nonostante la presenza strutture tettoniche di importanza regionale, non si rinvengono eclatanti morfologie di tipo strutturale (Carannante et al. 2012). I versanti sono generalmente caratterizzati da profili trasversali concavo-convessi e risultano planimetricamente molto articolati, sia per il susseguirsi di vallecicole da erosione lineare sia per la presenza di nicchie e cumuli di frana di varia natura e dimensione (Chiocchini 2007; Carannante et al. 2012).

I settori pianeggianti della Piana Campana, della Valle di Maddaloni e della media valle del Fiume Volturno derivano invece dall'aggradazione di materiali vulcanoclastici e fluvio-lacustri sul fondo di conche subsidenti, generatesi probabilmente in seguito all'attività tettonica delle faglie bordiere dei rilievi carbonatici (Carannante et al, 2012). Nel corso del Pleistocene medio buona parte dell'attuale *Graben* Campano risulta occupata dal mare, essenzialmente a causa della forte subsidenza tettonica registrata in tutto il settore della piana (Brancaccio et al. 1991; Romano et al. 1994; Carannante et al. 2012).

In seguito all'Ultimo Interglaciale, buona parte dell'attuale Piana Campana emerge dal mare e si registra la messa in posto dell'IGNIMBRITE Campana (Di Girolamo et al. 1973; De Vivo et al. 2001). La risposta dei sistemi fluviale a tale variazione del livello di base è associata agli inasprimenti climatici dell'Ultimo Glaciale (50-18 ka) e si traduce, fondamentalmente, in una intensa fase di incisione che determina la dissezione dei depositi vulcanici e la formazione di terrazzi lungo le principali aste vallive (Carannante et al. 2012). La dinamica recente ed attuale delle piane tettoniche e alluvionali, infine, è essenzialmente riconducibile a processi fluviali e gravitativi (Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).

6.1 MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI

Uno dei principali elementi morfologici dell'area è rappresentato dal reticolo idrografico superficiale (Chiocchini 2007), che si sviluppa in maniera differente nei settori di territorio posti rispettivamente a Nord e a Sud della dorsale carbonatica di Monte Longano (attraversata in galleria con il tracciato di progetto). In particolare, le aree poste a Sud di tale rilievo ricadono lungo il margine orientale della Piana Campana, un'estesa depressione morfostrutturale colmata da spessi depositi quaternari di origine vulcanoclastica e fluvio-lacustre (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012). In tale zona il reticolo idrografico risulta poco sviluppato e, spesso, fortemente influenzato dalle opere di regimazione idraulica e canalizzazione delle acque realizzate in epoca storica.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>34 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	34 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	34 di 130								

La valle intramontana presente a Nord della dorsale di Monte Longano ricade invece 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 (Scarsella 1971; 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).

6.2 PROCESSI DI VERSANTE E DEPOSITI DI COPERTURA

A causa del complesso assetto geologico-strutturale, l'Appennino Campano è caratterizzato da morfodinamiche di versante piuttosto complesse e diversificate. Infatti, mentre sui versanti che intagliano unità terrigene sono molto frequenti fenomeni gravitativi riconducibili a frane da colamento o scivolamento in terra, sui rilievi carbonatici è notevolmente più contenuto e limitato a piccoli crolli o scivolamenti in roccia lungo le principali cornici litologiche (Revellino et al. 2006; Chiocchini 2007; Carannante et al. 2012). Peculiari sono inoltre le frane da scorrimento-colata rapida che interessano le coperture piroclastiche presenti lungo i rilievi carbonatici che bordano la Piana Campana (Di Crescenzo & Santo 1999; Chiessi et al. 2003; Crosta & Dal Negro 2003; Revellino et al. 2006; Carannante et al. 2012).

Le frane da colamento e scorrimento prevalgono nelle zone di affioramento dei depositi sin-orogeni e dell'Unità del Sannio (Chiocchini 2007; Carannante et al. 2012), generalmente rappresentati da sedimenti marini a dominante argilloso-marnosa, pelitico-arenacea e conglomeratico-sabbiosa. Tali terreni presentano in genere una bassa resistenza al taglio e spesso risultano destrutturati dagli elementi tettonici che tagliano il substrato, quali pieghe, faglie e sovrascorrimenti. In questi settori i fenomeni di dissesto sono principalmente di tipo complesso, mentre meno frequenti risultano le colate e gli scivolamenti rotazionali singoli (Chiocchini 2007; Carannante et al. 2012).

In corrispondenza dei litotipi carbonatici, i movimenti franosi sono rappresentati principalmente da crolli, ribaltamenti e scivolamenti in roccia (Revellino et al. 2006; Chiocchini 2007; Carannante et al. 2012). Questi fenomeni si verificano in genere in corrispondenza di pareti rocciose ad alta acclività, come le *free face*, e sono dovuti sia all'elevato grado di alterazione e/o destrutturazione della roccia che alla presenza di un elevato numero di discontinuità primarie e secondarie (Carannante et al. 2012).

I versanti impostati su rocce carbonatiche e ammantati da spesse coperture di piroclastiti sciolti, infine, sono interessati da importanti movimenti franosi impostati essenzialmente nei depositi vulcanoclastici

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>35 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	35 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	35 di 130								

(Di Crescenzo & Santo 1999; Chiessi et al. 2003; Crosta & Dal Negro 2003; Revellino et al. 2006). Tali fenomeni sono rappresentati da frane complesse in terra o detrito, derivanti da scivolamenti traslativi delle coperture piroclastiche che evolvono nella parte medio-bassa del pendio in colamenti rapidi ad elevato contenuto d'acqua (Celico & Guadagno 1998; Crosta & Dal Negro 2003; Revellino et al. 2006).

6.3 MORFOLOGIA CARSIKA

Buona parte dei massicci carbonatici dell'Italia meridionale sono affetti da importanti fenomeni di carsismo, sia ipogei che epigei (Santo et al. 2007; Di Crescenzo & Santo 2013). Le morfologie carsiche più diffuse nell'Appennino Campano sono rappresentate dai campi carsici, sia attivi come il Campo del Monte Camposauro e il Campo di Cepino del Monte Taburno, che inattivi come la Piana di Castelmorrone e di Durazzano dei Monti di Caserta (Del Prete et al. 2004; Santo et al. 2007; Carannante et al. 2012). Negli ultimi due, in particolare, la reincisione operata dai Torrenti Tenda e Polizzi ha portato in affioramento la formazione del Tufo Grigio Campano e le unità vulcaniche più antiche, che ne costituiscono il riempimento (Carannante et al. 2012).

Tra le forme carsiche bisogna ricordare, inoltre, le numerose doline da crollo presenti sia nei Monti di Caserta che lungo la fascia pedemontana del Monte Camposauro. Tali elementi si distribuiscono nella parte medio-alta dei rilievi carbonatici o, talora, nella zona pedemontana dei detriti di falda che li ricoprono (Di Crescenzo & Santo 2013). I *sinkholes* si sviluppano preferenzialmente all'interno di fasce allungate parallelamente alle faglie bordiere delle strutture carbonatiche, in quanto risultano strettamente connesse ai settori maggiormente cataclasati delle *master fault* (Santo et al. 2011; Di Crescenzo & Santo 2013).

Diversi fenomeni di sprofondamento in rocce carbonatiche, classificabili come *collapse sinkhole*, sono presenti lungo le dorsali dei Monti di Caserta e Maddaloni (Del Prete et al. 2004; Santo et al. 2007; Carannante et al. 2012).

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>36 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	36 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	36 di 130								

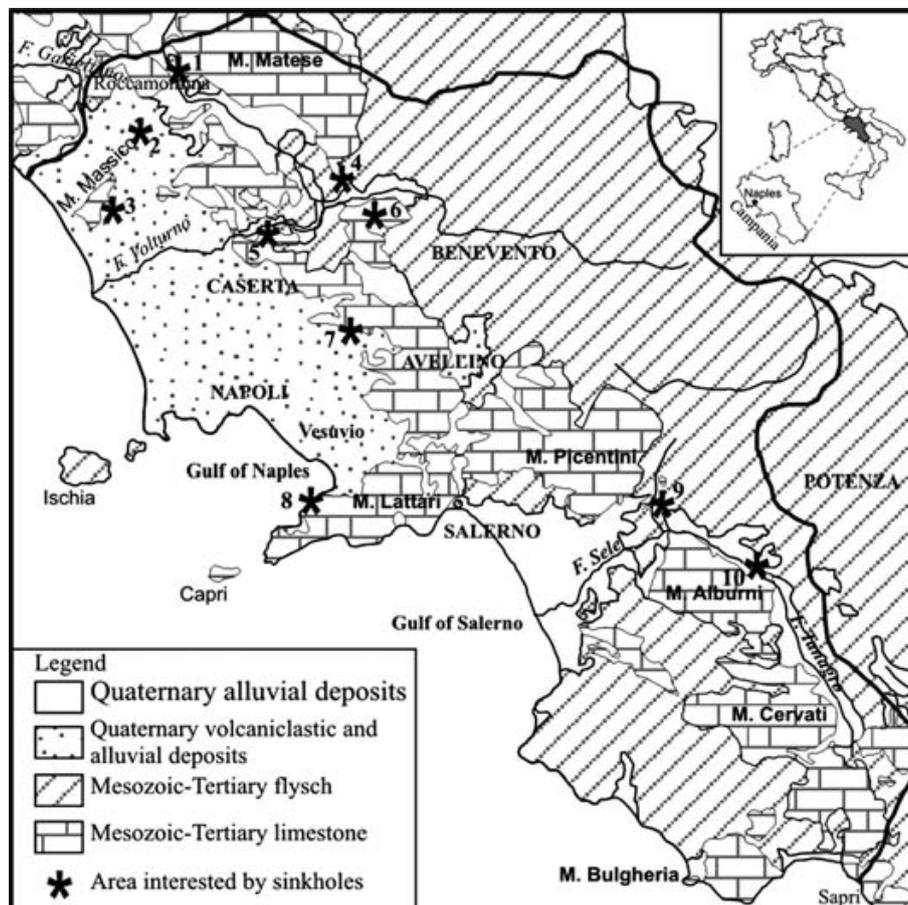


Fig. 13: – Carta geologica della Regione Campania con indicazione della distribuzione delle principali aree con sinkholes: 1) Mastrati; 2) Lago di Vairano; 3) Agro Falerno; 4) Telese; 5) Castelmorrone; 6) Solopaca; 7) Canello; 8) Jala; 9) Contursi; 10) Petrosa (da Del Prete et al. 2004).

A Sud di Castelmorrone, infatti, sono presenti due grandi *sinkholes* denominati Còmmole, la più grande delle quali presenta una profondità di circa 100 m e un diametro di 200 m (Del Prete et al. 2004). Il 28 marzo del 1960, nell'area di Castelmorrone è avvenuto uno sprofondamento di circa 25 m di diametro e 15 m di profondità nel Tufo Grigio Campano (Scherillo et al. 1966), la cui morfologia è ancora ben evidente. Altre fenomenologie simili sono presenti, infine, in località il Castello a Valle di Maddaloni e lungo le pendici occidentali dei rilievi carbonatici che bordano la Piana Campana tra Caserta e Maddaloni (Del Prete et al. 2004).

Numerose doline di una certa rilevanza sono localizzate invece nei dintorni di Solopaca, all'interno delle coperture detritiche presenti alla base del massiccio carbonatico del Monte Camposauro (D'Argenio 1967; Del Prete et al. 2004; Carannante et al. 2012). Tali elementi sono interpretabili come *cover sinkholes* e risultano distribuiti lungo una fascia allineate in direzione circa NE-SW, a quote variabili tra i 100 ed i 300 m s.l.m. (Del Prete et al. 2004; Di Crescenzo & Santo 2013).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>37 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	37 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	37 di 130								

In corrispondenza del rilievo di Montepugliano, a Nord di Telese, sono presenti almeno 15 *collapse sinkholes* (Del Prete et al. 2004; Santo et al. 2007; Di Crescenzo & Santo 2013).

Nella piana alluvionale di Telese, infine, sono presenti numerosi *cover sinkhole* all'interno dei depositi quaternari di copertura della piana alluvionale del Fiume Calore (Del Prete et al. 2004; Di Crescenzo & Santo 2013).

6.4 ATTIVITÀ ESTRATTIVE

Il settore di studio è caratterizzato dalla presenza di numerose cave prevalentemente nelle rocce carbonatiche e nei prodotti piroclastici sia sciolti che litoidi (Carannante et al. 2012), anche se non mancano aree di estrazione di ghiaie fluviali nei settori di piana alluvionale poco al di fuori della zona di stretto interesse progettuale.

I calcari sono generalmente impiegati come materiali da costruzione, ma trovano ampio utilizzo anche nel campo della produzione di cementi, calce, inerti e carbonato di calcio ad uso edilizio, agroalimentare e industriale (Carannante et al. 2012). Le piroclastiti, invece, sono essenzialmente riconducibili alla *facies* litoide del Tufo Grigio Campano e vengono utilizzati per la produzione di mattoni per l'industria edile (Carannante et al. 2012).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>38 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	38 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	38 di 130								

7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

La porzione centrale della Regione Campania è caratterizzata da una notevole complessità idrogeologica, strettamente connessa alla presenza di differenti successioni sedimentarie e numerose strutture tettoniche (Carannante et al. 2012). Tali settori presentano quindi un motivo idrogeologico tipico dell'Appennino meridionale, quale la giustapposizione laterale e verticale di unità carbonatiche di elevata permeabilità con successioni sedimentarie a scarsa permeabilità (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

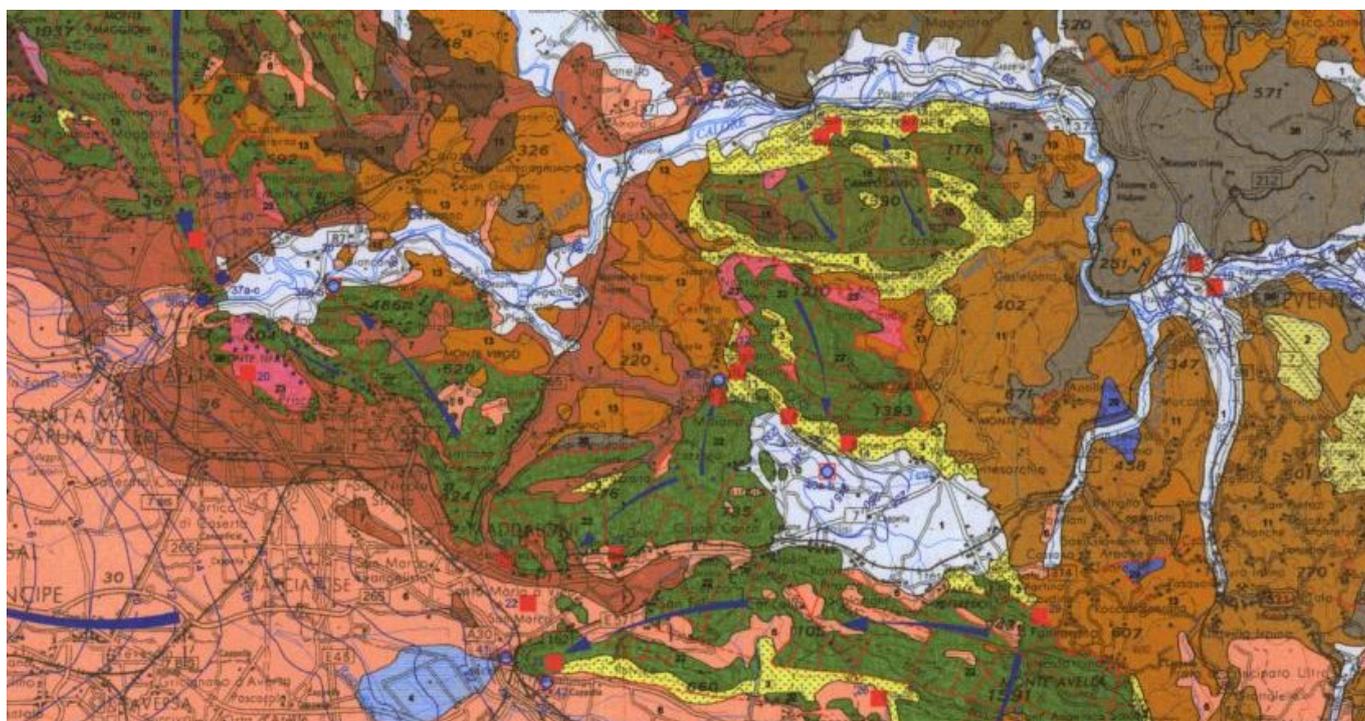


Fig. 14: – Stralcio della Carta idrogeologica dell'Italia Meridionale, con indicazione delle principali linee di flusso (da Celico et al. 2007).

I termini carbonatici sono spesso sede di un importante deflusso idrico di base che, in corrispondenza del contatto con terreni a permeabilità più bassa, viene a giorno formando grandi sorgenti basali (Celico 1978, 1983, 1986; Celico et al. 2007). All'interno dei massicci carbonatici, le variazioni dello schema di circolazione idrica sotterranea sono associabili a locali elementi strutturali, che possono costituire un ostacolo al deflusso delle acque di falda per una riduzione della permeabilità intrinseca dell'acquifero (Carannante et al. 2012), o in alternativa a condizioni di deflusso preferenziale (ad esempio per carsismo). Inoltre, nei settori dove le unità carbonatiche sono in contatto laterale con i depositi continentali quaternari sono possibili importanti travasi idrici sotterranei verso le pianure alluvionali, con conseguente alimentazione dei corpi idrici superficiali (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>39 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	39 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	39 di 130								

Le principali depressioni morfostrutturali dell'area, come la Piana Campana e la Valle di Maddaloni, sono invece caratterizzate da una circolazione idrica per falde sovrapposte, che si verifica all'interno degli depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che le riempiono (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994; Carannante et al. 2012). I diversi livelli idrici sono spesso in comunicazione mediante soluzioni di continuità che contraddistinguono i litotipi meno permeabili e che, spesso, non permettono un reale frazionamento della circolazione idrica sotterranea all'interno dei settori di piana (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994).

7.1 ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Come detto, il territorio di studio è caratterizzato da 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). In particolare, i litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere raggruppati in quattro differenti unità idrogeologiche, ognuna della quale costituisce degli acquiferi di importanza più o meno significativa (Celico et al. 2007).

- **Acquiferi delle successioni carbonatiche.** Questi acquiferi sono formati dagli ammassi rocciosi prevalentemente carbonatici ampiamente affioranti in tutto l'Appennino centro-meridionale, in buona parte riconducibili alle originarie unità paleogeografiche di piattaforma che caratterizzano questo settore di catena (Celico et al. 2007). Tali acquiferi rappresentano, in particolare, la principale fonte di approvvigionamento idropotabile della penisola italiana, essendo caratterizzati da un deflusso sotterraneo medio particolarmente elevato, dell'ordine di $4100 \cdot 106 \text{ m}^3/\text{anno}$.

Le principali sorgenti degli acquiferi sono collocate prevalentemente in corrispondenza di limiti idrogeologici e di permeabilità, al contatto con terreni sedimentari e vulcanici più recenti, che generalmente costituiscono degli impermeabili relativi (Maggiore et al. 2004; Celico et al. 2007). Nelle zone dove i depositi terrigeni presentano una permeabilità elevata, invece, questi acquiferi sono alimentati dalle idrostrutture carbonatiche limitrofe attraverso cospicui travasi sotterranei (Celico et al. 2007). In relazione alle caratteristiche idrogeologiche riscontrabili a grande scala, tali successioni possono essere suddivise in tre grandi gruppi, corrispondenti agli acquiferi prevalentemente calcarei, acquiferi calcareo-silico-marnosi e acquiferi dolomitici (Celico et al. 2007).

Gli acquiferi calcarei (che interessano l'area di progetto) sono caratterizzati da diffuse fenomenologie carsiche, sia epigee che ipogee, che spesso interagiscono direttamente con le

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>40 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	40 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	40 di 130								

sorgenti determinando regimi idrogeologici delle stesse estremamente variabili (Grassi & Tadolini 1992; Celico et al. 2007). Sono contraddistinti da una grande falda di base, piuttosto profonda, e da una serie di falde sospese di modesta importanza, poste nella porzione più superficiale e carsificata dell'acquifero. Localmente, infine, sono presenti piccole falde sospese al di sopra dei livelli stratigrafici con permeabilità più bassa, come in corrispondenza di fasce cataclastiche di particolare rilevanza (Maggiore et al. 1996, 2004; Celico et al. 2007).

Gli acquiferi calcareo-silico-marnosi e quelli dolomitici non interessano invece l'area di progetto.

- **Acquiferi delle successioni di bacino e di avanfossa.** Si tratta di acquiferi composti da depositi essenzialmente marini, riferibili a successioni sedimentarie di bacino o di avanfossa (Celico et al. 2007). Generalmente danno luogo a strutture idrogeologiche di una certa importanza solo per l'approvvigionamento idrico di piccoli centri abitati (Celico et al. 2007). Questi acquiferi non interessano l'area di progetto, anche in termini di area vasta.
- **Complessi delle successioni vulcaniche:** Nonostante la notevole complessità idrogeologica, tali acquiferi risultano molto importanti per l'elevato valore economico delle acque sotterranee, spesso contraddistinte da pregiate proprietà organolettiche tra cui, ad esempio, l'arricchimento di CO₂ (Celico et al. 2007).

In generale, tali complessi sono caratterizzati da una netta prevalenza dei prodotti piroclastici su quelli lavici, essenzialmente a causa del carattere alcalino-potassico del vulcanismo dell'Italia meridionale. I depositi piroclastici, quindi, includono materiali fortemente eterogenei dal punto di vista litologico e tessiturale e, pertanto, presentano delle proprietà idrauliche estremamente variabili da zona a zona (Custodio 1978; Celico et al. 2007). I terreni più grossolani, rappresentati da bombe, blocchi, scorie e pomici, formano generalmente agglomerati di breccie vulcaniche con elevata permeabilità e porosità. I terreni più fini invece, costituiti da ceneri e lapilli, presentano una porosità primaria variabile in funzione del grado di litificazione ed una porosità secondaria mediamente piuttosto elevata.

La porosità totale dei prodotti piroclastici è generalmente elevata, localmente fino al 60%, anche se in parte poco significativa dal punto di vista idraulico in quanto rappresentata da vuoti intergranulari non intercomunicanti (Custodio 1978; Celico et al. 2007). Spesso, all'interno di un deposito da flusso si registra un aumento del grado di litificazione in corrispondenza della parte intermedia del litosoma, dove i fenomeni di raffreddamento sono stati più lenti. Talora, pur avendosi in questi casi una porosità primaria sensibilmente minore delle altre porzioni del

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>41 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	41 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	41 di 130								

deposito, si registra un marcato incremento di conducibilità idraulica dovuta ad un maggior grado di fessurazione dei materiali (Celico et al. 2007).

- **Complessi delle successioni continentali e marine**: questi acquiferi sono costituiti da sedimenti plio-quadernari formati in ambiente subaereo o marino, riferibili quindi a depositi di detritico-colluviali, alluvionali, lacustri e costieri, in parte emersi a seguito delle fasi di sollevamento della Catena Appenninica (Maggiore et al. 1996; Celico et al. 2007). Questi acquiferi sono poco significativi nell'area di progetto, se non per la circolazione idrica di sub-alveo nelle incisioni vallive più pronunciate e nelle fasce detritiche.

I depositi di falda detritica presenti alla base dei maggiori rilievi montuosi, pur costituendo acquiferi eterogenei ed anisotropi, sono contraddistinti da un grado di permeabilità generalmente piuttosto elevato (Celico et al. 2007). Nei settori dove risultato limitati inferiormente da terreni di bassa permeabilità, tali depositi possono essere sede di falde idriche sotterranee di discreta importanza, in particolare quando soggetti a travasi idrici provenienti da strutture idrogeologiche limitrofe (Celico et al. 2007).

Le falde degli ambienti alluvionali risultano alimentate direttamente sia dalle acque superficiali che si infiltrano nel terreno che dai travasi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche con cui sono a contatto (Celico et al. 2007). A causa delle forti eteropie laterali (in termini granulometrici) si possono creare i presupposti per la formazione di falde più o meno intercomunicanti e a volte in pressione.

7.2 STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI

L'Appennino Campano è caratterizzato da un assetto geologico-strutturale particolarmente complesso, che influenza direttamente lo schema di circolazione idrica dell'area. In questo settore, infatti, è possibile riscontrare il motivo idrogeologico tipico dell'Appennino meridionale, ovvero la giustapposizione laterale e verticale di unità carbonatiche ad elevata permeabilità con terreni silicoclastici poco permeabili (Carannante et al. 2012).

Al contatto con i terreni a permeabilità più bassa, il deflusso idrico sotterraneo delle unità carbonatiche viene a giorno e genera, pertanto, importanti sorgenti basali (Celico 1978; Celico et al. 2007).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>42 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	42 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	42 di 130								

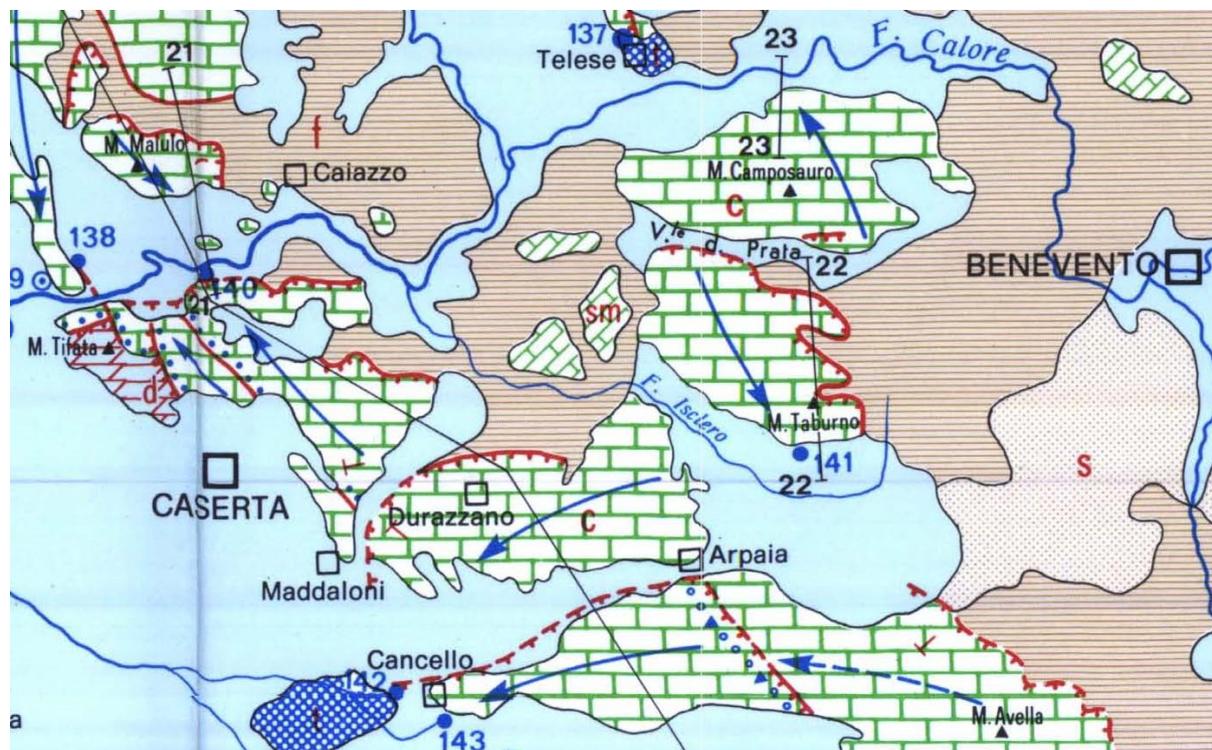


Fig. 15: – Stralcio dello schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale (da Celico 1978).

Nei settori di territorio dove le unità carbonatiche sono in contatto laterale con i depositi alluvionali e vulcanoclastici quaternari, invece, sono possibili travasi idrici sotterranei verso le valli fluviali e quindi l'alimentazione dei corpi idrici superficiali (Carannante et al. 2012). Locali variazioni di questo schema di circolazione idrica sono associabili a elementi strutturali quali faglie e sovrascorrimenti, che possono costituire un ostacolo alla circolazione idrica per una marcata riduzione della permeabilità. Nell'area di studio ricadono quindi importanti strutture idrogeologiche carbonatiche e in particolare quello corrispondente ai rilievi dei **Monti Tifatini** e dei **Monti di Durazzano** (Celico 1978; Carannante et al. 2012). Sono inoltre presenti diffusi acquiferi alluvionali e vulcanoclastici, che costituiscono le unità idrogeologiche della **Valle di Maddaloni** e della **Piana Campana** (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

L'idrostruttura dei **Monti Tifatini** presenta una circolazione idrica sotterranea frazionata, soprattutto per la presenza di importanti complicazioni strutturali che determinano la suddivisione del massiccio in più sub-strutture idrogeologiche, distinte e reciprocamente interconnesse (Celico et al. 1977; Carannante et al. 2012). Infatti, in corrispondenza della Valle di Maddaloni, l'unità risulta idrogeologicamente separata dai Monti di Durazzano da strutture compressive a cui sono interposti i terreni poco permeabili dell'Unità del Sannio. Ciò comporta l'esistenza di una continuità idrogeologica tra la circolazione idrica sotterranea

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>43 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	43 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	43 di 130								

dei Monti Tifantini e dei Monti di Durazzano, che risultano risultano caratterizzate da circuiti diversi (Celico et al. 1980). In generale, il deflusso idrico di base risulta orientato prevalentemente verso NW mentre i principali recapiti della falda sono rappresentati da sorgenti e travasi idrici sotterranei verso le falde dei depositi quaternari che bordano la struttura (Carannante et al. 2012). Le acque del settore Nord-orientale hanno il loro recapito nella Sorgente di Santa Sofia e alimentano i travasi verso le falde della piana del Fiume Volturno (Carannante et al. 2012). La falda di base del Monte Tifata e del Monte San Michele, invece, defluisce prevalentemente verso la Piana Campana e alimenta pertanto la falda dei depositi quaternari (Celico et al. 1977).

L'idrostruttura dei **Monti di Durazzano**, invece, mostra una circolazione idrica sotterranea meno frazione e complessa dei Monti Tifantini, condizionata prevalentemente dal sovrascorrimento delle unità carbonatiche di piattaforma sui terreni argillosi dell'Unità del Sannio (Carannante et al. 2012). La maggior parte delle acque di falda defluisce verso i settori Sud-occidentali della struttura e trova recapito nei depositi alluvionali e vulcanoclastici che colmano la Piana Campana (Celico 1978; Carannante et al. 2012). Lungo l'allineamento Canello-Maddaloni, la suddetta interconnessione tra la circolazione del massiccio carbonatico ed i depositi quaternari è confermata sia dalle quote relative delle due falde che dal chimismo specifico delle acque, che risulta intermedio tra quello tipico di un acquifero carbonatico e quello di un acquifero piroclastico (Carannante et al. 2012). Nel settore orientale dell'idrostruttura, invece, l'acquifero carbonatico risulta alimentato da quello alluvionale della piana del Fiume Isclero, che a sua volta riceve una consistente alimentazione dalle acque sotterranee del Monte Taburno (Budetta & De Risio 1982). Di conseguenza, la principale direzione di deflusso della falda di base dell'acquifero carbonatico risulta orientata verso SW, con una circolazione idrica sotterranea che avviene attraverso serbatoi in serie identificati da strutture a carattere sia compressivo che distensivo (Carannante et al. 2012). Una direzione di flusso secondaria riguarda invece la porzione settentrionale del massiccio, che alimenta la sorgente Razzano e genera un incremento delle portate nell'alveo del Fiume Isclero (Allocca & Grasso 1998; Carannante et al. 2012).

La **Valle di Maddaloni** e tutta la piana del Fiume Isclero costituiscono un'unità idrogeologica di particolare rilevanza, soprattutto per l'interconnessione che essa ha con le limitrofe idrostrutture carbonatiche del Monte Taburno, dei Monti di Durazzano e dei Monti di Avella (Carannante et al. 2012). L'unità è costituita da un acquifero prevalentemente alluvionale e vulcanoclastico, con spessore variabile tra pochi metri e alcune decine di metri, e risulta delimitata da successioni sedimentarie sia carbonatiche che silicoclastiche (Branaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012). La falda è alimentata dalle limitrofe idrostrutture carbonatiche e dalle precipitazioni meteoriche (Celico 1983; Allocca & Grasso

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>44 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	44 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	44 di 130								

1998), mentre il deflusso idrico di basse è orientato prevalentemente verso NE, in direzione del fondovalle del Fiume Volturno.

La **Piana Campana**, infine, è caratterizzata da una circolazione idrica per falde sovrapposte, che si verifica all'interno dei depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che riempiono il graben (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). I diversi livelli idrici sono spesso in comunicazione tra loro mediante soluzioni di continuità che contraddistinguono i litotipi meno permeabili e che, generalmente, non permettono un reale frazionamento della circolazione idrica sotterranea della piana (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). In generale, è possibile riconoscere una direzione di flusso principale verso SW e un importante spartiacque sotterraneo tra Caivano e Canello (Esposito 1996).

La Piana Campana è generalmente caratterizzata dalla presenza di due falde sovrapposte, contenute all'interno degli orizzonti piroclastici e separate da un livello impermeabile riferibile alla porzione tufacea del cosiddetto Tufo Grigio Campano (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). La falda superficiale posta al di sopra dell'orizzonte tufaceo impermeabile presenta un carattere freatico (Celico et al. 1994), con una superficie piezometrica posta a una decina di metri di profondità dal p.c.. La falda profonda presente al di sotto del banco di tufo, invece, risulta chiaramente in pressione e presenta una superficie piezometrica posta leggermente al di sopra di quella relativa alla falda più superficiale (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). Pertanto, nello schema di circolazione idrica dell'area la formazione ignimbratica del Tufo Grigio Campano rappresenta un impermeabile relativo rispetto ai depositi piroclastici, in quanto limita ma non impedisce completamente la comunicazione tra le due falde (Celico et al. 1994). In condizioni di equilibrio idrogeologico naturale, la falda profonda alimenta quella superficiale attraverso flussi di drenaggio diretti dal basso verso l'alto (Corniello et al. 1990; Celico et al. 1994), come evidenziato dalla risalita del livello idrico nei pozzi che superano il banco tufaceo suddetto.

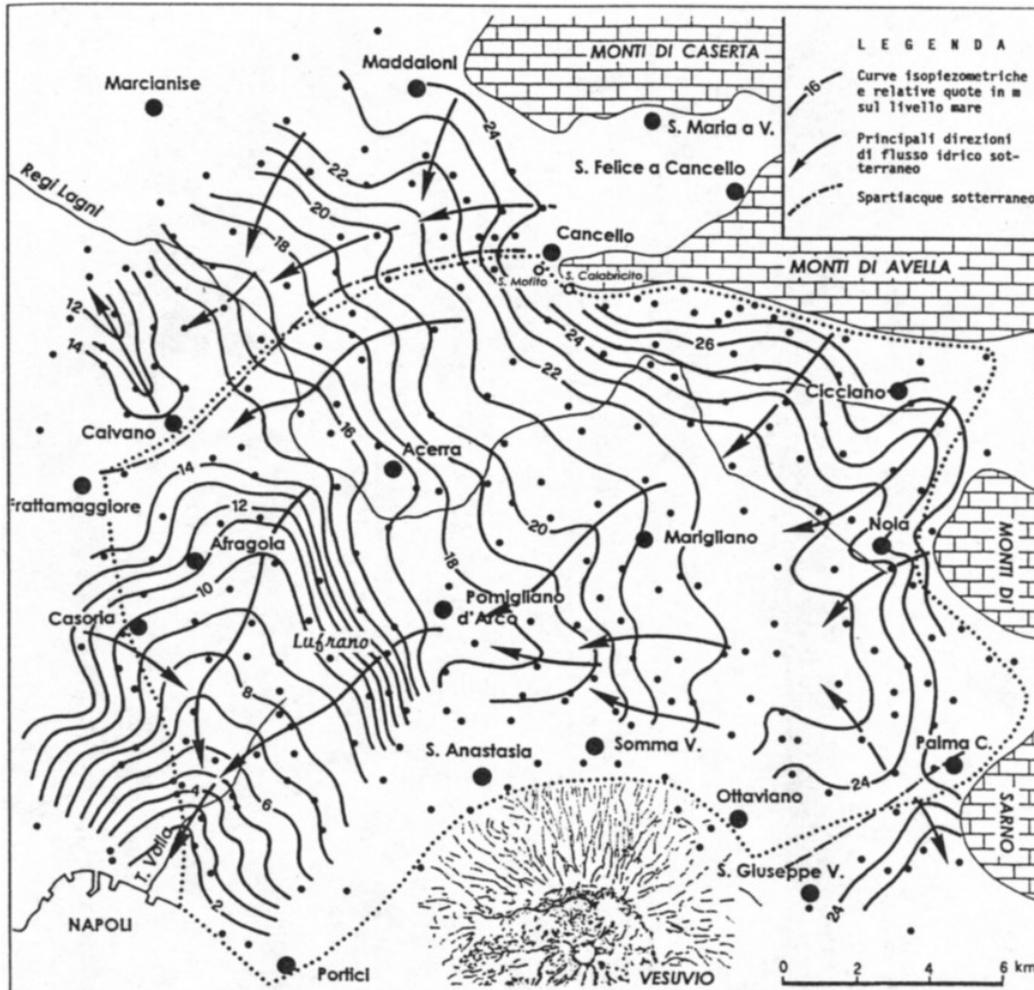


Fig. 16: – Ricostruzione delle curve isopiezometriche e dei principali assi di drenaggio e spartiacque sotterranei del settore orientale della Piana Campana (Esposito 1996).

7.3 SORGENTI E OPERE DI CAPTAZIONE

Nell'ambito della struttura idrogeologica prima descritto è lecito attendersi che i principali gruppi sorgentizi siano localizzati alla base dei rilievi carbonatici o ai margini delle piane alluvionali, mentre le opere di captazione risultano variamente distribuite sul territorio in funzione della presenza di aree antropizzate e zone industrializzate.

I Monti di Durazzano, sebbene costituiti da litotipi ad elevato grado di permeabilità per fessurazione e carsismo, non evidenziano importanti sorgenti basali al contatto con i terreni circostanti. Fa eccezione unicamente la Sorgente Razzano, nota anche come Sorgente Viparelli, caratterizzata da una portata media di circa $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ (Carannante et al. 2012). Le risorse idriche sotterranee di tale idrostruttura, al contrario, sono intensamente utilizzate per l'approvvigionamento di acqua potabile dai pozzi di Ponte

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>46 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	46 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	46 di 130								

Tavano (circa 1.50 m³/anno), Cervino (circa 0.30 m³/s) e Santa Maria a Vico (circa 0.50 m³/s), localizzati al margine della struttura carbonatica (Carannante et al. 2012).

Le principali emergenze dei Monti Tifantini sono invece localizzate nel margine nord-occidentale della dorsale montuosa (sorgente di Santa Sofia) e quindi non interessa le aree di progetto.

7.4 VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DELLA PIANA CAMPANA

La Piana Campana è interessata, come detto, da una circolazione idrica sotterranea che dai massicci carbonatici defluisce verso il mare (Celico et al. 1994). Il mescolamento delle acque è evidenziato da discreti tenori in SiO₂, dovuti in gran parte alla dissoluzione del vetro delle piroclastiti, e da valori del rapporto rK/rNa, decisamente più elevati di quelli degli altri acquiferi carbonatici dell'Appennino centro-meridionale (Bellucci et al. 1990). All'interno della piana ci si trova in presenza di orizzonti sovrapposti a diverso grado di permeabilità, spesso discontinui e/o affiancati, che consentono scambi idrici tra le varie falde individuabili nel sottosuolo (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). Queste ultime sono separate da livelli semipermeabili o del tutto impermeabili, che conferiscono differenti gradi di vulnerabilità intrinseca alle varie porzioni dell'acquifero.

In generale, l'acquifero superficiale della Piana Campana presenta una vulnerabilità all'inquinamento variabile da bassa a molto alta (Celico et al. 1997). Infatti la vulnerabilità risulta mediamente bassa in corrispondenza della fascia perivulcanica e del settore occidentale della piana, essenzialmente a causa dell'elevata soggiacenza della falda, dell'elevata pendenza delle superficie topografica e dei bassi valori di conducibilità idraulica dei terreni (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1997). Il grado di vulnerabilità cresce notevolmente procedendo verso la porzione centrale della piana, dove si assiste ad una diminuzione della soggiacenza e ad un decremento delle pendenze topografiche (Celico et al. 1997). La falda superficiale è quindi particolarmente esposta agli sversamenti di sostanze inquinanti dalla superficie, soprattutto nei settori di territorio caratterizzati da depositi vulcanoclastici molto permeabili e da un livello piezometrico con soggiacenza inferiore ai 10 m (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1997).

La falda profonda, al contrario, presenta un grado di vulnerabilità generalmente variabile da molto basso a medio, in quanto fortemente influenzato dall'elevata soggiacenza del livello piezometrico e dagli orizzonti poco permeabili presenti al tetto (Celico et al. 1990). Un grado di vulnerabilità medio si registra in presenza di una falda confinata o semi-confinata da banchi di tufo con spessore compreso tra 5 e 10 m e soggiacenza della base del tetto dell'acquifero compresa tra 20 e 30 m (Bellucci et al. 1990). Un grado di vulnerabilità basso o molto basso, invece, si ha in presenza di una falda confinata da banchi di tufo con potenza compresa tra 10 e 50 m e con soggiacenza del tetto dell'acquifero superiore a 30 m

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>47 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	47 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	47 di 130								

(Bellucci et al. 1990). Per quanto detto, l'acquifero profondo si presenta poco vulnerabile a sostanze inquinanti idroveicolate e non idroveicolate leggere, mentre risulta comunque vulnerabile a sostanze non miscibili pesanti che sono in grado di attraversare l'orizzonte semipermeabile nel caso in cui la pressione della colonna inquinante risulta superiore a quella del carico idraulico (Celico et al. 1997).

Ad eccezione di alcuni settori, l'acquifero della Piana Campana risulta quindi naturalmente dotato di una discreta protezione all'inquinamento. Malgrado ciò, in tutta l'area si rileva un diffuso degrado nella qualità delle acque sotterranee, prevalentemente a causa dei numerosi pozzi disperdenti, del cattivo condizionamento delle perforazioni e della diffusa presenza di attività estrattive per il reperimento di materiali da costruzione (Corniello et al. 1990). Un ulteriore elemento di disturbo è rappresentato dai numerosi sversamenti illegali effettuati in taluni settori, che hanno provocato un marcato ed evidente inquinamento delle acque sotterranee della falda principale. Tali fattori di disturbo hanno pertanto reso inefficace la naturale protezione dell'acquifero, consentendo un trasferimento più agevole ed immediato degli inquinanti alle acque sotterranee (Bellucci et al. 1990).

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>48 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	48 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	48 di 130								

8 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'esame delle condizioni geologiche specifiche del tracciato (che saranno descritte nei successivi capitoli) sono stati esaminati i risultati delle indagini eseguite in varie fasi, da quelle preliminari del progetto (anni '80), alle indagini per il progetto definitivo (anni 2000) e quindi le indagini eseguite per il progetto esecutivo.

Per il Progetto Definitivo era stato preso a riferimento un set di indagini che ricadeva nell'ambito di una fascia di terreno molto ampia, che comprendeva anche settori molto al di fuori dell'asse di progetto. Questa impostazione ha portato a considerare la disponibilità di 75 sondaggi oltre a varie altre indagini in sito.

La revisione critica delle indagini disponibili ha portato a scartare alcuni sondaggi eseguiti in precedenza (soprattutto quelli più antichi) perché non utili per la ricostruzione del modello geologico locale. Il set di indagini utilizzabili eseguiti nelle precedenti fasi è quindi il seguente:

- n. 51 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo, di cui n. 26 strumentati con piezometro e n. 8 attrezzati per sismica in foro;
- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 17 stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 1 stendimento sismico a riflessione;
- n. 5 prospezioni sismiche MASW
- n. 3 prospezioni sismiche RE.MI.

A questi si sommano le indagini eseguite nella campagna per il Progetto Esecutivo che è consistita in:

- n. 45 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità comprese tra i 15 e i 330 m dal p.c.;
- prove penetrometriche di tipo dinamico in foro tipo SPT (punta aperta e punta chiusa con prelievo di campioni rimaneggiati);
- prove pressiometriche in foro di sondaggio;
- prove dilatometriche su roccia in foro di sondaggio;
- prove dilatometriche su terreni (dilatometro tipo Marchetti) in foro di sondaggio;
- prove di permeabilità in foro tipo Lefranc e tipo Lugeon;
- allestimento di fori di sondaggio con piezometri a tubo aperto e tipo Casagrande;
- allestimento fori di sondaggio per prove down-hole;

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>49 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	49 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	49 di 130								

- 36 prove penetrometriche continue di tipo statico (CPT) e dinamico superpesante (DPSH); alcune prove sono state eseguite con sistema misto, statico-dinamico anche con perforazione di tratti specifici per il superamento di livelli litodi; altre prove infine sono state eseguite sia con metodo statico che dinamico (in tal caso le prove sono state raddoppiate ma numerate nella stessa maniera, quindi in effetti le prove realmente eseguite sono più di 36);
- 16 pozzetti geognostici: alcuni pozzetti geognostici, programmati per le prove di permeabilità/dispersione (per il dimensionamento delle trincee drenanti) sono stati eseguiti tramite carotaggio corto 5m e prova di permeabilità tipo Lefranc.
- Prove di laboratorio su terre e rocce.
- n. 11 prove down-hole in foro;
- stendimenti sismici a rifrazione con metodo tomografico e doppia energizzazione per misura delle velocità delle onde di compressione e di taglio;
- stendimenti geolettrici.

I risultati delle precedenti indagini sono contenuti nei vari documenti allegati al progetto definitivo e non sono state allegate nuovamente al presente progetto. I risultati delle indagini eseguite per il progetto esecutivo sono invece allegati in specifici elaborati suddivisi per indagini in sito (sondaggi, prove in foro e prove in sito), indagini geofisiche e prove di laboratorio. L'elenco di questi elaborati è già stato riportato nel capitolo sugli allegati.

L'elenco dettagliato delle indagini e delle prove in sito eseguite in tutte le fasi progettuali (con coordinate e quote di ogni singola verticale di indagine) è riportato nella Relazione Geotecnica Generale e quindi non viene ripetuto nel presente documento

Nell'ambito delle indagini eseguite possono poi essere inclusi i rilievi geostrutturali condotti sugli affioramenti delle formazioni lapidee (calcari), necessari per la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi secondo i più usuali metodi di caratterizzazione. I risultati dei rilievi geostrutturali eseguiti nella fase di progetto esecutivo sono riportati nella Relazione Geomeccanica.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>50 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	50 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	50 di 130								

9 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

9.1 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

Le formazioni affioranti nell'ambito dell'area rilevata e ricadenti nella carta geologica di progetto in scala 1:5.000 sono già state evidenziate nel capitolo sull'area vasta. I rilievi di campagna e i dati di sottosuolo provenienti dalle indagini hanno permesso di integrare le informazioni riportate in letteratura fornendo un maggiore dettaglio delle caratteristiche litologiche locali e dei rapporti geometrici tra le formazioni.

Nei settori di stretto interesse progettuale, quindi, sono state individuate e perimetrare le seguenti formazioni geologiche, anche in questo caso descritte dal basso verso l'alto stratigrafico. Per alcune formazioni vengono riportate di seguito alcune informazioni aggiuntive rispetto alla descrizione litologica già commentata in precedenza. Vengono poi descritte le formazioni (o membri di formazioni) non direttamente affioranti, ma intercettate in profondità con i sondaggi.

9.1.1 UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI

Le formazioni che costituiscono questa unità stratigrafico-strutturale costituiscono i rilievi montuosi di Monte Longano (attraversato con la galleria Monte Aglio), Monte Calvi e Monte Castello (versante settentrionale della Valle di Maddaloni).

9.1.1.1 *CALCARI CON CLADOCOROPSIS E CLYPEINA*

Questa unità (**CCM**) affiora in lembi di ridotta estensione nei settori centrali dell'area di studio, in località Cava Rossa, lungo il margine Nord-orientale della struttura carbonatica di Monte Castello. Poggiano per alternanza su unità non affioranti nell'area e passano verso l'alto ai Calcari con requenie e gasteropodi. Non vi sono particolari informazioni aggiuntive rispetto a quanto già riportato in precedenza.

9.1.1.2 *CALCARI CON REQUIENIE E GASTEROPODI*

Tale unità (**CRQ**) si rinviene diffusamente nei settori centrali della zona di studio, tra Colle Cercua Cupa e Monticello, lungo il bordo orientale e sud-orientale di Monte Castello. Poggiano per alternanza sui Calcari con Cladocoropsis e Clypeina e passano verso l'alto ai Calcari a rudiste e orbitoline.

Anche in questo caso non sono stati raccolti dati e informazioni aggiuntive rispetto a quanto già noto.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>51 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	51 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	51 di 130								

9.1.1.3 CALCARI A RUDISTE E ORBITOLINE

La presente unità (**RDO**) affiora diffusamente nei settori centro-meridionali della zona di studio, lungo la parte bassa del rilievo di Monte Longano, e in lembi di minor estensione nella parte centrale dell'area di intervento, in corrispondenza dei rilievi carbonatici immediatamente ad Ovest di Valle di Maddaloni.

Vasti affioramenti sono presenti nelle cave che bordano il fianco meridionale della dorsale di Monte Longano.

Si tratta di una successione costituita prevalentemente da calcareniti di colore grigio chiaro e biancastro, in strati generalmente medi, con frequenti resti fossiliferi; si rinvengono diffuse intercalazioni lenticolari di calcilutiti policrome e calciruditi di colore grigio; in tutta la successione sono presenti diffuse cavità carsiche e locali *hardground* bioperforati; a luoghi, in prossimità dei principali elementi tettonici, si rinvengono fasce tettonizzate costituite da breccie calcaree, immerse in matrice sabbioso-limoso giallastra o parzialmente ricementate.



Foto 1 – Vista della cava TIXON in località Calvarino (ENE di Maddaloni); parte alta della successione dei Calcari a rudiste e orbitoline



Foto 2 – Parte bassa della cava TIXON

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>52 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	52 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	52 di 130								



Foto 3 – Vista dall'interno della cava (Calcari a rudiste e orbitoline).



Foto 4 – Presenza di piccole cavità carsiche nella formazione dei Calcari a rudiste e orbitoline.

9.1.1.4 CALCARI A RADIOLITIDI

La formazione **RDT** si rinviene estesamente nei settori centro-meridionali dell'area di studio, in corrispondenza della dorsale carbonatica di Monte Longano e lungo il margine Sud-orientale del rilievo di Monte Calvi, a Sud di Valle di Maddaloni. Poggiano in contatto stratigrafico concordante sui Calcari a rudiste e orbitoline e passano verso l'alto a unità non affioranti nell'area.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>53 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	53 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	53 di 130								



Foto 5 – Affioramento dei Calcari a radiolitidi in località Verdoni, nei settori centrali del rilievo carbonatico di Monte Longano.

Tale successione è formata da calcilutiti bioclastiche di colore nocciola e avana in strati da medi a spessi, talora laminati, con frequenti milioliti, *bouquet* a radiolitidi e diffuse intercalazioni loferitiche; si alternano ripetuti crostoni dolomitici bianchi e grigi, talora arrossati e/o pseudo-brecciati, e livelli di calcareniti e calcisiltiti sottilmente laminate; a luoghi si rinvengono passaggi di calcareniti biomicritiche e sparitiche di colore grigio, in strati generalmente medi, con diffusi foraminiferi bentonici; nella parte bassa della successione sono presenti calcari a rudiste, gasteropodi e coralli, mentre nella parte alta della sequenza si intercalano passaggi di calciruditi a radiolitidi in strati generalmente lenticolari.

9.1.2 UNITÀ DEL SANNIO

Nei settori di intervento, e in particolare lungo la piana intramontana della Valle di Maddaloni, l'Unità del Sannio risulta spesso ricoperta dai depositi quaternari, alluvionali, fluvio-lacustri, vulcanici e detritico-colluviali. Affioramenti sono segnalati nei settori collinari di Bagnoli in corrispondenza delle località Cassano e Torre Gaia, a SE del centro abitato di Dugenta.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>54 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	54 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	54 di 130								

9.1.2.1 ARGILLE VARICOLORI

Nella zona cartografata per il presente studio le Argille Varicolori non sono mai affioranti. Sono invece state intercettate in profondità con i sondaggi nella zona di Monte Aglio, al di sotto dei calcari (per sovrascorrimento), e nel settore della Piana dell'Isclero al di sotto della copertura quaternaria (depositi vulcanici, alluvionali e fluvio-lacustri). Una descrizione dei caratteri litologici e strutturali di questa formazione ricavabile da osservazioni dirette non è pertanto possibile. Si tratta comunque di una formazione geologica ben nota in tutto il settore appenninico meridionale, per cui i dati di sondaggio possono essere utilizzati per ricostruire i caratteri d'insieme della formazione. Questi sono legati alle particolari condizioni di messa in posto e alle vicissitudini tettoniche subite (faglie, pieghe, colamenti sinsedimentari) che hanno complicato e scompaginato l'assetto originariamente stratificato. Questa formazione è ben nota infatti per la sua struttura disordinata, fino a caotica, dovuta proprio alle particolari condizioni di messa in posto (formazioni alloctone, rimaneggiate e rielaborate per colamenti sinsedimentari, frane sottomarine, olistostromi, ecc.). In alcune parti, soprattutto in quelle coinvolte in tempi più o meno recenti da fenomeni franosi (spesso da movimenti antichi di cui non resta più alcun indizio morfologico), non è più riconoscibile quindi alcuna traccia della struttura originaria.

Le caratteristiche strutturali di questa formazione sono quindi quelle tipiche delle formazioni note in letteratura con il termine "strutturalmente complesse".

Dal punto di vista meccanico si tratta nel complesso di terreni più o meno coesivi, litologicamente e meccanicamente disomogenei, per i quali risulta spesso difficile valutare le caratteristiche fisico-meccaniche d'insieme. Queste dipendono infatti, oltre che dalla frequenza e dallo spessore delle intercalazioni lapidee (rispetto al materiale argilloso), in misura essenziale dalle caratteristiche meccaniche della parte argillosa e dal "grado di disturbo" subito in precedenza dalla massa.

La presenza di intercalazioni lapidee è in genere subordinata, tale da non influire in misura significativa sulle caratteristiche meccaniche del complesso, che sono quindi determinate essenzialmente dai termini argillitici. Anche a proposito di questi ultimi si tratta in ogni caso di terreni non assimilabili ad un mezzo continuo e omogeneo, ma nei quali gli elementi strutturali, originari o acquisiti (stratificazione; suddivisione in scaglie appiattite, dure, lucenti; superfici di taglio, giunti e fratture), influiscono in misura essenziale sulle caratteristiche meccaniche dell'insieme ("Formazioni strutturalmente complesse").

La struttura d'insieme che ne è derivata varia quindi spesso sensibilmente in rapporto sia alle dimensioni del volume esaminato sia alla zona di affioramento.

Alla scala del decimetro, le argilliti presentano sempre struttura a scaglie appiattite delimitate da superfici lucenti, di dimensioni variabili da qualche mm a qualche cm.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>55 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	55 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	55 di 130								

Alla scala del metro si nota spesso una più o meno ordinata disposizione delle parti costituenti, con isorientazione delle scaglie nella frazione argillitica e relativa continuità negli strati lapidei intercalati.

Gli orizzonti lapidei, di spessore compreso tra qualche cm e qualche dm, appaiono sempre attraversati da fratture ravvicinate, prevalentemente disposte in senso perpendicolare alla stratificazione, che suddividono la roccia in poliedri di dimensioni dell'ordine del decimetro. Gli strati sono spesso variamente disarticolati e si presentano in genere sotto forma di frammenti spigolosi di varie dimensioni più o meno ravvicinati, inglobati in una matrice costituita da un impasto di minute scagliette di argilliti.

Alla scala della decina di metri l'ordine strutturale spesso si riduce sensibilmente, anche tra punti a piccola distanza, per effetto di numerose pieghe a stretto raggio, fino ad assumere la struttura d'assieme disordinata, fino a caotica, precedentemente menzionata.

Nei sondaggi eseguiti prevale nettamente la componente a grana fina (argille limose e limi argillosi), nella quale è sempre evidente la tipica struttura a scaglie. Sono sempre inglobati frammenti di elementi lapidei (calcari, calcari marnosi e arenarie) inglobati in maniera disordinata nell'ammasso argilloso (anche per il disturbo provocato dalla perforazione). Le intercalazioni lapidee a volte si presentano in strati di spessore decimetrico e pluridecimetrico, ma in percentuale sempre subordinata rispetto alla componente coesiva. Solo in rari casi i sondaggi hanno attraversato strati di spessore significativo (dell'ordine o superiore al metro, fino a 4-5 m) di materiale lapideo (ad es. tra 27.1 e 28.2 m nel sondaggio P21, tra 41.7 e 46 m nel sondaggio P26).



Foto 6 – Argille varicolori tipiche in carotaggio, prevalenza argillitica con intercalazione arenacea.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>56 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	56 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	56 di 130								



Foto 7 – Argille varicolori tipiche in carotaggio, olistolite calcareo nelle argilliti.

9.1.3 UNITÀ SIN-OROGENE

A scala regionale, tali terreni poggiano in discordanza su termini non affioranti nell'area e risultano in contatto tettonico con i termini argilloso-marnosi dell'Unità del Sannio. Nei settori d'intervento, tale unità risulta generalmente ricoperta da spessi depositi quaternari di genesi alluvionale, fluvio-lacustre, vulcanoclastica e detritico-colluviale.

9.1.3.1 ARENARIE DI CAIAZZO

La formazione di Caiazzo (**AIZ**) non è mai presente in affioramento nell'ambito dell'area cartografata, ma viene segnalata nell'ambito della Valle di Maddaloni in un affioramento localizzato tra Bagnoli e Capitone, in contatto tettonico (per sovrascorrimento) con le Argille Varicolori. La presenza delle arenarie in questo settore è confermata da alcuni sondaggi eseguiti nella zona di Dugenta, nell'area di fondovalle del Torrente San Giorgio (S5_2016, PE-S32-36, PE-S31) al di sotto delle coperture alluvionali e vulcaniche.

Non si è in grado tuttavia, con soli questi sondaggi, di delineare con adeguato dettaglio i rapporti con le Argille Varicolori, che sono sicuramente di tipo tettonico, ma senza tuttavia comprendere la geometria

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>57 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	57 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	57 di 130								

dei rapporti e la tipologia (sovrascorrimento o faglia). Nel PE-S31 le arenarie compaiono comunque al di sotto delle argille varicolori.

In questi sondaggi le arenarie si presentano in strati medio-spessi, cementati, con sottili intercalazioni di arenarie fini e siltiti poco cementate. Sono state prelevate in spezzoni litoidi poco resistenti e per tale motivo fratturati meccanicamente dalla perforazione.

9.1.4 DEPOSITI FLUVIO LACUSTRI E VULCANICI

Secondo la suddivisione della geologia regionale prima descritta, i litotipi in questione sono costituiti da tre unità quaternarie ampiamente affioranti in tutta l'area di intervento e, in particolare, in corrispondenza della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica sulle diverse successioni marine del substrato e sono ricoperti da depositi quaternari di origine alluvionale e detritico-colluviale.

Si tratta in particolare dell'Unità di Maddaloni (MDL), del Tufo Grigio Campano (TGC) e dell'Unità Casalnuovo-Casoria (CCU). Le indagini eseguite nel sottosuolo hanno tuttavia individuato, solo nel sottosuolo del Torrente San Giorgio, una serie di sedimenti sabbioso-argillosi posti direttamente al di sopra della Arenarie di Caiazzo e alla base dei terreni attribuiti all'Unità di Maddaloni.

Il riferimento ufficiale della geologia regionale della zona è quello del CARG, ma questa carta si basa essenzialmente sulle formazioni in affioramento mentre i dati di sottosuolo riportati nelle Note illustrative sono molto scarsi. Non essendoci riferimenti a unità assimilabili ai terreni qui individuati, si è preferito in questa sede attribuire questi terreni ad una formazione genericamente definita del Quaternario antico a composizione sabbioso-argillosa (sigla Qsa).

9.1.4.1 FORMAZIONE SABBIOSO-ARGILLOSA DEL QUATERNARIO ANTICO (QSA)

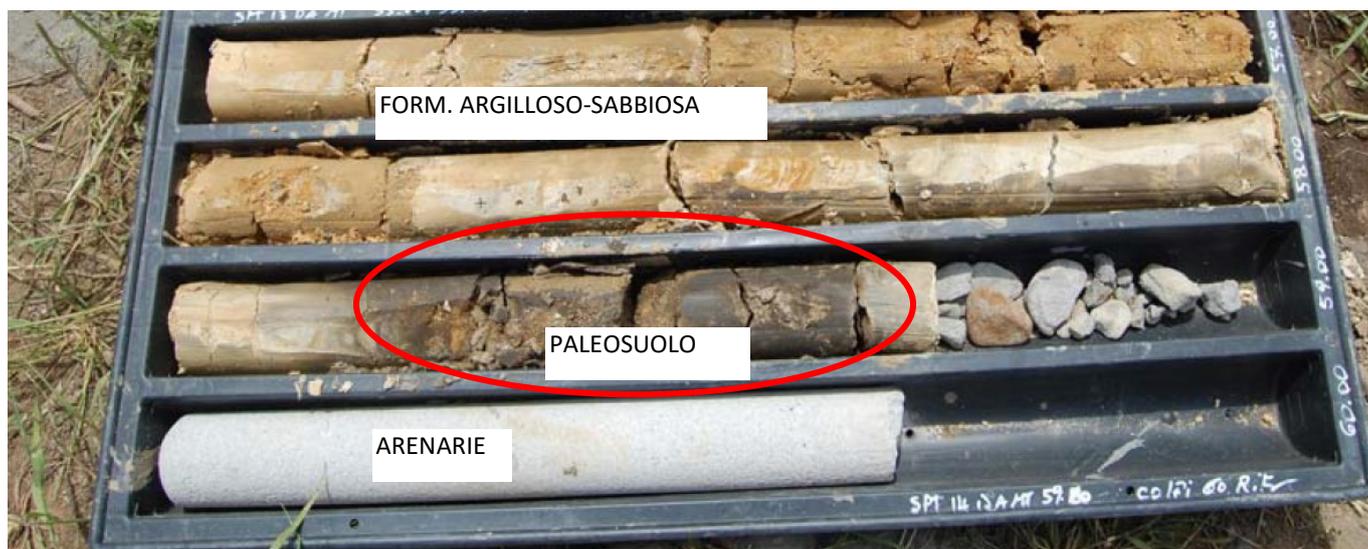
Nel sottosuolo del Torrente San Giorgio è stata attraversata, al di sotto della copertura piroclastica e fluvio-lacustre dell'Unità di Maddaloni, una formazione costituita da sedimenti limo-argilloso-sabbiosi, a struttura fittamente stratificata, con livelli di colorazione variabile da grigio, ad avana a giallastro-arancione, con bande nerastre legate alla presenza di materiale organico.

Questi terreni sono presenti solo nel sottosuolo profondo del torrente San Giorgio e non sono mai stati attraversati negli altri sondaggi.

Nei sondaggi profondi S5/2016, PE-S32 e 36 questi terreni sono stati completamente attraversati fino a raggiungere le arenarie della Formazione di Caiazzo. Nel sondaggio PE-S32 si nota chiaramente la

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>58 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	58 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	58 di 130								

presenza di uno strato di paleosuolo tra le arenarie e la soprastante formazione argilloso-sabbiosa di colore variegato. Tale circostanza induce a far attribuire i sedimenti argilloso-sabbiosi ad una fase di sedimentazione (verosimilmente continentale fluvio-lacustre) successiva all'emersione del substrato arenaceo; si tratta quindi di un deposito di età quaternaria antica che va posta prima dell'Unità di Maddaloni.



Sondaggio PE-S32 - Cassetta C12

Foto 8 – Passaggio dalle Arenarie di Caiazzo alla formazione sabbioso-argillosa.

9.1.4.2 UNITÀ DI MADDALONI

L'unità in esame non affiora direttamente nell'area di studio, ma si rinviene diffusamente in tutto il settore di intervento al di sotto dei depositi vulcanici del Tufo Grigio Campano. Si tratta di un'unità attribuibile al periodo Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore. L'unità poggia in contatto stratigrafico discordante sulle unità del substrato (calcari o Argille Varicolori) e rappresenta il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche.

Rispetto allo studio del Progetto Definitivo è stata effettuata una revisione critica delle stratigrafie dei precedenti sondaggi alla luce dei risultati delle indagini eseguite per il progetto esecutivo. Questi ultimi sondaggi sono stati seguiti dagli scriventi che hanno avuto la possibilità di esaminare direttamente le carote dei sondaggi, ricavando una interpretazione che, sia pur congruente negli aspetti generali con quella del progetto definitivo, ha portato a qualche modifica dell'attribuzione dei terreni attraversati dai sondaggi in profondità e di conseguenza all'interpolazione tra sondaggi per la costruzione del profilo geologico.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>59 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	59 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	59 di 130								

Dall'analisi delle carote dei sondaggi (e dalla descrizione stratigrafica dei precedenti sondaggi) è possibile individuare depositi che variano da un ambiente di sedimentazione lacustre o fluvio-lacustre (con scarsa o assente componente vulcanica rimaneggiata) fino a palustre (elevata componente organica), al piroclastico intensamente rimaneggiato e/o depositato in ambiente acquatico (epivulcaniti), al piroclastico per fenomeni di air-fall, ma con locali segni di rimaneggiamento. A luoghi, infine, sono presenti, a varie quote, paleosuoli brunastri a grana sabbioso-limosa e limoso-argilloso.

In particolare, è possibile individuare, per l'unità di Maddaloni, tre diverse sub-unità, distinte essenzialmente per le caratteristiche di messa in posto (descritte sempre dal basso verso l'alto):

- ✓ depositi fluvio-lacustri
- ✓ epi-vulcaniti
- ✓ piroclastiti cineritiche a grana molto fine

I **depositi fluvio-lacustri** sono rappresentati generalmente da classici sedimenti argilloso-limosi e limo-argillosi, con varia componente sabbiosa (presente anche in sottili intercalazioni); il colore varia da bruno-grigiastro, ad avana-nocciola a grigio-verdastro; la struttura è indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e brunastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

In alcuni sondaggi sono state attraversate anche litofacies formata da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; talora sono presenti passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; a luoghi si rinvencono livelli torbosi di colore nerastro e intercalazioni di limi argillosi grigi e marroni.

È inoltre presente una litofacies ghiaioso-sabbiosa composta da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa di colore grigio, nocciola e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro, a struttura indistinta, con frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

In linea generale, nell'ambito dell'unità fluvio lacustre si può distinguere, dal basso verso l'alto:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>60 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	60 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	60 di 130								

- un deposito fluvio-lacustre antico, a composizione prevalentemente ghiaioso-sabbiosa ma con intercalazioni, anche potenti, di limi argilloso-sabbiosi molto spesso presenti al tetto del deposito e a volte in continuità con i soprastanti depositi lacustri più recenti; tali depositi si contraddistinguono da quelli superiori dalla totale assenza di materiale vulcanico;
- un deposito fluvio-lacustre a grana prevalentemente fine (limo-argillosa) di colore scuro all'interno dei quali sono presenti sia resti organici, sia materiale di chiara natura vulcanica ma rimaneggiato.

Con il termine **epivulcaniti** sono stati compresi tutti i materiali di natura piroclastica (a granulometria sabbioso-limoso e cineritica), ma che presentano evidenti segni di rimaneggiamento, trasporto e risedimentazione oppure le tracce di deposito in ambiente acquatico. Nella gran parte dei casi si tratta di materiali che possono ancora essere classificati come depositi sedimentari, ma dove la componente di base è essenzialmente quella piroclastica, anche se, nella maggior parte dei casi, la struttura vulcanica è quasi del tutto obliterata. La granulometria può variare anche considerevolmente: prevale la granulometria fine o medio fine, ma sono spesso presenti livelli grossolani, per la presenza di scorie vulcaniche e pomici. Il colore è molto vario: dal bruno all'avana-giallastro o biancastro, grigio o grigio-nerastro. Nelle porzioni a grana più fine i caratteri possono diventare assai simili a quelli dei depositi fluvio-lacustri, il cui passaggio è spesso sfumato e spesso solo convenzionale. Alcuni livelli e lenti di sabbia e ghiaia poligenica (anche di natura calcarea) sono assai simili alle litofacies sabbioso-ghiaiose dei sedimenti fluvio-lacustri più antichi e rappresentano un chiaro segno di un ambiente tipico sedimentario, intercalato però da episodi con ricca componente vulcanica.

La parte superiore dell'Unità di Maddaloni è rappresentata invece da **piroclastiti** cineritiche a grana fine formata in genere da prodotti a grana limoso-argillosa ma con livelli di scorie e pomici (attribuibili a depositi di caduta) alternati a cineriti (prodotti di flusso). Il colore è generalmente bruno, bruno-grigiastro o avana scuro; sono frequenti segni di rimaneggiamento e livelli di paleosuoli spesso argillificati. Le porzioni più sabbiose e di colore grigiastro si confondono con le porzioni inferiori del tufo grigio campano (tipiche delle litofacies non cementate) che mostrano spesso segni di rimaneggiamento, presentandosi come delle sabbie di natura vulcanica, ma senza la struttura tipica dei prodotti piroclastici.

9.1.4.3 TUFO GRIGIO CAMPANO

Si tratta del tipico tufo presente diffusamente in tutta l'area di interesse e, in particolare, in corrispondenza delle depressioni morfologiche della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. Si tratta di depositi vulcanici di colata ignimbratica, costituiti da tre differenti litofacies: una a dominanza tufacea (a

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>61 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	61 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	61 di 130								

consistenza litoide, a sua volta distinguibile in due diverse sub-facies), una piroclastica a grana sabbioso-limosa e una piroclastico-cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche (depositi fluvio-lacustri o direttamente il substrato meso-cenozoico) e rappresentano il riempimento di paleo-depressioni morfologiche. Al tetto è localmente presente un paleosuolo marrone-brunastro a tessitura sabbioso-limosa (laddove il tufo arriva fino al piano di campagna) o è presente la sovrastante unità di Casalnuovo-Casauria. La successione mostra uno spessore massimo (accertato con i sondaggi nella Piana di Maddaloni) di circa 60 m ed è riferibile al Pleistocene superiore.

La parte superiore è spesso costituita dalla **litofacies tufacea (TGCI)**, rappresentata da un primo strato costituito dal tipico tufo di colore giallastro, avana e nocciola-giallastro, a struttura massiva, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche (“tufo giallo”). Lo spessore di questo tufo è molto variabile e arriva fino ad oltre 15 m nel sottosuolo della zona di Valle Maddaloni. nella porzione superficiale si presenta in genere alterato e friabile, mentre in profondità viene prelevato in carote anche molto lunghe, a indicazione di un grado di fratturazione relativamente basso.



Foto 9 – Carote di “tufo giallo” tipico attraversato con i sondaggi (PE-S24, Viadotto San Michele). Passaggio alla sottostante litofacies “sciolta” del TGC, dilavata dalla perforazione

La litofacies litoide continua in profondità, ma solo in alcuni siti, con un analogo tufo lapideo, ma di colore grigio o avana, ma dai caratteri diversi da quello del tipico “tufo giallo”. Si tratta di un diverso episodio di colata piroclastica che, oltre dal diverso colore, è contraddistinto da una maggiore presenza

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>62 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	62 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	62 di 130								

di scorie e pomici saldate e subordinati cristalli e litici lavici (“tufo granulare”); il tufo grigio o avana ha in genere un livello di cementazione relativamente inferiore rispetto al tufo giallo, soprattutto nella porzione inferiore. Nella zona della Valle dell’Isclero, di San Giorgio e del Rio Secco, questo tufo è direttamente affiorante sulle scarpate che delimitano le incisioni fluviali (in parte “rielaborate” dalle attività di cava). In questo caso le caratteristiche di resistenza sono analoghe a quelle del tufo giallo-

Poiché una delimitazione precisa tra i due tufi non è possibile (soprattutto in profondità), nella carta e nel profilo geologico tali tufi sono stati contraddistinti dalla stessa sigla.



Foto 10 – Tufi litoidi nella zona del Torrente Capitone (Viadotto San Michele)



Foto 11 – Affioramenti di tufo litoide avana nella zona del Torrente Capitone (Viadotto San Michele)



Foto 12 – Affioramenti di tufo litoide avana sulle scarpate in destra del Fiume Isclero



Foto 13 – Affioramenti di tufo litoide grigio sulle scarpate del T. San Giorgio (sponda sinistra dietro il ponte esistente)

Spostandosi verso la dorsale calcarea (su entrambi i lati) il “tufo giallo” si riduce di spessore fino a scomparire (insieme al sottostante tufo litoide grigio) e la formazione è costituita interamente dalle litofacies “sciolte” (vedi dopo). Tale circostanza conferma che il tufo litoide è andato a riempire

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>64 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	64 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	64 di 130								

precedenti depressioni e non è arrivato alle quote del versante calcareo che costituisce un “alto” morfologico.

Nella piana di Valle di Maddaloni (Vallone Votta e Valle dell’Isclero) lo strato di tufo litoide (giallo o grigio) è di spessore molto variabile, raggiunge i massimi spessori di oltre 15m nella zona del viadotto San Michele, ma si assottiglia fino a scomparire in molti tratti. Questa discontinuità laterale del tufo è legata a fattori deposizionali locali piuttosto che a successivi fenomeni erosivi.

La **litofacies piroclastica sabbiosa** o “sciolta” (**TGCs**) è composta prevalentemente da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso di colore prevalentemente grigio, subordinatamente marrone, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche (a volte molto abbondanti e concentrate in strati e lenti). Nelle parti più profonde si evidenzia un certo grado di rimaneggiamento e i sondaggi hanno prelevato il materiale come una “sabbia vulcanica” sciolta; non è da escludere che il materiale in sito (indisturbato) possieda ancora una struttura tipica vulcanica e che esistano quindi dei punti di saldatura tra i grani; questa saldatura è però di resistenza molto scarsa e quindi viene demolita dalla perforazione. In tale contesto si deve evidenziare che i “granuli” vulcanici non hanno le caratteristiche di forma compatta e isometrica tipiche dei grani dei sedimenti schietti di pari dimensioni granulometrica, ma sono di forma quanto mai articolata e a superfici scabre. Nelle porzioni prive di cementazione, la forma e la scabrezza dei grani favoriscono perciò la formazione di legami meccanici per indentazione e per “agganciamento” reciproci, simulando talvolta legami di tipo coesivo. Si tratta però di legami fragili che possono essere facilmente distrutti da azioni meccaniche (come appunto quelle provocate dalle perforazioni), ma che per contro possono permettere la stabilità di fronti di scavo molto inclinati o sub-verticali per altezze anche considerevoli.

Viene inoltre distinta, in alcuni sondaggi, una **litofacies piroclastica-cineritica (TGCc)**, formata da ceneri a grana molto fine (equivalenti a limi o inferiore), con incluse piccole scorie e pomicette; il colore è generalmente grigio-brunastro o marrone. Il materiale cineritico è spesso affetto da un certo grado di argillificazione, assumendo l’aspetto di un “tufo terroso” omogeneo. Questa litofacies è presente a varie quote, a volte al di sopra della litofacies tufacea (e quindi a poca profondità dal piano di campagna) a volte a maggiore profondità, al di sotto o intercalato alle piroclastiti sabbiose; non si tratta quindi di un materiale legato ad un particolare episodio vulcanico, databile rispetto alla colata principale del tipico tufo campano, ma piuttosto ad una distinzione di tipo tecnico del materiale vulcanico.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>65 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	65 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	65 di 130								

9.1.4.4 UNITÀ DI CASALNUOVO-CASORIA

La formazione (**CCU**) affiora abbastanza diffusamente nei settori meridionali e centro-settentrionali dell'area di studio, soprattutto in prossimità del centro abitato di Maddaloni e nella porzione centrale della piana intramontana tra Valle di Maddaloni e Dugenta. Nello specifico si tratta di depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofacies a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 5 m ed è ascrivibile all'intervallo Pleistocene superiore tardo - Olocene.

Dal punto di vista litologico, tale unità è composta da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminate, con abbondanti pomici di dimensioni centimetriche.

Nel profilo geologico è stata segnata solo laddove riconoscibile e cartografabile (spessori di almeno 1-2 metri); altre volte è difficilmente distinguibile dalla litofacies piroclastica-cineritica.



Foto 14 – Affioramento dell'Unità di Casalnuovo-Casoria in corrispondenza della S.S. Fondo Valle Isclero, a Sud di località Masseria Viscardi.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>66 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	66 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	66 di 130								

9.1.5 DEPOSITI CONTINENTALI

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.

I depositi eluviali-colluviali dei versanti del Monte Aglio (posti a quote inferiori ai detriti di versante calcareo) sono stati descritti insieme alle piroclastiti di ricaduta sui versanti poiché questi due terreni si ritrovano spesso misti e interdigitati e sono spesso di difficile distinzione (per quanto riconoscibile dai sondaggi)

9.1.5.1 DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI MISTI A PIROCLASTITI DI RICADUTA SUI VERSANTI

Queste piroclastiti sono localizzate in genere sui versanti carbonatici, ma è difficile stabilire se si tratti di eventi vulcanici precedenti, coevi o successivi al tufo grigio campano.

Le caratteristiche sono analoghe alle piroclastiti superficiali della zona della piana di Maddaloni, ma i sondaggi non riescono a far comprendere i rapporti giacaturali tra le due formazioni, che potrebbero anche interdigitarsi tra loro (in questo caso rappresenterebbero i prodotti di eventi coevi).

Si tratta di depositi a granulometria limo-sabbiosa e sabbioso-limoso, contenente lapilli, piccole scorie, ma anche a luoghi frammenti calcarei provenienti dai versanti soprastanti.

Questi depositi affiorano estesamente nei settori centrale della zona di intervento, alla base dei rilievi carbonatici di Monte Longano, Monte Castello e Monte Calvi. Nello specifico, si tratta di depositi continentali di versante e di falda detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, ma con frequenti passaggi laterali verso litotipi a grana medio-fine. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai Depositi di origine mista e alle Coltri eluvio-colluviali. La successione presenta uno spessore massimo non determinabile ed è riferibile al periodo Pleistocene medio - Olocene.

Sono stati attraversati, per spessori di 5-6m, nei sondaggi che hanno indagato le aree di imbocco della galleria Monte Aglio.

9.1.5.2 DEPOSITI DI ORIGINE MISTA

Con tale denominazione si classificano i terreni detritici presenti localmente alla base dei rilievi carbonatici che bordano la Valle di Maddaloni, in corrispondenza dello sbocco dei canali in roccia all'interno dei settori di piana alluvionale. Si tratta di depositi continentali di versante, conoide alluvionale

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>67 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	67 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	67 di 130								

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 non determinabile e sono ascrivibili al Pleistocene superiore – Olocene.

Dal punto di vista sedimentologico, si tratta quindi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, giallastro e bruno-rossastro, generalmente abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone e giallastro, a struttura indistinta o debolmente stratificata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

9.1.5.3 DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI

Tali depositi affiorano nei settori meridionali e settentrionali dell'area di studio, in corrispondenza della conoide alluvionale ad Est di Maddaloni e lungo il fondovalle del Torrente Isclero e dei suoi affluenti maggiori. In generale, si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile. Questi depositi sono stati attraversati con i sondaggi ubicati nelle aree di fondovalle del torrente Isclero, San Giorgio e Torrente Capitone, che hanno permesso di individuare tre differenti litofacies rispettivamente a dominante ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche, e in particolare sui terreni vulcanoclastici del Tufo Grigio Campano e dell'Unità di Casalnuovo-Casoria. Risulta difficile distinguere sempre le alluvioni recenti da quelle molto recenti o attuali (ovviamente i depositi presenti lungo l'alveo attuale sono legati ad eventi alluvionali attuali, ma è difficile estrapolarne l'andamento in profondità). La successione in esame presenta uno spessore massimo di circa 12 m ed è riferibile all'Olocene.

La litofacies a dominante pelitica è molto rara e concentrata in sottili livelli e lenti; non si può escludere che in altri settori, non indagati, essa sia più abbondante. È costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e bruno-rossastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

La litofacies sabbioso-limosa, invece, è formata da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>68 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	68 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	68 di 130								

argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore bruno-rossastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

Infine, la litofacies ghiaioso-sabbiosa, è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio-nerastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio, grigio-nerastro e giallastro, a struttura indistinta, con locali inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

9.1.5.4 COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI

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 eteropiche ai Depositi di versante e ai Depositi di origine mista. I presenti terreni mostrano uno spessore massimo non determinabile e sono interamente riferibili all'Olocene.



Foto 15 – Affioramento delle Coltri eluvio-colluviali lungo Via Boscocupo, a SE del centro abitato di Dugenta, in appoggio sui termini litologici del Tufo Grigio Campano.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>69 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	69 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	69 di 130								

Sono formati da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e bruno-rossastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

9.2 ASSETTO STRUTTURALE

Nel contesto geologico-strutturale regionale descritto nei capitoli precedenti, l'area di studio è caratterizzata da un assetto piuttosto regolare ed omogeneo, connesso essenzialmente con la tettonica compressiva, trascorrente ed estensionale che ha interessato questo settore della Catena Appenninica a partire dal Miocene. 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 distinguono, pur essendo associate e in combinazione tra loro, strutture compressive e distensive.

La zona in esame è caratterizzata infatti dalla presenza di numerosi ed importanti sovrascorrimenti tettonici, responsabili della strutturazione della Catena Appenninica meridionale. Questi elementi determinano il contatto tra i differenti settori di catena e portano, molto spesso, alla sovrapposizione delle varie unità stratigrafico-strutturali affioranti nell'area.

Il rilievo di Monte Aglio, Monte Longo e Monte Airola è interessato inoltre da numerose strutture distensive, che dislocano i termini carbonatici formando un sistema a gradinata ribassato verso il margine meridionale e Nord-occidentale della dorsale.

Le strutture distensive interessano buona parte dei termini litologici del substrato e, localmente, i termini vulcanoclastici che colmano le depressioni morfostrutturali della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. 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.

Di particolare interesse per gli aspetti progettuali è il *thrust* (sovrascorrimento) di Monte Aglio, lungo il margine meridionale della Valle di Maddaloni. Si tratta di un sovrascorrimento a medio e basso angolo, ad andamento circa NE-SW e vergenza Nord-occidentale, che determina la sovrapposizione dei termini carbonatici dell'Unità dei Monti Lattari-Picenti-Alburni sui depositi prevalentemente pelitici dell'Unità tettonica del Sannio (Argille Varicolori). Tale elemento presenta un andamento fortemente arcuato e, in

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>70 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	70 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	70 di 130								

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, nell'ordine di alcune decine di metri, e risulta dislocato da numerose faglie dirette e inverse ad alto angolo, ad andamento NE-SW, NW-SE e E-W.

Questo sovrascorrimento è stato ricostruito con i sondaggi PE-S02 e PE-S07 recenti e inoltre dal precedente sondaggio S2 (fuori asse) sul fianco settentrionale della dorsale di Monte Aglio (lato Dugenta). Trattandosi di soli tre sondaggi molto distanti tra loro, la ricostruzione è ovviamente affetta da un certo grado di aleatorietà. L'affidabilità della ricostruzione è relativamente migliorata dai risultati della prospezione geoelettrica che, insieme ai sondaggi, hanno consentito di individuare una superficie di scorrimento a basso angolo (20-30° sull'orizzontale). La stessa prospezione geoelettrica ha permesso di individuare alcuni allineamenti tettonici (indicati da fasce di resistività anomala, generalmente più bassa da quella tipica di ammassi calcarei). Tali fasce molto inclinate sono state associate alla tettonica distensiva secondo lo schema tettonico discusso nella parte generale. Tale sistema di faglie dirette avrebbero provocato il ribassamento di settori esterni della dorsale. Pur non potendo conoscere l'entità di questo rigetto, nel profilo geologico si è ipotizzato che il sovrascorrimento individuato con i sondaggi sia in effetti incluso in una zolla ribassata; nella zona più interna della dorsale, quindi a tergo del disturbo tettonico, lo stesso sovrascorrimento può trovarsi a quote più elevate, quindi fino ad interessare due volte (a seconda dell'entità del rigetto) la galleria di progetto.

La presenza di questo ribassamento della zolla sovrascorsa è ipotizzabile anche nel settore nord-occidentale, nella zona dell'acquedotto (dove è prevista la finestra nord della galleria). In questo caso l'ipotesi è suffragata da considerazioni geometriche. Con l'inclinazione ipotizzata per il sovrascorrimento, intercettato in profondità nel sondaggio PE-S07, il sondaggio PE-S06 avrebbe dovuto intercettare le argille varicolori, mentre sono stati carotati solo calcari, in realtà completamente frantumati (a conferma quindi della presenza di una zona di forte disturbo tettonico).

Anche sul settore opposto della dorsale (verso la Piana Campana, lato Maddaloni) è stato accertato un contatto tettonico sepolto tra i calcari e le Argille Varicolori. Anche in questo caso il sondaggio PNI51G06 (eseguito nelle precedenti fasi progettuali) ha attraversato i calcari al di sopra delle argille varicolori, indicando quindi anche qui un sovrascorrimento o una faglia inversa. Per ricostruire l'andamento del contatto sono stati eseguiti altri due sondaggi; uno a monte e inclinato verso la dorsale (PE-S05) e uno a valle (PE-S14). Purtroppo, questi sondaggi non hanno intercettato il contatto tettonico: il sondaggio PE-S05 ha attraversato interamente i calcari mentre il PE-S14 solo le argille varicolori. Le

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>71 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	71 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	71 di 130								

prospezioni geofisiche hanno fornito indicazioni di un contatto tettonico molto inclinato, ma senza permettere di ricostruire con il dettaglio sperato l'effettivo andamento di questo contatto tettonico.

Sulla base dei dati disponibili e ragionando su basi geologiche, si è ipotizzato che questo contatto possa rappresentare un allineamento transpressivo che delimita lateralmente la grossa zolla calcarea sovrascorsa verso nord e nord-ovest.

Altre strutture tettoniche sono state sicuramente intercettate nel sottosuolo con i sondaggi, ma risulta difficile una ricostruzione dettagliata della geometria di questi allineamenti.

Una dislocazione tettonica dovrebbe interessare il sottosuolo dell'abitato di Valle di Maddaloni, nella zona della spalla del Viadotto omonimo, dove i sondaggi PE-S18 e P12 hanno intercettato i calcari a profondità relativamente bassa, non incontrati invece nei sondaggi posti lungo le altre pile del viadotto. Potrebbe tuttavia trattarsi anche di un solo motivo morfologico, cioè di un alto morfologico legato al fatto che il tracciato si avvicina affiancandosi al versante calcareo sui cui sorge la parte alta dell'abitato. Si tratterebbe in questo caso dell'originaria scarpata sepolta a forte inclinazione. La presenza tuttavia di una dislocazione che avrebbe favorito la formazione della scarpata e quindi della depressione della piana successivamente colmata da depositi fluvio-lacustri e vulcanici, appare ancora un'ipotesi plausibile. Analoga combinazione di fattori erosivi e tettonici avrebbe favorito il potente accumulo di depositi fluvio lacustri nella zona del Rio Secco, che raggiungono spessori di 70m.

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 e la Valle di Maddaloni, 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.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>72 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	72 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	72 di 130								

10 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE LOCALI

L'area di studio, in relazione alla complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico e strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo. 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.

10.1 ELEMENTI IDROGRAFICI

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.

Gli elementi idrografici sono regolati essenzialmente dalla dorsale montuosa di Durazzano che separa nettamente la piana di Maddaloni (Piana Campana) a sud dalla Valle di Maddaloni a nord. I corsi d'acqua della Valle di Maddaloni ricadono nel bacino idrografico del Fiume Volturno, mentre quelli situati all'interno della Piana Campana drenano all'interno dei Regi Lagni.

Nella Piana di Maddaloni manca o è solo poco accennato un vero e proprio reticolo idrografico, mentre il settore a nord della dorsale 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.

Domina senza dubbio (in termini di continuità) l'allineamento della Valle Maddaloni (regolato senza dubbio da motivi tettonici), ad andamento SW-NE, che si origina dalla stretta sella compresa tra la dorsale di Durazzano e Monte San Michele e prosegue verso NE con la denominazione di Vallone Votta e poi di Vallone Capitone, fino a confluire nel Torrente Isclero. Nel vallone Votta-Capitone confluiscono da Est numerose incisioni che solcano il versante montuoso; il principale di queste incisioni è il Vallone Rio Secco (con il bacino idrografico più sviluppato) quindi il Valle Boschina, il Valle Pietra Rossa e altre tre corte incisioni torrentizie. Il Torrente Isclero è il corso d'acqua principale della Valle di Maddaloni e con un andamento essenzialmente E-W raccoglie da sinistra il Vallone Capitone e prosegue verso il Volturno, dove confluisce tre km circa a Ovest del tracciato. All'incirca parallelo al Torrente Isclero è il Torrente San Giorgio che attraversa l'abitato di Dugenta e confluisce anch'esso nel Volturno.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>73 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	73 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	73 di 130								

10.2 ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI

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 e la Valle di Maddaloni, sono invece 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.

Infine 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, tagliano 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.

10.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI

Nell'attuale contesto morfo-climatico, i fenomeni gravitativi rappresentano un fattore morfoevolutivo di secondaria importanza, in quanto poco influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione geomorfologica del territorio.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>74 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	74 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	74 di 130								

Non sono stati rilevati, infatti, fenomeni franosi attivi alla scala di interesse progettuale. Modesti fenomeni gravitativi, perlopiù legati al crollo di roccia, si rinvennero unicamente in corrispondenza dei versanti carbonatici che bordano la Piana Campana e la Valle di Maddaloni.

Nei settori di affioramento delle successioni calcaree, infatti, possono verificarsi le condizioni per il crollo di roccia (frammenti e blocchi) in particolare lungo le scarpate di degradazione, impostate generalmente in corrispondenza di allineamenti morfostrutturali di una certa rilevanza quali faglie, fratture e piani di strato. Si tratta di fenomeni di modesta entità e che hanno influenze strettamente locali, trattandosi di fenomeni che interessano aree di propagazione relativamente ristrette. Alcuni di questi fenomeni sono concentrati nelle numerose aree di cava presenti ai piedi dei rilievi calcarei nei pressi di Maddaloni, dove la forte acclività delle scarpate artificiali (soprattutto nel caso delle cave più antiche e abbandonate) possono aumentare il rischio di instabilità. Una trattazione particolare per la cava Tixon, interessata dall'imbocco della finestra sud della galleria Monte Aglio, è riportata nello Studio di Compatibilità Idrogeologica, trattandosi di area perimetra P4 dalla ex Autorità di Bacino Campania Centrale.

Alla base dei rilievi carbonatici più acclivi ed estesi sono, inoltre, diffuse coltri detritiche provenienti dall'alterazione e dallo smantellamento dei litotipi calcareo-dolomitici. Si tratta di falde detritiche perlopiù antiche e stabilizzate dalla vegetazione. Non si osservano segni di instabilità recente o attiva di queste fasce detritiche né si osservano fenomeni di trasporto solido recente.

In corrispondenza dei versanti che bordano i rilievi di carbonatici, infine, sono presenti diffusi canali in roccia con caratteristica forma a V e andamento pressoché rettilineo. Questi elementi sono il recapito naturale delle acque piovane lungo i pendii e, pertanto, possono essere associati a trasporto solido se non a veri e propri fenomeni di colata detritica. Allo stato attuale i suddetti canali e 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.

La formazione delle Argille Varicolori, che notoriamente ha una spiccata predisposizione alla franosità, non si trova mai in condizioni di affioramento e quindi vengono a mancare le principali cause predisponenti alla formazione di instabilità di versante (esposizione diretta agli agenti atmosferici, variazioni del contenuto d'acqua, forme erosive). La presenza di una estesa copertura detritica disposta su pendenze relativamente blande funge probabilmente da copertura protettiva. Entrambi i versanti della dorsale di Durazzano dove è presente in profondità la formazione delle Argille Varicolori non mostrano segni evidenti e riconoscibili di movimenti franosi recenti o attivi. Non è da escludere che movimenti di massa siano avvenuti nei periodi più antichi, anche prima della formazione della copertura detritica e vulcanica.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>75 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	75 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	75 di 130								

10.4 FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

Nell'intera area esaminata, le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, come il T. San Giorgio e il T. Isclero. In corrispondenza di tali elementi, infatti, i meccanismi deposizionali risultano preponderanti sugli altri processi geomorfologici e, pertanto, conferiscono a tutto il territorio una morfologia blandamente ondulata e leggermente degradante verso NW.

I depositi alluvionali si distribuiscono su superfici sub-pianeggianti generalmente poco estese, strutturate su diversi ordini di terrazzi posti a differenti quote sui fondovalle attuali. Tali terreni presentano una granulometria generalmente sabbioso-limosa, anche se mostrano al loro interno vistose variazioni sedimentologiche dovute alle frequenti intercalazioni ghiaiose e argilloso-limose.

Lungo il margine meridionale di Monte Airola, i processi deposizionali legati al trasporto solido lungo le incisioni ha determinato la formazione di alcune conoidi alluvionale (oggi quiescenti), che ricoprono parzialmente i depositi piroclastici dell'Unità di Casalnuovo-Casoria e del Tufo Grigio Campano. Una di queste conoidi antiche è attraversata dal tracciato nei pressi del Cimitero di Maddaloni.

All'interno della Valle di Maddaloni, i depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua dell'area risultano generalmente incassati all'interno del Tufo Grigio Campano, che rappresenta a sua volta un terrazzo strutturale. Infine, in corrispondenza dello sbocco delle principali aste torrentizie nel fondovalle del T. Isclero si rinvengono diffuse conoidi di origine mista, attualmente quiescenti, dovute sia al deflusso delle acque correnti superficiali che a fenomeni di *debris flow*.

Lungo buona parte dei corsi d'acqua dell'area si rinvengono 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.

Lungo i versanti e in corrispondenza delle parti alte dei bacini imbriferi, si rinvengono inoltre diffusi fenomeni erosivi sia areali che lineari, connessi al deflusso non regimato delle acque correnti superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecicole a V o a fondo concavo, particolarmente evidenti sia nei settori di affioramento dei terreni eluvio-colluviali che in corrispondenza dei versanti carbonatici che bordano la Valle di Maddaloni e la Piana Campana.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>76 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	76 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	76 di 130								

10.5 FORME POLIGENICHE

L'intero settore di studio è caratterizzato dalla presenza di diversi fattori morfogenetici, che interessano i terreni affioranti con intensità e caratteristiche differenti, spesso sovrapponendosi e combinandosi in vario modo tra loro. Ad essi va aggiunto, inoltre, l'importante ruolo svolto dalle caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche dei litotipi affioranti, nonché dagli elementi strutturali e tettonici localmente presenti.

Da questo complesso quadro geomorfologico derivano, quindi, una serie di forme poligeniche originate dalla sovrapposizione dei differenti fattori morfogenetici agenti sul territorio. Tali elementi sono rappresentati, fondamentalmente, da scarpate morfologiche di origine strutturale, attualmente in evoluzione per fenomeni di dilavamento, alterazione ed erosione. Spesso, inoltre, i suddetti elementi risultano ulteriormente rielaborati dall'attività antropica, che tende a riprendere e riadattare le forme geomorfologiche più importanti già presenti sul territorio.

10.6 FORME ANTROPICHE E MANUFATTI

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai numerosi manufatti realizzati in corrispondenza delle maggiori zone urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete. Ad essi si aggiungono importanti attività estrattive per il reperimento di inerti e materiali da costruzione, quali rocce calcaree, ghiaie fluviali e prodotti piroclastici sia sciolti che litoidi. Le cave presenti nell'area sono in gran parte inattive e risultano particolarmente diffuse sia alla base dei rilievi carbonatici che in corrispondenza delle zone di piana alluvionale.

Nei settori più antropizzati si rinvengono, inoltre, estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continentali e vulcanoclastici. La maggior parte delle zone di riporto corrisponde, ovviamente, ai rilevati delle principali infrastrutture a rete ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree urbane più importanti.

Ai suddetti elementi si aggiungono numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di fabbricati, abitazioni e aree di cava. Tali elementi presentano in genere altezze contenute, raramente superiori ai 3 m, e sono spesso posti in corrispondenza di elementi geomorfologici e scarpate naturali preesistenti. Infine, lungo gli alvei dei maggiori corsi d'acqua dell'area sono presenti numerose opere di regimazione idraulica, quali briglie e argini artificiali.

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	77 di 130



Foto 16 – Cava in calcare (in recupero)



Foto 17 – Cava in calcare (riutilizzata)



Foto 18 – Cava in tufo (abbandonata)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>78 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	78 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	78 di 130								

11 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI

Lo studio condotto in sede di progetto esecutivo ha permesso di approfondire le conoscenze acquisite con i precedenti studi soprattutto attraverso l'integrazione della rete di strumentazione piezometrica che è stata sottoposta (e continuerà ad essere sottoposta) al monitoraggio. È stata inoltre approfondito il censimento dei principali punti d'acqua presenti nell'area.

Queste misure hanno integrato il quadro conoscitivo delle precedenti fasi di indagine durante le quali erano state eseguite anche numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione.

L'insieme di questi dati, oltre a confermare il modello idrogeologico di base, ha permesso la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo di alcuni settori caratteristici dell'area di studio e in particolare di quelli che maggiormente interferiscono con le opere in progetto.

L'approfondimento dello studio geologico ha permesso di definire con maggiore dettaglio lo stato di alterazione/fessurazione/carsismo degli ammassi rocciosi e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Infatti, tali elementi influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'area di studio.

11.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Nella carta idrogeologica sono rappresentati i complessi idrogeologici distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area di intervento.

La definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta in considerazione delle numerose prove di permeabilità (*Lefranc* e *Lugeon*) realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine. I risultati di queste prove sono riassunte nei grafici riportati nella Relazione geotecnica generale.

Si sottolinea, infine, che la stima del *range* di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico è stata effettuata in funzione delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione, fessurazione e carsismo dei singoli ammassi rocciosi. Pertanto, nell'analisi sono stati scartati i valori di *k* ritenuti poco rappresentativi delle caratteristiche idrogeologiche medie dei litotipi in esame, ritenendo tali valori anomali e fondamentalmente connessi a locali disomogeneità del mezzo.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>79 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	79 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	79 di 130								

11.1.1 COMPLESSI DELLE UNITÀ DEL SUBSTRATO SEDIMENTARIO

Questo gruppo è rappresentato da tre distinti complessi idrogeologici, costituiti da successioni sedimentarie meso-cenozoiche a dominante calcareo-dolomitica, argilloso-marnosa e arenaceo-pelitica.

11.1.1.1 COMPLESSO CALCAREO-DOLOMITICO

A tale complesso sono riferite le successioni prevalentemente carbonatiche delle unità **RDT**, **RDO**, **CRQ** e **CCM**. Il complesso idrogeologico è formato da calcari, calcareniti e calcilutiti in strati da medi a molto spessi, interessati da una suddivisione primaria (stratificazione) e secondaria (fratturazione) generalmente da elevata a molto elevata. Sono evidenti segni di carsismo.

Costituiscono acquiferi fessurati di elevata trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di particolare rilevanza, sia frazionate che a deflusso unitario, generalmente sostenute dai terreni del complesso argilloso-marnoso. La permeabilità, per fessurazione e carsismo, è variabile da media ad alta. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

11.1.1.2 COMPLESSO ARGILLOSO-MARNOSO

A questo complesso sono associati i termini essenzialmente pelitici dell'unità **ALV**. Si tratta di argille, argille limose e argille marnose caotiche o a struttura scagliosa, con sottili intercalazioni sabbioso-limose, diffusi passaggi marnosi e frequenti frammenti calcarei di varie dimensioni; a luoghi si rinvengono livelli (veri e propri blocchi voluminosi, olistoliti) di calcari micritici, calcari dolomitici, calcari marnosi siliciferi e arenarie. Queste grosse inclusioni aumentano notevolmente la permeabilità locale, senza tuttavia incidere sulla permeabilità media della formazione, essenzialmente regolata dalle argilliti.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclide* di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa. Al presente complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-9}$ e $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>80 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	80 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	80 di 130								

11.1.1.3 COMPLESSO ARENACEO

Al complesso in questione sono riferiti i litotipi prevalentemente arenaceo-marnosi dell'unità **ARC**. È formato, quindi, da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-litiche in strati da medi a molto spessi, talora a geometria lenticolare, in alternanza con argille limose e argille marnose in strati da molto sottili a sottili; si rinvengono frequenti intercalazioni di sabbie limose e sabbie limoso-argillose, in strati da sottili a medi, e locali lenti e/o livelli di conglomerati poligenici a matrice sabbioso-limosa; a luoghi sono presenti spessi passaggi di calcari, calcilutiti e radiolariti in strati da sottili a medi, talora brecciati.

Costituiscono acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente frazionate e a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

11.1.2 COMPLESSI DEI DEPOSITI DI COPERTURA

Tale gruppo è rappresentato da differenti complessi idrogeologici, composti essenzialmente da depositi quaternari di natura vulcanica, alluvionale, lacustre e detritico-colluviale.

11.1.2.1 COMPLESSO FLUVIO-LACUSTRE FINE

Il presente complesso è rappresentato dai terreni fluvio-lacustri prevalentemente pelitici dell'unità di Maddaloni. Si tratta di argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata (**MDL**), con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa e limoso-argillosa.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza variabile in relazione allo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a molto bassa. Al presente complesso può quindi essere attribuito un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>81 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	81 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	81 di 130								

11.1.2.2 COMPLESSO FLUVIO-LACUSTRE GROSSOLANO

Questo complesso è costituito dai terreni grossolani delle unità fluvio-lacustri più profonde. È formato da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**MDL-a**), da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad angolose; a luoghi si rinvengono passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, sottili livelli torbosi e locali intercalazioni argilloso-limose.

Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta. Al complesso in questione si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

11.1.2.3 COMPLESSO VULCANOCLASTICO A GRANA MEDIO-FINE

A tale complesso sono associati i termini limosi e limo-sabbiosi debolmente argillosi dell'Unità di Casalnuovo-Casoria (CCU) e alcune porzioni del tufo grigio campano limoso (TGCsl). È costituito da piroclastiti limose e limo-sabbiose, con intercalazioni cineritiche anche con componente argillosa, derivanti dall'alterazione e/o l'argillificazione dei depositi vulcanoclastici; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza variabile in relazione allo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

11.1.2.4 COMPLESSO VULCANOCLASTICO PREVALENTEMENTE SABBIOSO

Tale complesso è rappresentato dai depositi vulcanoclastici sabbiosi dell'unità **TGCs**. Si tratta di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; a luoghi si rinvengono livelli di pomice grossolane, angolose e a struttura indistinta, e passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa, sottilmente laminate e con abbondanti pomice di dimensioni centimetriche; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>82 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	82 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	82 di 130								

Costituiscono acquiferi porosi di elevata trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di notevole rilevanza, localmente frazionate ma generalmente a deflusso unitario, spesso confinate verso l'alto dai terreni del complesso vulcanico-tufaceo e vulcanoclastico-fine. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

11.1.2.5 COMPLESSO VULCANICO-TUFACEO

A questo complesso sono associati i litotipi prevalentemente lapidei dell'unità **TGCI**. È formato quindi da tufi lapidei a struttura massiva, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e subordinati cristalli e litici lavici; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento potrebbero rappresentare degli *acquitard* per i terreni del complesso vulcanoclastico grossolano superficiale; tuttavia non sono state individuate falde o corpi idrici superficiali di una certa rilevanza; ciò vuol dire che gli strati tufacei non hanno continuità orizzontale (come in effetti accertato) e/o che la permeabilità non è così bassa come potrebbe apparire da una prima stima. La permeabilità di questa unità infatti, è per porosità (nelle porzioni superficiali disgregate) e per fratturazione. Poiché il grado di fratturazione non risulta molto elevato, la permeabilità è da ritenere variabile da molto bassa a bassa. Non si escludono però valori localmente superiori. A questo complesso è possibile attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

11.1.2.6 COMPLESSO ALLUVIONALE A GRANA MEDIA

A tale complesso sono associati i terreni alluvionali costituiti da limi argilloso-sabbiosi e sabbie limo-argillose a struttura indistinta o debolmente laminata (**al-s**), con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

Costituiscono porzioni di terreno entro i quali possono stabilirsi circolazioni idriche di sub-alveo, in parte confinate dalle porzioni fine, in parte alimentate o in comunicazioni con le parti grossolane. Al presente complesso può essere attribuito un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

11.1.2.7 COMPLESSO ALLUVIONALE GROSSOLANO

Il presente complesso è rappresentato dai depositi alluvionali grossolani. È costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**al-g**), da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>83 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	83 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	83 di 130								

debolmente laminata, con locali inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

Costituiscono acquiferi porosi di modesta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media a alta. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-4}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

11.1.2.8 COMPLESSO DETRITICO-COLLUVIALE

Tale complesso è costituito dai terreni di copertura a grana limo-sabbiosa e limo-argillosa a struttura indistinta (**e-c**), con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente stratificata, con locali resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

Costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa ad alta. Al complesso in questione si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

11.2 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche ed il relativo andamento della superficie piezometrica (e di conseguenza i deflussi idrici nel sottosuolo), lo studio geologico per il progetto esecutivo ha continuato il monitoraggio piezometrico avviato nelle precedenti fasi progettuali integrando la precedente rete di monitoraggio con ulteriori 27 piezometri. Dei precedenti piezometri solo 12 sono stati rinvenuti e risultati utilizzabili. Si è quindi a disposizione di una rete di monitoraggio costituita da 39 piezometri

Nelle tabelle riportate nel documento sul censimento dei punti d'acqua sono riassunte tutte le misurazioni piezometriche condotte nelle precedenti fasi progettuali e quelle della presente fase progettuale.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>84 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	84 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	84 di 130								

Nello specifico, nei profili idrogeologici sono stati riportati i valori massimi e minimi della falda registrati nel corso delle diverse fasi di monitoraggio, mentre mancano tutte le letture intermedie. In tal modo, infatti, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica nelle condizioni più penalizzanti e definire, per ogni punto, la massima variabilità del livello idrico durante l'intero anno idrologico.

Si specifica tuttavia che per avere un quadro esaustivo dell'effettivo regime idrogeologico sarebbero necessari misure estese per diversi cicli stagionali.

11.3 OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE

Per poter ricostruire con maggior dettaglio l'andamento e le caratteristiche delle falde idriche presenti nell'area, nel corso dello studio si è provveduto ad acquisire tutte le informazioni disponibili relativamente ai punti d'acqua esistenti nel settore di intervento. Le emergenze sorgentizie risultano del tutto assenti, mentre le opere di captazione, pozzi, sono piuttosto diffuse anche se generalmente di scarsa rilevanza.

In particolare, all'interno dell'area di studio sono stati individuati durante lo studio del Progetto definitivo n. 26 pozzi per il prelievo delle acque dal sottosuolo, ad uso prevalentemente irriguo e secondariamente ad uso idropotabile o industriale. Gli accertamenti eseguiti in fase di progetto esecutivo hanno evidenziato solo un altro pozzo non precedentemente catalogato.

Data l'inaccessibilità della maggior parte delle opere di captazione per l'ubicazione in proprietà private, solo per uno dei pozzi censiti sono disponibili misure del livello piezometrico in foro. Tutti i dati raccolti sono riportati in apposite monografie di sintesi riportate nel Rapporto di censimento dei punti d'acqua.

11.4 CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

I dati raccolti durante lo studio condotto, a carattere geologico ed idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare, nel dettaglio, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che le ricostruzioni del livello piezometrico in profilo derivano da un'analisi approfondita dei dati di monitoraggio strumentale a disposizione, opportunamente integrati con tutte le informazioni raccolte circa l'assetto idrogeologico e stratigrafico-strutturale dell'area. In particolare, per quanto concerne i dati strumentali, le ricostruzioni sono state effettuate utilizzando il livello piezometrico massimo registrato durante le differenti campagne di monitoraggio, al fine di considerare la condizione idrogeologica più cautelativa per le opere in questione.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>85 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	85 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	85 di 130								

Buona parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici secondari che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali, portando alla formazione di locali emergenze sorgentizie.

I litotipi calcareo dolomitici presentano degli acquiferi di una certa rilevanza dal punto di vista idrogeologico, sia per la discreta trasmissività dei terreni che per la variabile estensione areale e verticale degli stessi. In generale, sono sede di corpi idrici di una certa rilevanza in corrispondenza delle successioni carbonatiche più spesse ed estese. Tali acquiferi sono generalmente caratterizzati da un deflusso idrico sotterraneo frazionato e fortemente eterogeneo, contenuto nelle porzioni più carsificate e fessurate dell'ammasso.

I litotipi vulcanici, del Tufo Grigio Campano, affioranti lungo il margine Nord-orientale della Piana Campana, rappresentano gli acquiferi di maggiore interesse nell'area di studio. Si sottolinea la presenza di importanti falde freatiche a carattere perenne di diverse decine di metri, spesso captate con pozzi per l'approvvigionamento idrico dei centri abitati della zona. Tali acquiferi sono spesso in comunicazione con le falde idriche dei sistemi alluvionali, a cui sono giustapposti sia lateralmente che verticalmente, in particolare alimentano gli acquiferi alluvionali dal basso. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o confinate. Le direzioni di deflusso sono generalmente piuttosto variabili e disomogenee, in quanto controllate dalla presenza di fratture e cavità. In relazione alla relativa profondità delle falde rispetto alla superficie topografica, le emergenze sorgentizie sono piuttosto rare.

I sedimenti alluvionali, per la loro estensione e trasmissività, rappresentano degli acquiferi di una certa rilevanza dal punto di vista idrogeologico. Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero e dalla presenza di importanti passaggi grossolani in corrispondenza alle antiche aste fluviali. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinite. Queste ultime presentano dei gradienti idraulici generalmente piuttosto bassi e, quasi sempre, sono caratterizzate da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. Tali acquiferi risultano alimentati, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non sono da escludere possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>86 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	86 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	86 di 130								

I depositi detritico-colluviali di copertura non presentano corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, sia per la scarsa trasmissività dei terreni che per il ridotto spessore degli stessi. Pertanto, la circolazione idrica avviene principalmente in senso verticale, tramite il passaggio delle acque meteoriche dalla superficie topografica alle falde più profonde degli acquiferi sottostanti. A tali coperture si collegano manifestazioni sorgentizie spesso effimere, che danno origine ad una diffusa circolazione di acque in superficie subito dopo gli eventi piovosi.

Infine, i litotipi argilloso-limosi e argilloso-marnosi del substrato presentano una permeabilità per porosità e fessurazione da impermeabile a molto bassa e, quindi, sono caratterizzati dall'assenza di falde o corpi idrici sotterranei. Nello schema di circolazione idrica dell'area tali terreni possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

Mediante l'interpolazione dei dati piezometrici a disposizione, è stato possibile ricostruire l'andamento dei principali corpi idrici sotterranei presenti all'interno dei depositi alluvionali e vulcanoclastici ampiamente affioranti in tutta l'area di intervento. In particolare, sulla scorta di tutti i dati idrogeologici a disposizione, è stato possibile definire l'andamento plano-altimetrico delle tre principali falde freatiche corrispondenti a:

- 1) Falda idrica della Piana Campana, nei terreni del Tufo Grigio Campano.
- 2) Falda idrica della dorsale di Monte Aglio, negli ammassi carbonatici
- 3) Falda idrica della Valle di Maddaloni, essenzialmente all'interno di terreni vulcanici ma veicolata in particolare lungo le incisioni dei principali corsi d'acqua.

11.4.1 FALDA IDRICA DELLA PIANA DI MADDALONI

Nella zona meridionale, la ricostruzione della superficie piezometrica ha evidenziato la presenza di un'importante falda idrica sotterranea, posta nei litotipi vulcanici sabbiosi del Tufo grigio Campano. I sondaggi non hanno individuato le unità che fungono da base impermeabile di questa falda.

La falda mostra un carattere chiaramente freatico; i dati di letteratura indicano un deflusso idrico mediamente orientato in direzione SSW, verso la Piana Campana.

I piezometri di questa zona indicano i livelli idrici a quote che oscillano tra 25 e 27 m circa s.l.m..

Dalle misure eseguite non si apprezza una evidente cadente piezometrica che comunque dovrebbe essere da Nord a Sud lungo il tracciato della linea Canello-Frasso (cioè dalla montagna, da dove potrebbe avvenire un travaso, verso la Piana Campana). Si deve tuttavia evidenziare che nella zona in

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>87 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	87 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	87 di 130								

esame la falda contenuta negli ammassi carbonatici è posta a quote inferiori a quella del contatto impermeabile (sepolto) con le Argille Varicolori. Quindi questo travaso dovrebbe avvenire più a est del tracciato.

Si tratta di una falda relativamente profonda (tra 10 e 20 m dal piano di campagna) che non saranno quindi interessate dalle opere in progetto se non nella parte basale dei pali di fondazione.

11.4.2 FALDA IDRICA DELLA DORSALE DEL MONTE AGLIO

Quasi tutti i piezometri installati nel rilievo montuoso, profondi fino a 330m, sono risultati asciutti o hanno individuato livelli molto profondi.

In particolare, procedendo dall'imbocco lato Maddaloni verso Benevento, si delineano le seguenti situazioni.

Il piezometro **PNIF51G07**, che ha intercettato il contatto tettonico che provoca il sovrapposizione dei calcari sulle argille varicolori, indica il livello idrico a profondità tra 37.5 e 38m dal p.c. nel periodo di misura aprile-giugno 2018 (q. 67-67.5 m s.l.m.); il livello è circa un metro superiore al contatto tra i calcari e le argille varicolori, che si confermano quindi costituire una soglia di permeabilità.

Il vicino piezometro **PE-S14**, in piroclastiti sovrapposto alle argille varicolori (a valle quindi del contatto tettonico) indica livelli poco inferiori (q. 64 circa) posti nelle piroclastiti ma poco al di sopra delle sottostanti argille varicolori (anche qui substrato impermeabile). Si conferma quindi un travaso dall'acquifero carbonatico verso l'acquifero vulcanico della Piana di Maddaloni.

Il piezometro **PNIF51G05** posto ancora più a valle (interamente nelle piroclastiti) non ha però intercettato alcuna falda fino a 40 m. Si delineaerebbe quindi una cadente molto accentuata, forse troppo forte se riferita a materiali di permeabilità media come le piroclastiti sabbiose.

Per tale motivo, nel profilo geologico-idrogeologico, si è preferito non collegare i livelli idrici individuati nei calcari (PNIF51G07) e nelle piroclastiti direttamente adiacenti al contatto tettonico (PE-S14) con quelli delle piroclastiti nella piana (il piezometro più vicino PE-S33 indica la falda a q. 26.5).

Non si può escludere che i livelli idrici misurati nei fori si riferiscano a livelli "piezometrici" relativi alle sottostanti Argille Varicolori che dovrebbero risultare sature. Trattandosi di tubi piezometrici finestrati, con tratto finestrato spinto anche nelle sottostanti argille varicolori, non è inverosimile che la presenza di qualche intercalazione lapidea cospicua nelle argille varicolori possa essere "veicolo" di circolazione con livelli piezometrici anche leggermente in pressione (i livelli in effetti sono solo un metro circa sopra il contatto).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>88 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	88 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	88 di 130								

A conferma di tale ipotesi il piezometro **PE-S05** profondo 135m ed interamente nei calcari (a monte del contatto tettonico) è risultato asciutto, escludendo la presenza della falda nelle rocce carbonatiche almeno fino a quota 53 m s.l.m..

Ad eccezione di circolazioni idriche al contatto tra calcari e argille varicolori, la galleria dovrebbe attraversare un ammasso calcareo al di sopra della falda.

La presenza di forte carsismo non esclude comunque la comparsa di circolazioni per percolazione verso l'alto durante i periodi di precipitazione meteorica.

I piezometri profondi **PE-S03** e **PE-S04** hanno individuato livelli idrici molto profondi nei calcari, rispettivamente a 339.8 m (q. 67.5 m s.l.m.) e 279.2 m (73.8 m s.l.m.).

Le misure dei piezometri recenti sono in buon accordo con le precedenti misure del piezometro profondo (395m) **S1**, che nel periodo giugno 2015-giugno 2016 ha misurato la falda a profondità costanti tra 327 e 327.6 (q. 68-67.4) intermedie alle prime due ma più vicine a quelle del piezometro PE-S03. Anche se si tratta di misure eseguite in periodi diversi, si delinea una cadente della falda verso nord, cioè verso la piana dell'Isclero, con una pendenza (riferita alla differenza tra due piezometri misurate nello stesso periodo) dell'ordine dello 0.7%¹. Lo scavo della galleria si conferma quindi al di sopra della falda misurata circa 25m al di sotto dell'arco rovescio nel piezometro PE-S03 e circa 7.5m al di sotto nel piezometro PE-S04. Il franco misurato sotto la galleria (da 7.5 a 25m) sembra far escludere che risalite della falda durante i periodi di maggiore apporto possano creare interferenze dello scavo con la falda. Il ciclo di misure nel piezometro S1 esteso ad un intero anno con cadenza mensile, indica che la falda di base è interessata da oscillazioni molto modeste.

Anche per gli ammassi profondi le fasce tettoniche e le zone di carsismo accentuato possono costituire il veicolo per stillicidi e venute d'acque, anche rilevanti, ma limitati nel tempo.

Con riguardo alla cadente, la direzione nord è da ritenere quella principale, ma una ricostruzione precisa non è possibile con tre soli punti di misura. Sembra tuttavia escludersi un deflusso trasversale alla galleria che porti a interessare le due finestre poste a est.

La finestra sud (con imbocco nella cava Tixon) è tutta al di sopra della falda come si ricava da evidenze di superficie e misure piezometriche.

¹ Si tratta di pendenze compatibili con acquiferi di elevata trasmissività e permeabilità, tipica di ammassi carbonatici fessurati e carsificati

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>89 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	89 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	89 di 130								

La finestra nord si sviluppa anch'essa al di sopra della falda come indicato dai piezometri PE-S06 e PE-S07 risultati asciutti fino a fondo foro (q. 159 nel PE-S06 e 115 nel PE-S07). Il piezometro PE-S07 ha peraltro attraversato il sovrascorrimento quindi si esclude qui che le argille costituiscano una soglia di permeabilità per la formazione di un acquifero (le argille varicolori rimangono evidentemente una potenziale soglia, ma le condizioni idrogeologiche locali non consentono la formazione di acquiferi).

La finestra si sviluppa in discesa e si ricollega alla galleria alle progressive vicine al piezometro PE-S03 che ha misurato la falda a q. 67.5.

Da questi dati si può supporre che se esiste una cadente trasversale alla galleria questa dovrebbe essere rivolta verso ovest.

Condizioni leggermente più complesse sono state evidenziate nell'imbocco nord lato Benevento.

Nel piezometro **PE-S02** sono state installate due celle piezometriche: una superficiale posta sotto il sovrascorrimento, ma con il filtro sabbioso portato alcuni metri sopra il sovrascorrimento (per la verifica di una eventuale falda contenuta nei calcari e sostenuta alla base dalle argille) e una profonda nelle argille varicolori. La cella superficiale ha misurato in effetti un livello idrico posto proprio al contatto tra i calcari e le argille, mentre la cella profonda è risultata asciutta².

L'assenza di un livello piezometrico nelle argille varicolori può essere spiegata dalla risposta molto lenta delle argille, praticamente impermeabili, al rilascio di acqua "gravifica", dovendo comunque assumere che si tratti di materiali saturi.

La presenza di un livello idrico al contatto tra calcari e argille varicolori è invece da attribuire, presumibilmente, a circolazioni effimere e stagionali, ma non ad una vera e propria falda; la seconda ipotesi dovrebbe assumere che esista una cadente verso sud (contraria a quella accertata con i piezometri profondi) con pendenze dell'ordine del 12-13 %, tale quindi da ricollegarsi con il livello di falda misurato nel piezometro PE-S03. Si tratta di cadenti che sono poco compatibili con ammassi carbonatici fortemente fessurati e carsificati come quelli in esame. Per avere un riscontro definitivo della effettiva situazione idrogeologica sarà necessario proseguire il monitoraggio piezometrico, soprattutto durante il periodo estivo, durante il quale si potrà verificare se il livello riscontrato nella cella superficiale del piezometro PE-S02 rimanga stabile ancora durante tutto il periodo estivo, indicando in questo caso

² A parte un flebile segnale del freatimetro al passaggio della sondina alla profondità di installazione della cella superficiale (quindi forse legato a umidità o difetti di separazione tra le due celle), non si è più riscontrato il segnale fino alla profondità di installazione della cella profonda.pl

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>90 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	90 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	90 di 130								

che la falda potrebbe in effetti avere una cadente verso sud (probabilmente la cadente sarebbe preferenzialmente verso ovest, cioè all'incirca parallelamente al sovrascorrimento che fungerebbe in questo caso da limite laterale all'acquifero). In questo caso si potrebbe avere una interferenza della galleria con l'acquifero carbonatico, per un tratto di circa 350 m. Indipendentemente da questo accertamento, è possibile che al contatto tra calcari e argille si stabiliscano circolazioni idriche, stabili o più o meno intermittenti.

11.4.3 FALDA IDRICA DELLA PIANA DELL'ISCLERO (VALLE DI MADDALONI)

Nell'ampia piana alluvionale percorsa da vari corsi d'acqua (Capitone, Isclero, San Giorgio) è presente una falda a superficie libera contenuta all'interno dei depositi vulcanici, ma in stretta comunicazione con i depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua.

I piezometri indicano infatti quote compatibili con una alimentazione dei corpi idrici vulcanici verso le aree di fondovalle, che costituiscono i ricettori e stabiliscono la quota di base della falda.

I livelli si stabiliscono infatti sempre in corrispondenza dei livelli dei suddetti corsi d'acqua (Capitone, Isclero, san Giorgio). Secondo lo schema idrogeologico regionale, tale falda è alimentata dal deflusso del Fiume Volturno e del Fiume Calore.

Questa falda viene intercettata dai pali di fondazione dei viadotti ed inoltre dagli scavi di fondazione delle pile dei viadotti ubicate all'interno delle aree di fondovalle del Torrente Capitone (Viadotto San Michele), Fiume Isclero (Viadotto Isclero) e Torrente San Giorgio (Viadotto San Giorgio).

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>91 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	91 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	91 di 130								

12 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Nei paragrafi che seguono viene riportata una descrizione sintetica del tracciato, suddiviso in tratte omogenee dal punto di vista geologico. La descrizione ha lo scopo di inquadrare il tracciato dal punto di vista geologico e di introdurre anche le principali problematiche idrogeologiche e geomorfologiche; gli aspetti tecnici di dettaglio saranno affrontati nella Relazione Geotecnica generale.

12.1 LINEA CANCELLO-FRASSO

12.1.1 DAL KM 0+000 AL KM 2+000 CIRCA

Il lotto della linea Cannello-Frasso inizia nella Piana di Maddaloni (settore nord della Piana Campana), poco a sud dell'abitato di Maddaloni, in affiancamento alla linea Roma-Napoli via Cassino.

Il tratto in questione si sviluppa in un'area pianeggiante che diventa solo leggermente inclinata procedendo verso la dorsale di Monte Aglio (con inclinazioni di qualche grado). Il sottosuolo è costituito da uno strato di spessore variabile di piroclastiti superficiali dell'Unità di Casalnuovo-Casoria (**CCU**) sovrapposto ad un banco di tufo litoide giallo (litofacies litoide del Tufo Grigio Campano **TGCI**) di spessore variabile da 4-5m a 12m. Procedendo verso la dorsale di Monte Aglio il banco di tufo si assottiglia progressivamente di spessore fino ad azzerarsi. L'ultimo punto di indagine che ha accertato il banco di tufo è il pozzetto PE-PZ07 mentre i successivi sondaggi PNIF51-R04 e PE-S33 hanno attraversato direttamente il Tufo Grigio Campano nella sua facies "sciolta" (**TGCs**). In questa zona le piroclastiti sabbioso-limose raggiungono spessori molto elevati (accertate fino a 55 m nel sondaggio PE-S10) e mostrano un forte omogeneità in termini di colore, granulometria e stato di cementazione.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono presenti elementi di particolare criticità per le opere in progetto. Sotto il profilo idrogeologico si sottolinea la presenza di estesi ed importanti corpi idrici sotterranei contenuti all'interno dei terreni sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano, con superficie piezometrica posta ad una profondità di 15-20 m dal p.c. nella parte iniziale pianeggiante, per approfondirsi fino a 30 m procedente verso Monte Aglio (l'approfondimento è legato solo all'aumento della quota del p.c. poiché la falda è pressoché orizzontale o con cadente molto bassa).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>92 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	92 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	92 di 130								

12.1.2 DAL KM 2+000 AL KM 2+775. CAVALCAFERROVIA APPIA E CARMIGNANO

Il tracciato prosegue in direzione della dorsale di Monte Aglio percorrendo un tratto solo debolmente inclinato. Le condizioni geologiche di sottosuolo sono molto omogenee per la presenza di potenti spessori di piroclastiti sabbioso-limose dell'Unità del Tufo Grigio Campano nella sua facies "sciolta" (TGCs). Lo spessore di queste piroclastiti è stato accertato fino a quasi 50m senza individuare sostanziali variazioni litologiche.

In questo tratto il tracciato è intersecato da due viabilità interferite con i relativi cavalcaferrovia sulla SS7 Via Appia e di Via Carmignano.

Anche in questo caso, viste le condizioni morfologiche molto blande, quasi pianeggianti, non si individuano elementi di particolare criticità per le opere in progetto. È stato chiarito che il canale Carmignano è in effetti un vecchio acquedotto oggi in disuso.

In questo tratto continua la presenza di corpi idrici sotterranei all'interno di orizzonti sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano, con superficie piezometrica posta ad una profondità variabile tra i 30 e i 35 m dal p.c.. Si delinea una lievissima cadente piezometrica verso la Piana Campana. L'interferenza con la falda è solo legata alla perforazione dei pali dei due cavalcaferrovia.

12.1.3 DAL KM 2+775 AL KM 2+990. GALLERIA ARTIFICIALE SUD DI IMBOCCO ALLA GALLERIA MONTE AGLIO

Avvicinandosi alla dorsale di Monte Aglio il versante diventa gradualmente più acclive, ma sempre su inclinazioni molto basse (inferiori a 10°). In questo tratto è prevista la realizzazione di una galleria artificiale di imbocco alla Galleria naturale di Monte Aglio.

Le condizioni geologiche di sottosuolo sono analoghe alla tratta precedente per la presenza delle piroclastiti sabbioso-limose dell'Unità del Tufo Grigio Campano nella sua facies "sciolta" (TGCs). Lo spessore di queste piroclastiti è stato accertato fino a quasi 40 m senza individuare sostanziali variazioni litologiche.

Anche in questo tratto non si individuano elementi di particolare criticità geomorfologiche.

La falda contenuta negli orizzonti sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano, è a profondità superiori a 40m, quindi non si prevede alcuna interferenza con le opere in progetto di tipo diretta (scavo) o indiretta (pali o diaframmi).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>93 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	93 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	93 di 130								



Foto 19 – Vista panoramica del versante dove è previsto l’imbocco Sud della galleria Monte Aglio.

12.1.4 DAL KM 2+990 AL KM 6+850 GALLERIA MONTE AGLIO

In questo settore il progetto si sviluppa in sotterraneo con la galleria naturale di Monte Aglio della lunghezza di circa 3.9 km.

Gran parte della galleria in naturale si sviluppa nelle formazioni calcaree mesozoiche. Tuttavia, ai due imbocchi e per tratti relativamente lunghi dopo di essi, si attraversano importanti discontinuità tettoniche che mettono in contatto le formazioni calcaree con altre unità di età geologica più recente (sovrascorrimento e faglie).

12.1.4.1 IMBOCCO SUD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO

Il sondaggio PNIF51G05 evidenzia che il fronte di scavo dell’imbocco sud interessa interamente la litofacies sabbioso-limosa “sciolta” del Tufo Grigio Campano (**TGCs**). Al di sopra di questi terreni si evidenzia la presenza di una coltre di copertura (piroclastica ed eluvio-colluviale di versante) dello spessore di circa 5-6m. Questo è evidenziato, oltre che dalla stratigrafia del sondaggio, dai diversi valori di N_{SPT} misurati (8 e 35 rispettivamente nei depositi superficiali e nelle piroclastiti sottostanti) e dal netto cambio di resistenze ricavato dalle prove penetrometriche PE-P10 e 11.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>94 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	94 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	94 di 130								

Procedendo verso l'interno della galleria tra le pk 3+220 e 3+260 circa lo scavo della galleria intercetta il contatto tra le piroclastiti e il substrato geologico, qui rappresentato dalle Argille Varicolori (ALV). Il contatto è stato intercettato alla profondità di 31.6 m dal sondaggio PE-S14. Trattandosi di un contatto di tipo erosivo (legato cioè ad una antica superficie di erosione che ha modellato l'originario versante in affioramento prima dell'inizio delle attività vulcaniche successivamente coperto dai depositi piroclastici) si è ipotizzato che questo limite si approfondisca verso la piana con inclinazioni compatibili con quelle che dovevano essere le inclinazioni medie dell'originario versante. Trattandosi di un versante modellato nelle argille varicolori (quindi facilmente erodibili) tale inclinazione dovrebbero essere inferiori a 20-30°. Il fronte di scavo interesserà quindi per un tratto relativamente lungo questo contatto.

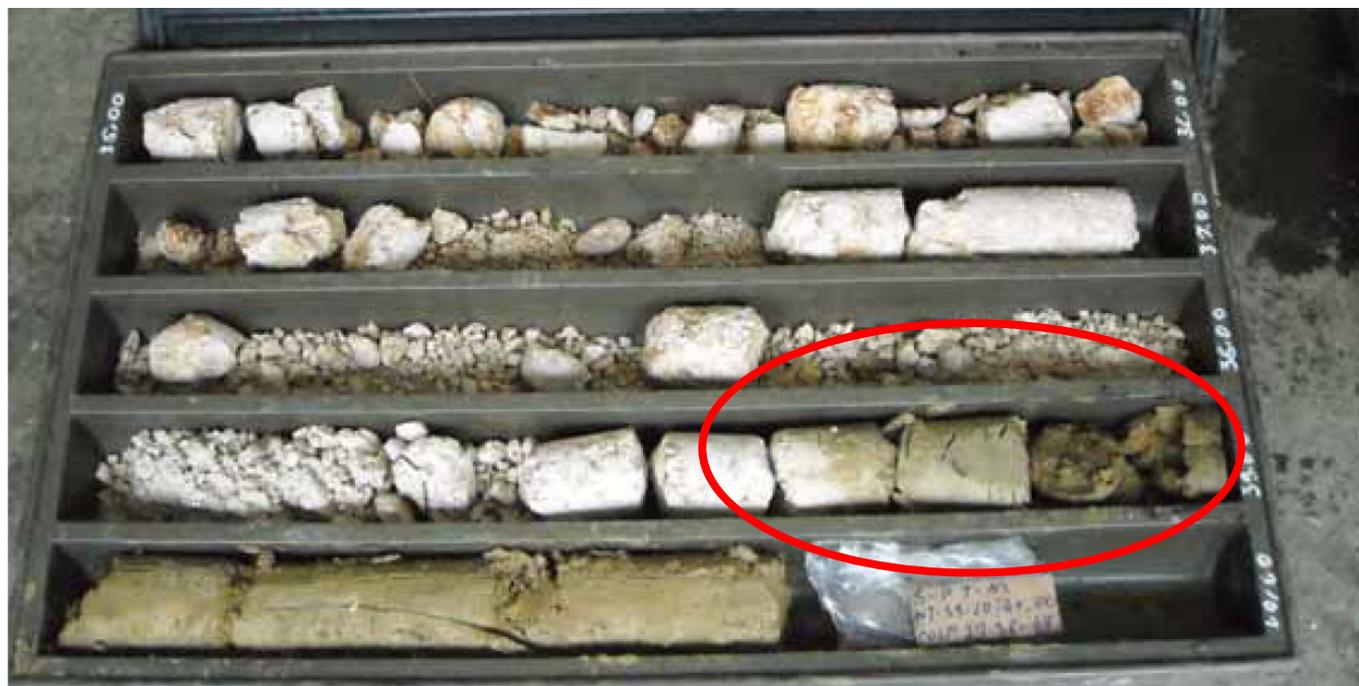
Le prospezioni geoelettriche e sismiche a rifrazione hanno confermato qualitativamente questo andamento senza tuttavia fornire informazioni quantitative significative e affidabili.

Anche se le misure piezometriche non hanno individuato livelli idrici stabili nell'ambito dell'intervallo di profondità di scavo, non si può escludere che circolazioni idriche temporanee e stagionali possano stabilirsi al contatto tra le piroclastiti (relativamente molto permeabili) e le argille varicolori, che fungono da "acquiclude".

Procedendo verso l'interno della galleria, il sondaggio PNIF51G06 (della precedente fase di indagini) ha intercettato (al di sotto della copertura piroclastica dello spessore di circa 15 m) un contatto tra i calcari e le argille varicolori alla profondità di 38.7m). I calcari risultano fortemente fratturati fino a completamente triturati (verosimilmente per i forti stress tettonici subiti) e il contatto con le sottostanti argille varicolori risulta netto e segnato da una superficie che, dalle foto³, sembra essere inclinato più di 45° dall'orizzontale. Per i motivi descritti in precedenza, tale contatto tettonico è stato interpretato come una faglia transpressiva.

³ Trattandosi dell'indagine eseguita per il progetto definitivo, gli scriventi non hanno potuto esaminare le cassette dei sondaggi, quindi la valutazione si basa sulla visione delle foto delle cassette riportate nella documentazione del progetto definitivo posto a base di gara.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>95 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	95 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	95 di 130								



Cassetta C8

Profondità: 35.0 - 40.0 m

Foto 20 – Foto della cassetta del sondaggio PNIF51G06. Contatto calcari-argille varicolori

Il successivo sondaggio PE-S05 eseguito più o meno nella stessa posizione del PNIF51G06, ma inclinato di 55° dalla verticale verso l'interno della montagna, ha attraversato (sotto la copertura piroclastica di 12 m circa di spessore), fino alla profondità di fondo foro di 91.5m, solamente calcari. Anche in questo sondaggio i calcari risultano fortemente fratturati e tritutati oltre che interessati da fenomeni di carsismo, anche con vuoti di oltre un metro (tra 33.3 e 34.8 m, da 57.0 a 58.5 m, e altre di più piccole dimensioni ma rilevabili intorno a 72, 75, 81, 83, 85 e 87 m circa). Le cavità interessano quindi anche l'ambito di profondità di scavo della galleria.

Il piezometro installato in questo foro è risultato asciutto anche se in stretta vicinanza con l'acquiclude delle argille varicolori, ad indicare che il livello della falda basale contenuto nell'acquifero carbonatico è a profondità maggiori dell'ambito della galleria, con una cadente che deve seguire necessariamente una direzione verso est, per andare ad alimentare l'acquifero vulcanico della Piana Campana, secondo lo schema idrogeologico prima delineato.

12.1.4.2 FINESTRA SUD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO

Nell'ambito delle opere di imbocco della galleria va inserita la finestra sud alla galleria. L'imbocco di tale finestra ricade in un'area di cava abbandonata (Cava Tixon) perimetrata come area di pericolosità P4

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>96 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	96 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	96 di 130								

dalla ex Autorità di Bacino Campania centrale. Gli aspetti relativi all'imbocco di questa finestra sono stati trattati nella specifica relazione dello Studio di Compatibilità Idrogeologica (SCI), consegnata al Distretto idrografico competente. Tale Relazione di SCI è allegata ai documenti progettuali e a questa si rimanda per la trattazione degli argomenti di carattere geologico.

La finestra interessa interamente le formazioni calcaree, variamente fratturate e carsificate, in assenza di falda idrica.

Sono da segnalare le condizioni di stabilità dei fronti di cava dove verrà realizzato l'imbocco della finestra, per la presenza di crolli di roccia. Una analisi specifica di questi fronti è riportata nella Relazione dello SCI.

12.1.4.3 GALLERIA MONTE AGLIO

Una volta superato il contatto tettonico tra calcari e le argille varicolori, la galleria si sviluppa interamente in calcari per tutto il tratto a maggiore copertura.

In questo tratto la ricostruzione del sottosuolo è stata effettuata sulla base di tre sondaggi profondi.

Per superare il limite delle informazioni puntuali derivanti da 3 soli sondaggi su un tratto di oltre 2 km, è stata eseguita una prospezione geoelettrica profonda che ha fornite utili indicazioni su fasce fratturate per disturbi tettonici e zone di probabile carsismo accentuato.

Le zone tettonizzate sono state ipotizzate in corrispondenza di nette diminuzioni di resistività, soprattutto se concentrate su fasce e bande molto inclinate (tenuto conto che si tratta di tettonica di tipo distensivo); la diminuzione di resistività è stata attribuita alla presenza di frazione fina nelle fasce tettoniche (cataclasiti e miloniti) e la possibile circolazione, anche se modesta, di acqua percolante dall'alto,

Per contro, la presenza di zone con resistività molto elevata, superiore ai valori tipici per calcari molto compatti (>4000-5000 ohm/m) è stata attribuita alla possibile presenza di cavità carsiche diffuse nell'ammasso.

Oltre a tali possibili fasce tettoniche e carsiche, nel profilo geologico sono state riportate, con diversa simboleggiatura, anche le ipotesi di allineamenti e fasce tettoniche riportate nel profilo geologico del Progetto Definitivo, delle quali non sono state riscontrate evidenze nel presente studio, ma che verosimilmente derivano da informazioni acquisite nei precedenti studi geologici, anche se non esplicitate nelle documentazioni disponibili,

Tra le pk 5+900 e 6+000 circa è probabile l'attraversamento dell'importante contatto tettonico per sovrascorrimento dei calcari al di sopra delle Argille Varicolori Superiori già commentato in precedenza

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>97 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	97 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	97 di 130								

(*thrust* di Monte Aglio). Si tratta di un sovrascorrimento a medio e basso angolo, con direzione NE-SW immergente verso sud con inclinazioni stimate di 20-30°, che porta i terreni più antichi di piattaforma interna dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni su quelli più recenti dell'unità del Sannio.

Sulla probabilità dell'attraversamento in tale ambito di progressive vanno fatte le seguenti considerazioni.

Il sovrascorrimento è stato intercettato da 3 sondaggi, di cui uno solo in asse (PE-S02), alla profondità di 26.6m, quindi molto superficialmente rispetto alla profondità della galleria sulla verticale di questo sondaggio (circa 75 m). Lo stato di forte fratturazione dei calcari (di fatto prelevati in frammenti e pochissime carote) non consente di verificare l'inclinazione del contatto sulle carote.

Il sondaggio S2 della precedente fase di indagine è ubicato a notevole distanza dal tracciato quindi esso è stato proiettato con criteri geologici.

Il contatto è stato poi incontrato nel sondaggio del progetto esecutivo PE-S07, ma molto fuori asse dal tracciato, cioè lungo la finestra nord della galleria, nel settore settentrionale della dorsale di Monte Aglio.

La ricostruzione di un piano con due sole verticali di indagine (peraltro molto distanti tra loro) può essere solo ipotizzata sulla base di una giacitura supposta del suddetto sovrascorrimento.

Un parziale aiuto alla ricostruzione deriva dall'indagine geoelettrica che ha individuato un netto cambio di resistività attribuibile appunto al sovrascorrimento dei calcari (alto resistivi) sulle argille varicolori (basso resistivi). Utilizzando l'inclinazione di tale discontinuità geoelettrica, i due sondaggi suddetti e una ipotesi di direzione del sovrascorrimento, è stata tracciata la probabile superficie del sovrascorrimento che dovrebbe intercettare la galleria appunta tra le pk 5+900 e 6+000.

Le considerazioni svolte in precedenza fanno capire che si tratta comunque di una ipotesi che può subire delle variazioni sostanziali, anche dell'ordine delle decine di metri qualora la superficie di discontinuità avesse una giacitura (direzione e inclinazione) diversa da quella ipotizzata e/o qualora fossero presenti nel sottosuolo altre discontinuità (di tipo distensivo) che abbiano provocato la dislocazione del sovrascorrimento e della relativa zolla di calcari verso il basso, con un meccanismo di faglie a gradinata, che la struttura geologica regionale indica per questa zona.

In tale contesto, la forte anomalia geoelettrica incontrata tra le pk 5+750 e 5+850 circa è stata interpretata come una delle dislocazioni tettoniche a meccanismo diretto che avrebbero provocato il ribassamento della zolla a nord della faglia. Con tale ipotesi, a sud della faglia la zolla che contiene i calcari e il sovrascorrimento sulle argille varicolori si dovrebbe trovare a quote più elevate.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>98 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	98 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	98 di 130								

Pur non potendo conoscere l'entità di questo rigetto, nel profilo geologico si è ipotizzato che il sovrascorrimento individuato con i sondaggi sia in effetti incluso in una zolla ribassata; nella zona più interna della dorsale, quindi a tergo del disturbo tettonico, lo stesso sovrascorrimento può trovarsi a quote più elevate, quindi fino ad interessare due volte (a seconda dell'entità del rigetto) la galleria di progetto.

Dopo aver attraversato il sovrascorrimento la galleria procede nella formazione delle Argille Varicolori. Queste sono risultati sempre molto ricche di frammenti lapidei di varia natura e di varia dimensioni. L'attraversamento di calcari tra 21 e 26 m nel sondaggio PE-S08, direttamente al di sopra delle Argille varicolori, potrebbe essere attribuito alla presenza di un grosso olistolite immerso nelle Argille Varicolori stesse (come avviene spesso) oppure alla presenza di un grosso blocco di calcare franato da monte e rotolato a valle in epoche molto antiche (prima dell'inizio della fase vulcanica). Potrebbe tuttavia trattarsi di una ulteriore zolla ribassata dei calcari e del relativo sovrascorrimento sulle argille varicolori secondo lo schema della tettonica distensiva già descritto. In questo caso il rigetto sarebbe notevole dell'ordine del centinaio di metri.

Qualsiasi fosse il motivo della presenza di questo grosso blocco di calcare, non si avrebbero significative ripercussioni sulle previsioni di scavo in galleria, che sarebbe comunque in argille varicolori, anche se la presenza della dislocazione potrebbe introdurre un ulteriore disturbo nella formazione argillosa stessa. Questa fascia disturbata, peraltro segnalata anche negli studi del PD, anche se leggermente traslata, è stata indicata nel profilo geologico.

Nei riguardi delle condizioni idrogeologiche, i piezometri profondi **PE-S03** e **PE-S04** hanno individuato livelli idrici molto profondi nei calcari, rispettivamente a 339.8 m (q. 67.5 m s.l.m.) e 279.2 m (73.8 m s.l.m.). Queste misure sono in buon accordo con le precedenti misure del piezometro profondo (395m) **S1**, che nel periodo giugno 2015-giugno 2016 ha misurato la falda a profondità costanti tra 327 e 327.6 (q. 68-67.4) intermedie alle prime due ma più vicine a quelle del piezometro PE-S03; si delinea una cadente della falda verso nord, cioè verso la piana dell'Isclero. Lo scavo della galleria si conferma quindi al di sopra della falda misurata circa 25m al di sotto dell'arco rovescio nel piezometro PE-S03 e circa 7.5m al di sotto nel piezometro PE-S04. Il franco misurato sotto la galleria (da 7.5 a 25m) sembra far escludere che risalite della falda durante i periodi di maggiore apporto possano creare interferenze dello scavo con la falda. Il ciclo di misure nel piezometro S1 esteso ad un intero anno con cadenza mensile, indica che la falda di base è interessata da oscillazioni molto modeste.

Le fasce tettoniche e le zone di carsismo accentuato possono costituire il veicolo per stillicidi e venute d'acque, anche rilevanti, ma limitati nel tempo.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>99 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	99 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	99 di 130								

Si segnala tuttavia che nella relazione geologica del Progetto Definitivo si indicava una possibilità di interferenza con la falda idrica⁴, la quale però, allo stato attuale delle conoscenze, non risulta confermata dalle misure piezometriche finora disponibili.

Una situazione idrogeologica leggermente più complessa è da segnalare in corrispondenza del sovrascorrimento. Nel sondaggio PE-S02 sono stati installate due celle piezometriche: una superficiale posta sotto il sovrascorrimento ma con il filtro sabbioso portato alcuni metri sopra il sovrascorrimento (per la verifica di una eventuale falda contenuta nei calcari e sostenuta alla base dalle argille) e una profonda nelle argille varicolori. La cella superficiale ha misurato in effetti un livello idrico posto proprio al contatto tra i calcari e le argille, mentre la cella profonda è risultata asciutta⁵.

L'assenza di un livello piezometrico nelle argille varicolori può essere spiegata dalla risposta molto lenta delle argille, praticamente impermeabili, al rilascio di acqua "gravifica", dovendo comunque assumere che si tratti di materiali saturi.

La presenza di un livello idrico al contatto tra calcari e argille varicolori è invece da attribuire, presumibilmente, a circolazioni effimere e stagionali, ma non ad una vera e propria falda; la seconda ipotesi dovrebbe assumere che esista una cadente verso sud con pendenze dell'ordine del 12-13 %, tale quindi da ricollegarsi con il livello di falda misurato nel piezometro PE-S03. Per avere un riscontro definitivo della effettiva situazione idrogeologica sarà necessario proseguire il monitoraggio piezometrico, soprattutto durante il periodo estivo, durante il quale si potrà verificare se il livello riscontrato nella cella superficiale del piezometro PE-S02 rimanga stabile ancora durante tutto il periodo estivo, indicando in questo caso che la falda potrebbe in effetti avere una cadente verso sud. In questo caso si potrebbe avere una interferenza della galleria con l'acquifero carbonatico. Indipendentemente da questo accertamento, è assai probabile che al contatto tra calcari e argille si stabiliscano circolazioni idriche, stabili o più o meno intermittenti.

⁴ Dalla Relazione Geologica del PD: "Per la porzione meridionale e centrale della galleria è possibile ipotizzare l'interferenza, quantomeno parziale, con la falda di base dell'acquifero carbonatico, che sulla base dei dati disponibili è posta ad una profondità variabile da circa 2.2 m a 30.0 m dal piano ferro. La ricostruzione del livello piezometrico è stata ipotizzata avendo a disposizione dati relativi a periodi storici diversi, in quanto il piezometro del sondaggio PNIF51G06 non è più funzionante. Si sottolinea che comunque i dati a disposizione del foro di sondaggio S01, spinto fino a circa 330 m dal p.c. e a oltre 20 m sotto la livelletta del piano ferro, riportano la presenza di acqua sempre sotto il livello del piano della galleria, a circa 18 m."

⁵ A parte un flebile segnale del freatimetro al passaggio della sondina alla profondità di installazione della cella superficiale (quindi forse legato a umidità o difetti di separazione tra le due celle), non si è più riscontrato il segnale fino alla profondità di installazione della cella profonda.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>100 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	100 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	100 di 130								

12.1.4.4 *FINESTRA NORD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO*

La finestra nord ha inizio nella zona dell'acquedotto Angioino e procede in direzione N-S in discesa per collegarsi alla galleria alla progressiva 5+500 circa.

L'imbocco di questa finestra ricade in un'area perimetrata di Pericolosità elevata dalla ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano. Si tratta di un'area a pendenza molto blanda coperta da una coltre detritico-eluviale di matura prevalentemente piroclastica.

Lo studio geomorfologico di dettaglio condotto in questa area non ha individuato criticità particolari in termini di stabilità dei versanti, a parte la presenza di alcuni antichi solchi erosivi oggi completamente coperti da vegetazione.

Si rimanda alla specifica relazione dello Studio di Compatibilità Idrogeologica (SCI), consegnata al Distretto idrografico competente, per i dettagli e la relativa cartografia allegata.

Lo scavo della galleria inizia in terreni detritico-piroclastici per poi entrare rapidamente nei calcari risultati completamente fratturati e frantumati.

Il sondaggio PE-S08 eseguito inclinato ha intercettato il sovrascorrimento dei calcari sulle argille varicolori già commentato in precedenza. Essendo stato attraversato in un solo sondaggio, l'inclinazione del contatto tettonico è stato tracciato secondo i criteri prima esposti per la galleria principale.

Per i motivi già esposti c'è da attendersi che la presenza di una serie di dislocazioni tettoniche di tipo distensivo abbia provocato un ribassamento a gradinata della zolla. In questo caso l'ipotesi è suffragata da considerazioni geometriche. Con l'inclinazione ipotizzata per il sovrascorrimento, intercettato in profondità nel sondaggio PE-S07, il sondaggio PE-S06 avrebbe dovuto intercettare le argille varicolori, mentre sono stati carotati solo calcari, in realtà completamente frantumati (a conferma quindi della presenza di una zona di forte disturbo tettonico).

L'entità del rigetto di queste faglie dirette riportata nel profilo geologico è solo ipotizzata e potrebbe essere anche molto diversa. L'entità di questo rigetto ha implicazioni progettuali di non poco conto poiché in funzione di quanto è stata ribassata la zolla potrebbe verificarsi anche l'attraversamento, sia pur per un breve tratto, del sovrascorrimento e quindi delle argille varicolori. Di tale possibilità il progetto ne ha tenuto debitamente conto della distribuzione percentuale delle sezioni tipo attuabili.

La falda è risultata assente.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>101 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	101 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	101 di 130								

12.1.4.5 IMBOCCO NORD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO

Procedendo verso nord la galleria interseca il contatto (anche in questo caso, come per l'imbocco sud, di natura erosiva) tra le argille varicolori e la soprastante copertura piroclastica e detritica.

In questo caso il contatto è stato attraversato da 5 sondaggi (PE-S08, PNIF32G01, PE-S01, PE-S39, PNIF51G07) che mostrano una inclinazione molto blanda di questo contatto, dell'ordine di pochi gradi.

Il contatto viene attraversato dalla galleria tra le pk 6+550 e 6+805 circa, secondo quanto indicato dal sondaggio PE-S01/39 (23m di profondità) e PNIF51G07 (21 m di profondità); vista la debole inclinazione del contatto, il passaggio litologico verrà incontrato per un tratto molto lungo (circa 250 m).

In entrambi i sondaggi citati la copertura piroclastica (Tufo Grigio Campano TGCs) ha caratteristiche mediocri come indicato dai bassi valori delle prove SPT (in alcuni casi molto bassi, fino a $N_{SPT} = 2$). Nelle piroclastiti sono presenti livelli di scorie e pomici molto porose, alterate e sature. La porzione più scadente del tufo grigio campano appartiene ad una litofacies limosa del tufo che si riscontra anche in altre zone lungo il tracciato.

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, l'imbocco sud risulta privo di elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Per gli aspetti relativi all'interferenza con le aree perimetrate a rischio dall'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano, si rimanda alla Relazione dello Studio di Compatibilità Idrogeologica.

Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza nel tratto iniziale di una falda libera all'interno degli orizzonti sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano come segnalato dal piezometro PE-S01 (livello tra 14 e 15 m di profondità). Interpolando questa misura con quella del più vicino piezometro disponibile (PE-S15) la superficie piezometrica risulta avere una cadente verso la piana (come è da attendersi). In tutto il tratto di attraversamento delle piroclastiti, la galleria intercetterà quindi la falda con un battente rispetto al fondo scavo dell'arco rovescio che varia tra 19 m all'inizio dello scavo nelle piroclastiti e 0 (intorno alla pk 6+850 qualora si confermi la cadente individuata dalle misure piezometriche).

Per i motivi già indicati in precedenza, c'è da attendersi che le argille varicolori risultino sature anche se a causa della bassa permeabilità il rilascio d'acqua dovrebbe essere molto modesto se non in presenza di eventuali inclusioni voluminose di calcari.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>102 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	102 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	102 di 130								



Foto 21 – Vista panoramica del versante dove è previsto l'imbocco Nord della galleria.

12.1.5 TRA IL KM 6+885 ED IL KM 7+320. GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA DI IMBOCCO NORD DELLA GALLERIA MONTE AGLIO

La trincea e la galleria artificiale che approciano all'imbocco della galleria intercettano, per tutto il tratto, i depositi sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano (**TGCs**), che in superficie mostrano le stesse caratteristiche attribuite alla litofacies limosa prima descritta (**TGCsl**). In superficie è presente una coltre eluvio-colluviale non sempre facilmente distinguibile dalle porzioni più superficiali delle piroclastiti, trattandosi dello stesso materiale alterato e più o meno rimaneggiato. Localmente è distinguibile per la presenza di frammenti calcarei.

Nella parte finale della trincea inizia a comparire uno strato di tufo litoide (TGCI) che aumenta progressivamente di spessore procedendo verso la piana. Il tufo litoide è posto comunque al di sotto della quota di fondo scavo.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>103 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	103 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	103 di 130								

Sotto il profilo idrogeologico, invece, le misure indicano livelli idrici che, da profondità prossime al fondo scavo in corrispondenza della galleria artificiale, si approfondiscono al di sotto dello scavo procedendo verso l'esterno della trincea.

12.1.6 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 7+320 ED IL KM 8+115. VALLE DI MADDALONI

Il tracciato percorre l'area di Valle di Maddaloni con un rilevato di altezza gradualmente crescente e poi con il Viadotto di Valle di Maddaloni a 14 campate della lunghezza complessiva di 386 m.

L'area è pianeggiante ed è formata da una potente serie di prodotti piroclastici, epivolcanici e lacustri,

I sondaggi eseguiti in questa area hanno attraversato l'intera serie qui rappresentata, dall'alto verso il basso, dalle piroclastiti superficiali dell'Unità di Casalnuovo-Casoria, un banco litoide del Tufo grigio Campano (TGCI) sovrapposto alla facies sciolta (TGCs). Più in profondità si attraversa l'Unità di Maddaloni rappresentata dalla classica serie costituita da cineriti a grana fine, materiali epivolcanici e depositi lacustri.

Il sondaggio profondo PE-S37 ha attraversato tutta la serie vulcanico-lacustre dell'Unità di Maddaloni fino a 58m per entrare poi in un ammasso calcareo completamente fratturato.

A profondità e quote analoghe è stato incontrato il calcare nei sondaggi PE-S42 e PE-S43 nella zona delle pile 10-11-12.

Nel tratto finale del viadotto, in vicinanza del versante calcareo, i sondaggi PE-S44, PE-S18 e P12 hanno incontrato la formazione calcarea a poca profondità (tra 18 e 23m dal p.c.). Il dislivello in quota del tetto del calcare tra i sondaggi più vicini (PE-S43 e 44) è di circa 40 m su una distanza di meno di 30m. Questa scarpata calcarea sepolta (sotto i depositi vulcanici) è stata attribuita ad una dislocazione per tettonica distensiva (faglia diretta) che ha ribassato il substrato calcareo al di sotto della piana.

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche si evidenzia la presenza dell'acquifero nel tufo grigio sciolto, permeabile per porosità, sostenuto alla base dall'Unità di Maddaloni nei termini a grana fine che funge da acquiclude.

Il piezometro PE-S16 ha individuato la falda a profondità di circa 18m, quindi a quota circa 95 m.s.l.m.

Procedendo verso la spalla B il calcare sepolto agisce da ammasso drenante in quanto il piezometro P12 nel calcare ha individuato livelli di falda molto più profondi.

In effetti il piezometro a tubo aperto finestrato nei soli tufi del sondaggio PE-S42 individua un livello di falda più basso per effetto appunto del drenaggio dei calcari e il piezometro PE-S43 (sempre a tubo

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>104 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	104 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	104 di 130								

aperto nel tufo) è risultato asciutto fino a 40m. In questo sondaggio è stata installata una cella piezometrica nella fascia di frizione che è stata incontrata in profondità, misurando un livello piezometrico a 48m di profondità.

I rapporti tra la falda del tufo e quella dei calcari non sono ricostruibili nel dettaglio anche per la presenza di questa fascia di frizione che tampona l'acquifero calcareo.

L'area è pianeggiante e quindi non ha criticità geomorfologiche.

12.1.7 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 8+115 ED IL KM 8+490

Il tracciato percorre praticamente a raso un'area sub-pianeggiante che si avvicina al versante montuoso sui cui sorge l'abitato di Valle di Maddaloni.

In continuità con il tratto finale del viadotto valle Maddaloni prima commentato, il tracciato si sviluppa in un'area di alto morfologico, dove la formazione calcarea si trova a profondità relativamente contenute nel sottosuolo al di sotto della copertura piroclastica. Procedendo verso l'area del Rio Secco il tetto del substrato calcareo si approfondisce progressivamente.

Anche in questo caso, vista la morfologia pianeggiante, non si evidenziano criticità geomorfologiche.

Non si hanno dati diretti sulla profondità della falda, ma visto il tracciato sostanzialmente a raso e l'assenza di opere d'arte, non vi sono sicuramente problemi di carattere idrogeologico da commentare.

12.1.8 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 8+490 ED IL KM 9+174. VALLONE RIO SECCO

Il tratto in esame attraversa un'area pianeggiante o solo blandamente ondulata conformata ad ampia conoide allo sbocco del Rio Secco nella piana. Il Rio Secco è una incisione torrentizia incisa nelle rocce calcaree a monte che sbocca nella piana incidendo direttamente i terreni vulcanici.

L'ampio vallone del Rio Secco viene scavalcato da un viadotto a 5 campate della lunghezza complessiva di 134 m e dai relativi rilevati di approccio. Dove i rilevati raggiungono altezze superiori a qualche metro, tenuto conto della presenza di terreni cedevoli, il progetto prevede la realizzazione di strutture su pali e rilevati alleggeriti.

Le condizioni geologiche delineate dai numerosi sondaggi eseguiti in questa zona sono complesse e leggermente diverse da quanto rappresentato nello studio geologico del Progetto Definitivo. Questo prevedeva la presenza di una ampia fascia detritica di copertura che comprendeva anche la zona di incisione del rio.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>105 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	105 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	105 di 130								

I rilevamenti geologici eseguiti in fase di progetti esecutivo hanno evidenziato che sulle scarpate dell'incisione del Rio Secco affiora un tufo litoide di colore marrone-avana (affioramenti rilevati direttamente sul fondo dell'incisione).



Foto 22 – Affioramenti di tufo nell'incisione del Rio Secco, poco a monte della briglia esistente.

Il tufo qui affiorante è assimilabile, ma non del tutto uguale al tufo campano in facies litoide (TGCI) presente nelle aree circostanti (attraversati nei sondaggi della piana di Maddaloni). È possibile che, pur corrispondendo in termini di quote, questo tufo sia relativo ad una diversa colata piroclastica (o ad una facies distale della stessa colata).

Poiché è stato più volte verificato che in vicinanza dei versanti calcarei la colata tufacea si assottiglia (fino a scomparire) è verosimile che in questo tratto che costeggia il versante calcarea la colata piroclastica costituisca la parte terminale e incanalata in precedenti incisioni.

Il tufo litoide, infatti, è stato attraversato dal sondaggio S1/2016 fino poco al di sotto dell'incisione torrentizia. Negli altri sondaggi e nelle prove penetrometriche eseguite per il PE questo tufo non è stato incontrato o ha caratteristiche scoriacee e tenere che fanno sì che la perforazione del sondaggio ne provochi facilmente la disgregazione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>106 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	106 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	106 di 130								

Si conferma tuttavia che si tratta di una colata piroclastica di larghezza ristretta perché ad una certa distanza dall'incisione essa non è più stata accertata dai sondaggi. L'eterogeneità e la riduzione di spessore della colata piroclastica nelle vicinanze dei versanti calcarei è già stata verificata in altri siti.

Lateralmente e al di sopra del tufo litoide sono presenti materiali piroclastici, rimaneggiati e alterati nella parte più superficiale. Si tratta di piroclastiti a grana sabbioso-limosa e limo-sabbiosa interessati da intensi processi di alterazione e argillificazione (almeno nei primi metri); questi terreni sono stati associati alla litofacies limosa TGCsl del Tufo Grigio Campano. Più in profondità le piroclastiti (per posizione) possono essere associate al Tufo Grigio Campano in facies sciolta (TGCs), ma con valori di resistenza molto più bassi rispetto alle altre zone.

La particolarità di queste piroclastiti è la presenza di detrito calcareo, anche a grossi blocchi, rinvenuto in grossi accumuli o lenti localizzate a varia profondità (vedi sondaggio PE-S19 da 28.50 e 31.70, PE-S20 da 15.0 a 22.0, S1-2016 da 17.40 a 21.70); la presenza di questi accumuli detritici è probabilmente segnalata anche dal rifiuto di alcune prove penetrometriche.

Si può ipotizzare che si tratti di antiche colate detritiche ("debris flow") provenienti dal versante calcareo lungo l'incisione del Rio Secco che era presente anche all'epoca degli eventi vulcanici; si tratterebbe quindi di colate detritiche coeve alla formazione delle piroclastiti.

Le piroclastiti a grana sabbioso-limosa si rinvencono fino a profondità dell'ordine di 25m dal p.c..

Al di sotto sono stati attraversati i materiali piroclastici a grana fine, limo-argillosa (cineriti), epivolcaniti e depositi lacustri dell'Unità di Maddaloni. Si può riconoscere una porzione superiore in cui prevalgono i materiali di natura vulcanica, sia pur rimaneggiati e/o depositati in acqua (cineriti), da una porzione più profonda in cui prevalgono i terreni a grana fine, con contenuto organico, ma che contengono (in forma sparsa) sempre un discreto contenuto di elementi vulcanici rimaneggiati.

Questi materiali sono stati attraversati fino alla massima profondità di indagine (70m nel PE-S38). Si esclude quindi che, fino a questa profondità, sia presente il substrato geologico, indicato invece nel Progetto definitivo a minore profondità e qui rappresentato dalle Argille Varicolori.

Dal punto di vista geomorfologico, l'elemento più rilevante ai fini progettuali è rappresentato dall'alveo del Rio Secco, dallo spiccato comportamento torrentizio; non si evidenziano problemi di stabilità. Le sponde sono di consistenza tufacea litoide e appaiono stabili a parte locali fenomeni erosivi segnalati a valle dell'attraversamento. Sul Rio Secco sono già presenti alcune briglie a monte del futuro attraversamento.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>107 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	107 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	107 di 130								

La falda è segnalata a profondità dell'ordine di 12-13 m dalla piana di fondovalle e interferirà quindi con i pali di fondazione del viadotto.

12.1.9 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 9+174 E IL KM 10+000

Il tracciato percorre a raso o con rilevati modestissimi un'area pianeggiante al piede del versante calcareo.

I terreni del sottosuolo sono costituiti dalla successione vulcanica tipica in assenza dello strato di tufo litoide (confermando quanto detto prima circa l'assenza e la diversità litologica dello strato tufaceo in vicinanza dei versanti).

Viste le condizioni geomorfologiche non si evidenziano criticità particolari. Le aree perimetrate in attenzione dall'AdB Liri si riferiscono ai versanti calcarei dai quali il tracciato è separato da una ampia fascia pianeggiante sulla quale si sviluppano la linea storica e una strada.

Non si hanno notizie dirette sulla falda idrica, che in ogni caso non ha influenze con le opere in progetto, molto semplici.

12.1.10 DAL KM 10+000 AL KM 11+735. VIADOTTO SAN MICHELE

Il tracciato percorre un'per gran parte pianeggiante o debolmente ondulata. La morfologia sub-pianeggiante è interrotta da alcune scarpate tufacee legate o alla presenza di antiche cave abbandonate e parzialmente riempite, o relative alle sponde dell'incisione valliva del Torrente Capitone.

L'area è percorsa dapprima in rilevato di altezza progressivamente maggiore e quindi dal Viadotto San Michele, di lunghezza di 1411m formato da 51 campate da 25 m e 4 campate da 34m.

Nelle grandi linee, dal punto di vista geologico, il viadotto può suddividersi in due sub-tratte:

- ✓ dalla spalla A alla pila 25 il sottosuolo è costituito da una potente copertura vulcanica (Tufo Grigio Campano), epivulcanica e lacustre (Unità di Maddaloni) sovrapposto al substrato calcareo individuato a profondità tra i 40 e i 50 m dal p.c.;
- ✓ dalla pila 25 alla spalla B la stessa (o analoga copertura) è sovrapposta ad un deposito prevalentemente ghiaioso, attribuito ad una formazione fluvio-lacustre antica (precedente alla fase lacustre-vulcanica), verosimilmente sovrapposta al substrato calcareo che in questo tratto però non è stato intercettato almeno fino alla massima profondità di indagine di 60 m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>108 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	108 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	108 di 130								

Nell'ambito della copertura vulcanico è sempre presente il tufo litoide nella sua facies tipica di colore giallo, di spessore variabile fino ad oltre 10 metri.

All'interno delle due sub-tratte vi sono poi condizioni particolari quali l'attraversamento dell'area di fondovalle del Torrente Capitone (tra le pile 34 e 39) e due cave abbandonate e parzialmente riempite tra le pile 14 e 18 e tra le pile 42 e 45 (su questa è stato accertato il parziale riempimento con rifiuti).

Sulle scarpate del fondovalle del Capitone affiorano scarpate di tufo litoide alte fino ad una decina di metri (vedi foto precedenti riportate nel capitolo sulla geologia e geomorfologia).

Per la ricostruzione dell'andamento del tetto del calcare si è cercato di utilizzare i risultati dell'indagine sismica a rifrazione che ha fornito indicazioni utili dal punto di vista qualitativo, ma non con il dettaglio tale da consentire una applicazione diretta dei risultati nella definizione della profondità del substrato.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere.

La falda è contenuta nei terreni piroclastici del Tufo Grigio Campano e sostenuta alla base dai terreni a grana fine dell'Unità di Maddaloni. Il livello di falda corrisponde all'incirca alle quote del corso d'acqua Capitone e verrà intercettato dai pali di fondazione dei viadotti oltre che dallo scavo dei plinti ubicati nell'area di fondovalle del torrente Capitone, per i quali sono stati previsti opportuni interventi di impermeabilizzazione.

12.1.11 DAL KM 11+735 AL KM 12+500. RILEVATI E VIADOTTO AD ARCHI CANTINELLA

Il tracciato percorre un'area pianeggiante con rilevati mediamente elevati e poi con il viadotto ad archi Cantinella della lunghezza di 162 m.

Nelle linee generali il modello geologico è sostanzialmente simile al tratto finale del viadotto San Michele, ma si nota una progressiva diminuzione dello spessore di tufo litoide.

Le piroclastiti superficiali sono caratterizzate da uno strato superficiale (spessore tra 4 e 5m) con valori di resistenza molto bassi; più in profondità le resistenze aumentano progressivamente fino ad arrivare sul tufo litoide.

Al di sotto del tufo la successione piroclastica è costituita quasi esclusivamente dalle piroclastiti sabbioso-limose grigie tipiche del Tufo Grigio Campano in facies sciolta TGCs; le sottostanti cineriti dell'Unità di Maddaloni si assottigliano fino a scomparire.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. La falda è contenuta nelle piroclastiti sabbiose a profondità di circa 15 m dal p.c..

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>109 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	109 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	109 di 130								

12.1.12 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 12+500 ED IL KM 12+800. VIADOTTO ISCLERO

Il fiume Isclero percorre un'area di fondovalle piatta, ampia circa 200 m in corrispondenza dell'attraversamento, ma molto più larga poco a monte dove forma una ampia area golenale. La valle è delimitata da scarpate nette e subverticali che si seguono per centinaia di metri.

Sulle scarpate della valle sono affioranti i tufi litoidi (vedi foto precedenti), mentre nell'area di fondovalle sono presenti depositi alluvionali a granulometria mista, ma prevalentemente limo-sabbiosa (ghiaie alluvionali sono state intercettate alla base del pacco alluvionale recente)

Al di sotto delle alluvioni sono state attraversate le piroclastiti del Tufo Grigio Campano che, nella zona in sinistra idraulica appoggiano su un potente pacco di depositi ghiaiosi (depositi fluvio-lacustri antichi presenti anche nei tratti precedenti). Nella zona centrale del fondovalle e in destra i sondaggi sono arrivati invece nelle Argille Varicolori. Queste presentano uno spesso strato di materiali argillosi di colore avana-grigiastro, poco scagliosi, che sono stati interpretati come la porzione alterata della formazione.

Dal punto di vista geomorfologico, l'elemento più rilevante ai fini progettuali è rappresentato dall'alveo del Torrente Isclero.

Sotto il profilo idrogeologico, i dati di monitoraggio piezometrico acquisiti con la campagna del Progetto Esecutivo hanno evidenziato livelli idrici molto superficiali (1-2 m), praticamente coincidenti con il livello del fiume⁶.

12.1.13 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 12+800 ED IL KM 14+778

Il tracciato percorre a raso o in rilevato di modesta altezza un'area pianeggiante formata da terreni piroclastici in continuità con quanto accertato nelle zone precedenti.

In questo lungo tratto a raso o debole rilevato si inserisce il cavalcaferrovia IV-04.

Al di sotto della copertura piroclastica si trova il substrato delle Argille varicolori a profondità che gradualmente diminuisce da 27m nei pressi della spalla B del viadotto Isclero a circa 13m nella zona centrale della tratta per poi riapprofondirsi fino a 29m procedendo verso il torrente San Giorgio.

⁶ Nella Relazione Geologica del Progetto definitivo si indicava "la probabile presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del suddetto corso d'acqua, con livello piezometrico posto circa 5.0 m sotto il p.c.."

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>110 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	110 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	110 di 130								

In corrispondenza del cavalcaferrovia IV-04 il sondaggio PE-S31 ha incontrato il substrato alla profondità di 17m. Tra 22 e 28 m il sondaggio ha attraversato un grosso trovante di calcare inglobato nelle argille varicolori. Al di sotto del trovante il carotaggio ha attraversato ancora le argille varicolori fino alla profondità di 58m, dove si incontrano le arenarie.

L'area è pianeggiante e priva di criticità geomorfologiche.

Il piezometro P20 vicino alla sponda dell'Isclero misura una falda prossima a quella del fiume mentre negli altri piezometri la falda risulta molto più superficiale. Il piezometro PE-S31 in corrispondenza del cavalcaferrovia indica la falda a profondità di circa 7m, cioè a quota 46 m s.l.m..

12.1.14 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 14+774 ED IL KM 14+924. VIADOTTO SAN GIORGIO

La morfologia di questa valle è sostanzialmente simile a quella dell'Isclero, con un fondovalle piatto e delimitate da ripide scarpate tufacee. L'ampiezza di questa valle in corrispondenza dell'attraversamento è di circa 120 m.

Sulle scarpate della valle sono affioranti i tufi litoidi (vedi foto precedenti), mentre nell'area di fondovalle sono presenti depositi alluvionali. Sulla spalla B sono presenti alcune grossa cavità nel tufo che dovrebbero lambire lo scavo per la spalla.

Il substrato al di sotto della copertura alluvionale e piroclastica è costituito dalla formazione arenacea. Al di sopra delle arenarie son sempre stati incontrati terreni argillo-limo-sabbiosi interpretate come una formazione continentale del Quaternario antico, precedente all'Unità di Maddaloni (o rappresentante la parte basale di essa, ma non incontrata in altri sondaggi).

Sulla spalla A il sondaggio P23 (peraltro non in asse) ha intercettato sul fondo del sondaggio, al di sotto del complesso epivulcanico e lacustre, frammenti calcarei che potrebbero rappresentare la parte basale dell'Unità di Maddaloni, ma non essendo stati incontrati in latri sondaggi risulta di difficile correlazione. in pezzi e frammenti che difficilmente riesce a correlarsi con le arenarie. Potrebbe trattarsi dell'inizio del substrato calcareo, ma tale circostanza non è poi stata verificata con gli altri sondaggi più profondi.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, a meno dell'attraversamento del T. San Giorgio. Poco a valle dell'attraversamento, in corrispondenza dell'attuale ponte ferroviario, è presente una briglia in calcestruzzo.

I piezometri disponibili indicano un livello di falda corrispondente a quello del fiume.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>111 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	111 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	111 di 130								

12.1.15 TRATTO COMPRESO TRA IL KM 14+924 ED IL KM 16+500

Il tratto interessa la stazione di Frasso Telesino e si colloca nel settore più settentrionale dell'area di intervento.

Il sottosuolo è costituito, almeno fino a 40m dal piano di campagna, dalla formazione piroclastica del Tufo grigio Campano in facies sciolta (TGCs).

L'area è del tutto pianeggiante e non presenta criticità geomorfologica.

La falda contenuta nelle piroclastiti è posta a profondità prossime al piano di campagna, variabili tra 3 e 5m a seconda del periodo stagionale di riferimento.

12.2 VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

L'intera variante si sviluppa nella Piana di Maddaloni (o Piana Campana) in un contesto geologico molto omogeneo pertanto verrà descritta unitariamente anche se nell'ambito di questo tratto sono presenti varie opere d'arte.

Il tratto inizia in affiancamento alla nuova linea, e lo schema geologico è quindi uguale a già precedentemente esposto. E' presente uno strato superficiale di piroclastiti dell'Unità di Caslanuovo-Casauria CCU (che include anche la coltre eluvio-colluviale) di spessore variabile da 2 a 5 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, di spessore che sembrerebbe costante in questo tratto, intorno ai 12 m. Al di sotto del tufo giallo è presente il tufo grigio campano in facies sciolta per spessori molto potenti (accertato fino a 55 m dal p.c. in sondaggi vicini) e nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

Tra le pk 1+030 e 1+830 circa il tracciato si sviluppa con un Viadotto ad archi su fondazioni dirette.

Lo schema geologico è del tutto analogo a quello precedente. Lo spessore del tufo litoide giallo varia da 7 a 12 m circa e al di sotto il Tufo Grigio Campano continua nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

Il viadotto continua, separata da una galleria artificiale che funge da spalla, con il VI-02 – Viadotto Canello, tra le pk 1+830 e 2+205 circa

Lo strato superficiale di piroclastiti si assottiglia leggermente da 3 a 4 m circa e anche il sottostante sovrapposto tufo litoide giallo rimane di spessore contenuto da 5 a 8 m circa. La sottostante facies sciolta del tufo grigio campano è stata qui accertata fino a 55 m dal p.c..

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>112 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	112 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	112 di 130								

La variante continua con un tratto in rilevato di altezza gradualmente decrescente fino a ricongiungersi alla linea esistente.

Anche in questo ultimo tratto è stato accertato lo stesso modello geologico di sottosuolo, con lo strato superficiale di piroclastiti di spessore variabile da 2 a 3 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, di spessore variabile da 5 a 9 m circa. Al di sotto del tufo giallo è presente sempre il tufo grigio campano in facies sciolta.

Vista la morfologia pianeggiante, dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto.

Sotto l'aspetto idrogeologico, si evidenzia invece la presenza dell'acquifero nei terreni piroclastici i cui livelli sono all'incirca sub-orizzontali in questo tratto a profondità tra 12 e 15 m dal piano di campagna e a quote assolute intorno a 25 m s.l.m.

La falda verrà quindi intercettata dai pali di fondazione del Viadotto Canello.

12.3 COLLEGAMENTO PER MARCIANISE

Lo schema di sottosuolo è del tutto analogo al primo tratto di linea al quale il tracciato è affiancato ed è rappresentato da uno strato superficiale di piroclastiti di spessore variabile da 2 a 5 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, anche questo di spessore variabile; nel senso delle progressive di questo tracciato il tufo litoide è assente nel primissimo tratto e poi aumenta gradualmente di spessore da 7 a 12m.

Al di sotto del tufo litoide è presente il tufo grigio campano in facies sciolta per spessori molto potenti (fino a 55 m dal p.c.) e nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

I sondaggi di riferimento sono: PNIF51R04, PE-S13 e 33, P8, PE-S09-10-40, PNIF51V03. Sono poi stati utilizzati i risultati dei pozzetti PE-PZ da 01 a 05 e 07 e delle prove penetrometriche PE-PC01-02-03.

I piezometri di riferimento per la misura della falda sono: P8, PE-S10, PNIF51V03, PNIF51R04, PE-S13 che hanno indicato una quota di falda tra 25 e 26 m s.l.m.

12.4 INTERCONNESSIONE NORD BINARIO PARI

Il tracciato è in gran parte affiancato al tracciato descritto in precedenza per poi affiancarsi alla linea storica. Di conseguenza le indagini di riferimento sono le stesse già commentate e lo schema di sottosuolo è del tutto analogo essendo rappresentato da uno strato superficiale di piroclastiti di spessore variabile da 2 a 5 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, anche questo di spessore variabile; nel

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>113 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	113 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	113 di 130								

senso delle progressive di questo tracciato, il tufo litoide è assente nel primissimo tratto e poi aumenta gradualmente di spessore da 7 a 12 m.

Al di sotto del tufo litoide è presente il tufo grigio campano in facies sciolta per spessori molto potenti (fino a 55 m dal p.c.) e nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

12.5 INTERCONNESSIONE NORD BINARIO DISPARI

Le condizioni sono analoghe a quelle descritte nel precedente paragrafo.

Il modello di sottosuolo è rappresentato da uno strato superficiale di piroclastiti (e-c che si interdigitano con CCU) di spessore variabile da 2 a 5 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, anche questo di spessore variabile; nel senso delle progressive di questo tracciato, il tufo litoide è assente nel primo tratto e poi aumenta gradualmente di spessore da 7 a 12 m.

Al di sotto del tufo litoide è presente il tufo grigio campano in facies sciolta per spessori molto potenti (fino a 55 m dal p.c.) e nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

12.6 ASSE PRINCIPALE BINARIO PARI DAPK 0+000 A PK 2+000

Il tracciato è affiancato all'asse principale già commentato nei precedenti paragrafi.

Lo schema di sottosuolo è rappresentato da uno strato superficiale di piroclastiti (che include anche la coltre eluvio-colluviale) di spessore variabile da 2 a 5 m circa, sovrapposto al tufo litoide giallo, anche questo di spessore variabile da 7 a 12 m nei primi 1200m circa di tracciato, per assottigliarsi progressivamente procedendo verso le progressive maggiori. Al di sotto del tufo giallo è presente il tufo grigio campano in facies sciolta per spessori molto potenti (accertato fino a 55 m dal p.c.) e nella sua litofacies classica e omogenea di piroclastiti sabbioso-limose grigie.

I piezometri di riferimento per la misura della falda sono: P8, PE-S10, PNIF51V03 che hanno indicato una quota di falda tra 25 e 26 m s.l.m.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>114 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	114 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	114 di 130								

13 CRITICITÀ GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

13.1 CRITICITÀ GEOLOGICHE

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale dell'Appennino meridionale. Per questo secondo aspetto, in particolare, si rimanda alla Relazione Sismica dove sono descritte in maniera dettagliata tutte le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed i principali elementi di pericolosità dal punto di vista sismico.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi di copertura fortemente eterogenei, sia dal punto di vista litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche.

Inoltre, nell'ambito delle piroclastiti, si segnala la presenza di porzioni più o meno ampie e potenti, di depositi limosi poco addensati, con livelli di pomici disfatte.

Dal punto di vista geologico-tecnico si segnala inoltre la criticità (operativa) legata all'attraversamento con i pali di fondazione profondi dei viadotti (ma anche di alcune paratie) di strati anche molto potenti di tufi litoidi di resistenza variabile da 2 a 5 MPa.

Per i viadotti si segnala anche l'attraversamento di grossi trovanti calcarei nell'ambito delle argille varicolori (trovanti in forma di olistoliti per spessori anche di alcuni metri); grossi blocchi calcarei sono anche segnalati all'interno delle piroclastiti nella zona del Rio Secco.

Un elemento di potenziale criticità geologica per le opere in progetto è rappresentato dai numerosi allineamenti strutturali e tettonici, che interessano buona parte dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in esame, in particolare nella galleria Monte Aglio. Tali elementi sono rappresentati, come detto, da thrust e faglie dirette o trascorrenti ad alto angolo, localmente responsabili della giustapposizione di litotipi con caratteristiche litotecniche profondamente differenti e spesso associate ad ampie fasce di deformazione tettonica.

Contatti tettonici sono segnalati anche in profondità, sepolti sotto la copertura alluvionale e piroclastica, in particolare nella zona dei viadotti di valle Maddaloni e San Michele.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>115 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	115 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	115 di 130								

13.2 CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio non presenta elementi di particolare criticità per le opere in progetto, in quanto i tratti all'aperto si sviluppano essenzialmente in settori di territorio sub-pianeggianti o a debole acclività, che limitano fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità. Mentre, nel tratto in galleria, sui versanti sono presenti fenomeni poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono generalmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale.

Alcune aree del tracciato sono sottoposte a perimetrazione dalle Autorità di Bacino Campania Centrale e Liri-Garigliano. Le due Autorità di Bacino (ora confluite nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale) hanno pubblicato i piani stralcio di assetto idrogeologico con le relative cartografie tematiche e di perimetrazione. Per l'AdB Campania Centrale il Piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015 (B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015); per l'AdB Liri Garigliano l'adozione del Piano è avvenuta da parte del Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 05/04/06 (G.U. n.164 del 17/07/2003) e approvato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con D.P.C.M. del 12/12/06. Le cartografie dei Piani sono disponibili nei siti web istituzionali.

Confrontando il tracciato di progetto con le cartografie delle suddette Autorità di Bacino emerge quanto segue.

L'AdB Campania Centrale segnala Aree a pericolosità P4 nella zona dell'imbocco sud della galleria Monte Aglio e ulteriori aree a pericolosità P3, P2 e P1 per l'intera dorsale del Monte Aglio.

La perimetrazione è illustrata nella figura seguente, in cui è riportato anche il tracciato in maniera sintetica.

Per una più corretta analisi sono stati sovrapposti gli "shapefiles" della perimetrazione alla cartografia di progetto georeferenziata. I risultati di questa sovrapposizione sono illustrati nello Studio di Compatibilità Idrogeologica (SCI) presentato al Distretto.

Come prima analisi si può evidenziare che le aree P4 sono individuate nella fascia di versante a maggiore pendenza alla base del rilievo montuoso (e tra queste le varie aree di cava) e le aree a pericolosità via via inferiore (P3, P2, P1) nella parte più alta dei versanti, dove le pendenze diventano progressivamente inferiori salendo in quota verso la cima della dorsale calcarea, con forme che diventano più arrotondate. Verosimilmente i criteri applicati per la perimetrazione della pericolosità sono stati quelli più vicini alla mappatura della "suscettibilità" di frana, con la pendenza a rappresentare il principale degli indicatori. È evidente che se non associato ad altri indicatori (primo fra tutti la litologia)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>116 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	116 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	116 di 130								

questo tipo di approccio conduce ad una mappatura del pericolo che associa le maggiori pendenze al maggiore pericolo e questo in effetti è quanto emerge dalla mappatura utilizzata dalla AdB.

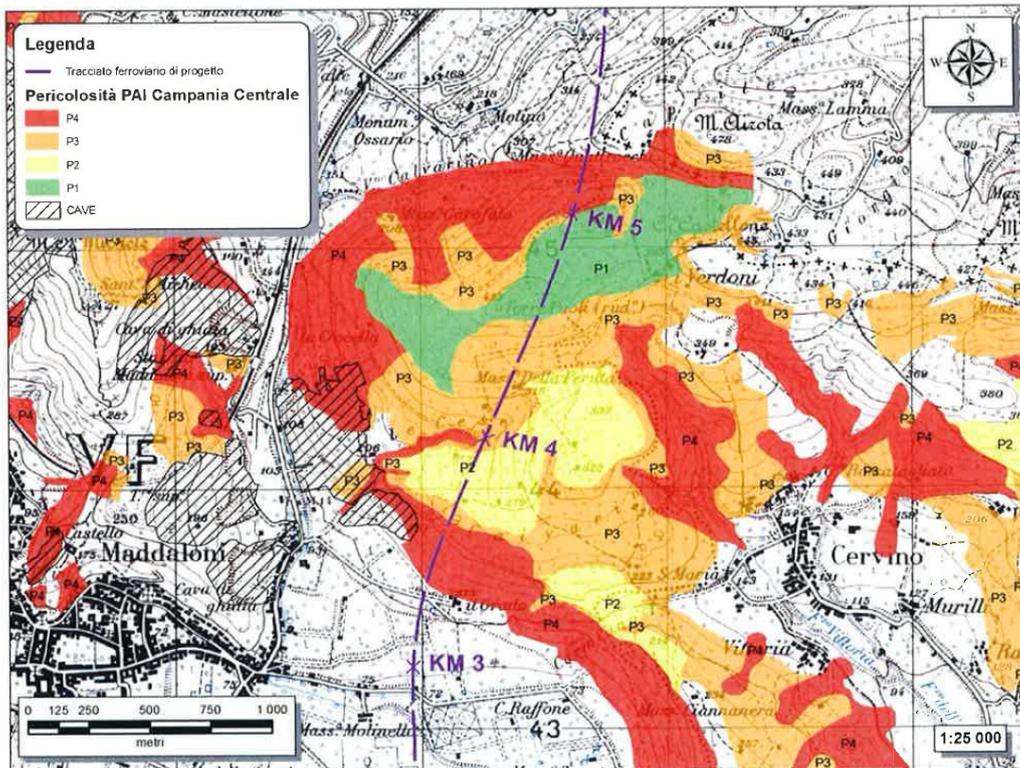


Fig. 17: – Stralcio della carta della Pericolosità tratta dal PAI Campania Centrale, tratto km 2+500÷5+500 circa.

Esaminando nel dettaglio la mappatura attraverso gli shapefiles si evidenziano in particolare due diverse interferenze con aree perimetrata P4.

- 1) La zona iniziale della galleria Monte Aglio, a partire dalla progressiva 3+350.
- 2) L'imbocco della prima finestra di accesso alla galleria Monte Aglio.

Per la prima zona si evidenzia che l'inizio dell'interferenza con la zona P4 avviene quando la galleria ha una copertura (distanza dal p.c.) rispetto alla calotta di circa 40m (che poi aumenta progressivamente procedendo verso l'interno della montagna). Questo è evidente dal profilo geologico riferendosi alla progr. 3+350. I sondaggi eseguiti in fase di progetto definitivo e poi quelli del progetto esecutivo, hanno confermato che la galleria si sviluppa in questa zona in calcari, quindi non vi sono presupposti per un rischio di instabilità di massa indotta dallo scavo della galleria.

La seconda zona ricade invece in corrispondenza del fronte di una cava non più in attività (Cava Tixon). Gli accertamenti eseguiti nella cava hanno in effetti evidenziato la presenza di dissesti tipici dei fronti di

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>117 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	117 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	117 di 130								

scavo molto acclivi e lasciati in stato di incuria. Per questo sito sono stati eseguiti specifici rilievi e indagini geomeccaniche anche tramite drone con tecnologia fotogrammetrica.

In tale quadro generale le analisi relative alle effettive condizioni di stabilità di queste aree e le implicazioni con l’inserimento del tracciato sono riportate nello SCI.

La mappatura dell’**AdB Liri-Garigliano** indica Aree a rischio molto elevato R4 e di alta attenzione A4 nella zona finale della Galleria Monte Aglio (tratto nord); anche in questo caso l’inizio della zona R4 (all’intorno della progr. 6+350) corrisponde ad un tratto della galleria in naturale con una copertura in calotta di circa 30m, mentre nelle zone a copertura inferiore e nella zona di imbocco il territorio non è perimetrato. Una interferenza con una zona di alta attenzione A4 è invece rilevabile in corrispondenza dell’imbocco della seconda finestra alla galleria Monte Aglio (vedi shapefile Allegato 2).

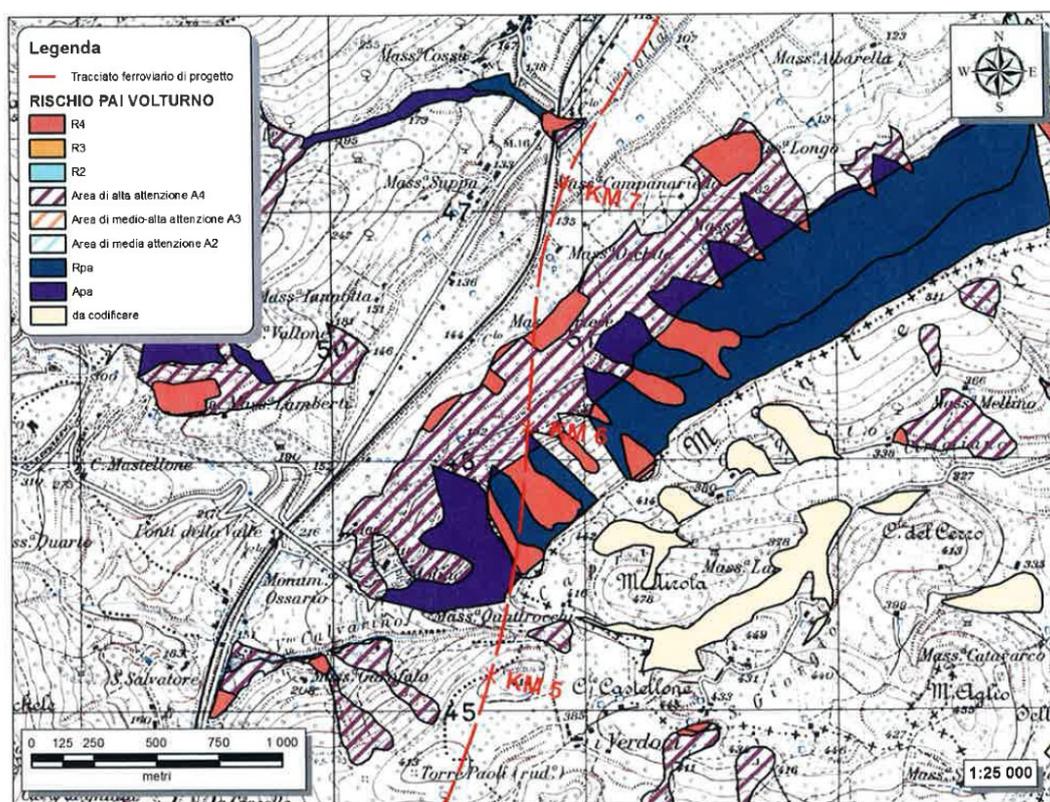


Fig. 18: – Stralcio della carta del Rischio tratta dal PAI dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno, km 4+500-7+500 circa. Per queste due zone sono state eseguite specifiche indagini e rilievi geomorfologici di dettaglio che hanno escluso la presenza di dissesti o indizi che possano indicare particolari criticità legate all’esecuzione dell’opera in progetto.

Nel tratto seguente e fino a Dugenta non vi sono interferenze dirette con aree a rischio o di attenzione. Tra le progr. 9+000 e 10+000 il tracciato si avvicina al versante perimetrato di alta attenzione A4, ma il

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>118 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	118 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	118 di 130								

tracciato si sviluppa in effetti in zona di pianura e tra il tracciato stesso e il piede del versante perimetrato c'è una fascia di territorio pianeggiante già occupata dall'attuale linea ferroviaria e da una strada.

Due aree di attenzione potenzialmente elevata (Apa) vengono intersecate dal tracciato in corrispondenza di due incisioni torrentizie (scavalcate con altrettanti viadotti).

Anche per queste aree sono state descritte, nello SCI, le effettive condizioni di stabilità e le implicazioni con l'inserimento del tracciato.

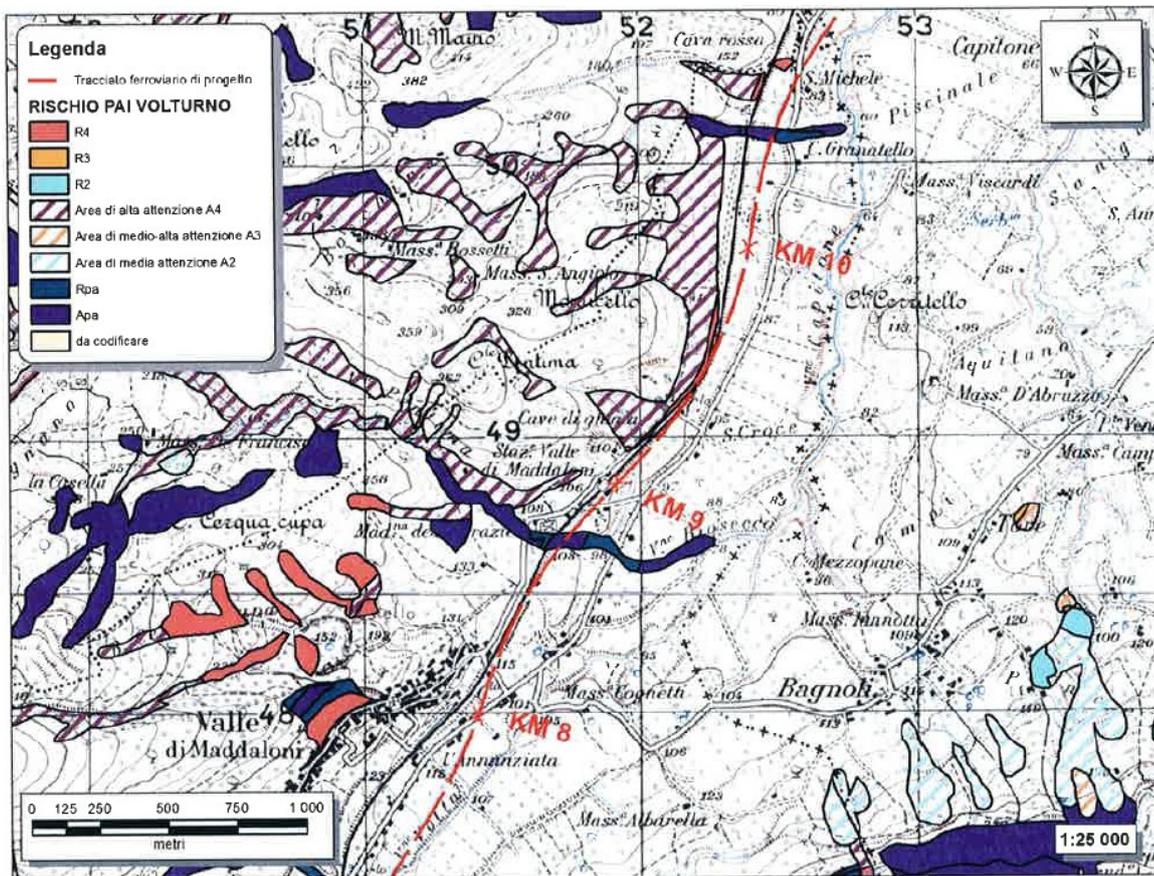


Fig. 19: – Stralcio della carta del Rischio tratta dal PAI dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno, km 7+500÷10+500 circa.

Complessivamente le condizioni di generale stabilità geomorfologica dell'area sono state confermate, dagli studi geomorfologici appositamente condotti per il presente studio, basati sia sul rilevamento di campo che su analisi fotointerpretative di dettaglio.

Specifici interventi sono stati previsti nell'area della Cava Tixon dove si prevede l'imbocco della finestra sud alla galleria Monte Aglio.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>119 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	119 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	119 di 130								

13.3 CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di falde idriche sotterranee all'interno dei differenti acquiferi individuati lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali falde infatti potrebbero rappresentare dei potenziali elementi di criticità per le opere in progetto, sia per le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che per la notevole influenza esercitata sul comportamento meccanico dei termini litologici attraversati.

I litotipi calcareo-dolomitici rappresentano degli acquiferi di una certa rilevanza dal punto di vista idrogeologico, sia per la discreta trasmissività dei terreni che per la variabile estensione areale e verticale degli stessi. In generale sono sede di corpi idrici di una certa rilevanza, soprattutto in corrispondenza delle dorsali carbonatiche più potenti ed estese. Tali acquiferi sono infatti caratterizzati da un deflusso idrico sotterraneo frazionato e fortemente eterogeneo, contenuto nelle porzioni più carsificate e fessurate dell'ammasso.

Le misure piezometriche eseguite hanno escluso una interferenza con la falda idrica profonda dell'acquifero carbonatico.

Locali interferenze con la falda sono da segnalare in corrispondenza dei due imbocchi e in particolare al contatto tra calcari e argille varicolori dove la forte differenza di permeabilità può generare tamponamenti (eventualmente anche locali e stagionali) alla circolazione idrica.

Le indicazioni emerse dallo studio idrogeologico, commentato in precedenza, fanno ritenere che i livelli idrici intercettati nei pressi del contatto tra calcari e argille varicolori siano differenziati rispetto all'acquifero profondo nei calcari e verosimilmente legati a circolazioni localizzate e/o a livelli piezometrici connessi al substrato impermeabile saturo.

Si tratta in particolare dei livelli piezometrici misurati nel sondaggio PNIF51G06 (tre misure da dicembre 2008 a febbraio 2009 poi confermate dalle misure recenti) nell'imbocco sud, e le misure del piezometro PE-S02 nell'imbocco nord.

Negli studi del Progetto definitivo non si escludeva *“un'eventuale interferenza diretta della falda con la quota della galleria di progetto, almeno in concomitanza delle fasi di ricarica e/o piena”*. I successivi studi hanno indicato che tale eventualità è confermata per le zone di imbocco, ma sarà comunque necessaria una verifica attraverso un ciclo di monitoraggio esteso per un congruo periodo, comunque superiore ad un ciclo stagionale completo.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>120 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	120 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	120 di 130								

Al riguardo di eventuali livelli piezometrici segnalati nelle argille varicolori si deve ricordare che si tratta di terreni argilloso-limosi e argilloso-marnosi che costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, ma la presenza di livelli piezometrici elevati è ovviamente indicazione di condizioni di saturazione. La potenzialità di rilascio di acqua gravifica è molto bassa, ma potrebbe localmente aumentare intercettando grossi trovanti e olistoliti calcarei fratturati, che potrebbero avere anche livelli idrici in pressione.

I litotipi vulcanici, per la loro estensione e trasmissività, rappresentano gli acquiferi di maggiore interesse nell'area di studio. Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero. Le importanti falde freatiche a carattere perenne sono spesso captate con pozzi per l'approvvigionamento idrico dei centri abitati presenti nella Piana Campana. Tali acquiferi sono spesso in comunicazione con le falde idriche dei sistemi alluvionali, a cui sono giustapposti sia lateralmente che verticalmente. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate.

Le misure piezometriche indicano che le uniche interferenze con tale falda sono da attribuire alla perforazione dei pali profondi dei viadotti.

Relativamente ai sedimenti alluvionali, si sottolinea la presenza di importanti falde freatiche in comunicazione con i terreni piroclastici che costituiscono il sottosuolo della Piana dell'Isclero (Valle Maddaloni). Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero e dalla presenza di importanti passaggi grossolani in corrispondenza delle antiche aste fluviali. Queste ultime presentano dei gradienti idraulici generalmente piuttosto bassi e, quasi sempre, sono caratterizzate da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. Tali acquiferi risultano alimentati, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non sono da escludere possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>121 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	121 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	121 di 130								

In questi casi le interferenze sono ancora solo con i pali di fondazione, ma interferenze dirette si segnalano per gli scavi dei plinti ubicati nelle aree di fondovalle del Torrente Capitone, Fiume Isclero e Torrente San Giorgio, che si approfondiscono al di sotto della falda e anche al di sotto del fondo alveo.

I depositi detritico-colluviali di copertura non presentano corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, sia per la scarsa trasmissività dei terreni che per il ridotto spessore degli stessi. Pertanto, la circolazione idrica avviene principalmente in senso verticale, tramite il passaggio delle acque meteoriche dalla superficie topografica alle falde più profonde degli acquiferi sottostanti. A tali coperture si collegano manifestazioni sorgentizie spesso effimere, che danno origine a circolazione di acque in superficie subito dopo gli eventi piovosi.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>122 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	122 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	122 di 130								

14 APPENDICE. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abate D., De Pippo T., Ilardi M. & Pennetta M. (1998) - *Evoluzione morfologica tardo-quadernaria della valle Caudina (Benevento, Italia)*. Il Quaternario, **11**, 255-265.
- Abruzzese V. (1979) - *La Campania antica dal Pleistocene all'età romana*. Electa Editore.
- AFTES GT32 (2012) - *Characterization of geological, hydrogeological and geotechnical uncertainties and risks*.
- Alessio G., Gorini A., Vilaro G. & Iannacone G. (1996) - *Low energy sequences in areas with high seismic potential: benevento (Southern Apennines), April 1990*. In: Schenk V. (ed), *Earthquake Hazard and Risk*. Springer Neatherlands, **1996**, 3-16.
- Allocca V. & Grasso T. (1998) - *L'idrostruttura dei Monti di Durazzano: idrodinamica, potenzialità e interconnessioni con gli acquiferi adiacenti*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Alvarez W., Coccozza T. & Wezel F.C. (1974) - *Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal*. Nature, **248**, 309-314.
- Amato A., Montone P. & Cesaro M. (1995) - *State of stress in southern Italy from borehole breakout and focal mechanism data*. Geophysical Research Letters, **22**, 3119-3122.
- APAT (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia: il Progetto IFFI. Metodologia, risultati e rapporti regionali*. Rapporti APAT, **78**.
- Aprile F., Brancaccio L., Cinque A., Di Nocera S., Guida M., Iaccarino G., Lambiase S., Ortolani F., Pescatore T., Sgrosso I. & Torre M. (1978) - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 161 (Isernia), 171 (Gaeta), 173 (Benevento), 209 (Vallo della Lucania)*. Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica
- Ascione A. & Cinque A. (2003) - *Le variazioni geomorfologiche indotte dalla tettonica recente in Appennino meridionale*. Il Quaternario, **16**, 133-140.
- Atkinson J. (1997) - *Geotecnica. Meccanica delle terre e fondazioni*. McGraw-Hill.
- Autorità di bacino Campania centrale (2015) - *Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*.
- Autorità di bacino Liri, Garigliano e Volturno (2006) - *Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*.
- Bally A.W., Burbi L., Cooper C. & Ghelardoni R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines*. Memorie della Società Geologica Italiana, **35**, 257-310.
- Baratta M. (1901) - *I terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni.
- Barbano M.S., Colombo F. & Zonno G. (1989) - *Preliminary results of seismic hazard assessment in the Sannio-Matese Area of Southern Italy*. Natural Hazard, **2**, 307-328.
- Barton N. & Choubey V. (1977) - *The shear strength of rock joint in theory and practice*. Rock Mechanics, **10**, 1-54.
- Bellucci F., Corniello A., De Riso R. & Russo D. (1990) - *Idrogeologia della piana a N-E di Napoli*. Memorie della Società Geologica Italiana, **45**, 339-349.
- Bernard P. & Zollo A. (1989) - *The Irpinia (Italy) 1980 earthquake: detailed analysis of a complex normal faulting*. Journal of Geophysical Research, **94**, 1631-1647.
- Bianchi G.W., Perello P., Venturini G., Dematteis A., Delle Piane L. & Damiano A. (2006) - *Determination of reliability in geological forecasts for tunnel projects: the method of the R-index and its application*. XIth International Congress for Mathematical Geology in Liege, 3-8 September, 2006.
- Bieniawski Z.T. (1989) - *Engineering rock mass classification*. John Wiley & Sons.
- Bigi S., Cosentino D., Parotto M., Sartori R. & Scandone P. (1992) - *Structural model of Italy. Scale 1:500,000*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Bisson M., Pareschi M.T., Zanchetta G., Sulpizio R. & Santacroce R. (2007) - *Volcanoclastic debris-flow occurrences in the Campania region (Southern Italy) and their relation to Holocene-Late Pleistocene pyroclastic fall deposits: implications for large-scale hazard mapping*. Bulletin of Volcanology, **70**, 157-167.
- Bonardi G., Ciarcia S., Di Nocera S., Matano F., Sgrosso I. & Torre M. (2009) - *Carta delle principali unità cinematiche dell'Appennino meridionale. Nota illustrativa*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **128**, 47-60.
- Boscaino M. (2000) - *Relazione tra tettonica estensionale plio-pleistocenica e assetto strutturale del gruppo del Camposauro (Appennino Meridionale)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **119**, 623-635.
- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) - *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. ING-S.G.A., con database su CD-ROM.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L. & Gasperini P. (2000) - *Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997*. Annali di Geofisica, **43**, 609-868.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>123 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	123 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	123 di 130								

- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. & Gasperini P. (1997) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 aC al 1980*. ING-SGA.
- Bosellini A. (1991) - *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. Italo Bovolenta Editore.
- Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F. (1989) - *Rocce e successioni sedimentarie*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- Brady B.H.G. & Brown E.T. (2006) – *Rock mechanics for underground mining*. Springer.
- Brancaccio A., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N. & Santo A. (1991) - *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the tyrrhenian flank of the southern Apennines (region of Naples, Italy)*. Zeitschrift fur Geomorphologie, **82**, 47-58.
- Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C. & Santangelo N. (1994) - *L'evoluzione delle pianure costiere della Campania: geomorfologia e neotettonica*. Memorie della Società Geografica Italiana, **53**, 313-337.
- Brocchini F., Principe C., Castradori D., Laurenzi M.A. & Gorla L. (2001) - *Quaternary evolution of the southern sector of the Campanian Plain and early Somma-Vesuvius activity: insights from the Trecase well*. Mineralogy and Petrology, **73**, 67-91.
- Brown E. (2002) – *A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion*. Rocsciences Inc..
- Bruschi A. & Crippa A. (2012) – *Prove geotecniche di laboratorio. Guida pratica per la soluzione delle problematiche interpretative e di previsione geotecnica*. Dario Flaccovio Editore.
- Bruschi A. (2004) - *Meccanica delle rocce nella pratica geologica ed ingegneristica*. Dario Flaccovio Editore.
- Bruschi A. (2010) – *Prove geotecniche in situ. Guida alla stima delle proprietà geotecniche e alla loro applicazione alle fondazioni*. Dario Flaccovio Editore.
- Budetta P. & De Risio R. (1982) - *Osservazioni sulla tettonica e sulla idrogeologia della media valle del F. Isclero a sud del Taburno*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **12**, 5-27.
- Budhu M. (2007) – *Soil mechanics and foundations (2nd edition)*. John Wiley & Sons.
- Buonanno A., Pertusati S. & Zuppetta A. (2007) - *Structural evolution of the Fortore Unit (Southern Apennines, Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **126**, 497-510.
- Burland J.B. (1990) – *On the compressibility and shear strength of natural clays*. Géotechnique, **3**, 467-488.
- Butler B.C.M. & Bell J.D. (1996) - *Lettura e interpretazione delle carte geologiche*. Zanichelli Editore.
- Calcaterra D., Parise M., Palma B. & Pelella L. (1999) - *The May 5th 1998, landsliding event in Campania (southern Italy): inventory of slope movements in the Quindici area*. In: Yagi N., Yamagami T. & Jiang J. (eds), Proceedings of International Symposium On Slope Stability Engineering. Balkema, **1999**, 1361-1366.
- Calcaterra D., Parise M., Palma B. & Pelella L. (2000) - *Multiple debris-flows in volcanoclastic materials mantling carbonate slopes*. In: Wieczorek G.F. & Naeser N.D. (eds), Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Balkema, **2000**, 99-107.
- Cantalamesa G., Chiochini U. & Cipriani N. (1988) - *Caratteri sedimentologici dei depositi sabbiosi del Pliocene inferiore -medio di Ariano Irpino (Appennino campano)*. Atti del 74° Congresso della Società Geologica Italiana, B 59 B 63.
- Canuti P. & Esu F. (1995) - *Glossario Internazionale per le frane*. Rivista Italiana di Geotecnica, **1995/2**, 143-150.
- Cappelletti P., Cerri G., Colella A., De Gennaro M., Langella A., Perrotta A. & Scarpato C. (2003) - *Post-eruptive processes in the Campanian Ignimbrite*. Mineralogy and Petrology, **79**, 79-97.
- Carannante G., Cesarano M., Pappone G. & Putignano M.L. (2012) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 431 Caserta Est*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Casadio M. & Elmi C. (1999) - *Il manuale del geologo*. Pitagora Editrice.
- Casati P. (1991) - *Scienze della terra*. Città Studi Edizioni.
- Casciello E., Cesarano M. & Pappone G. (2006) - *Extensional detachment faulting on the Tyrrhenian margin of the Southern Apennines contractional belt (Italy)*. Journal of Geological Society, **163**, 617-629.
- Cassinol C., Gillot P.Y. (1982) - *Range and effectiveness of unspiked potassium-argon dating: experimental groundwork and application*. In: Odin G.S. (ed), Numerical Dating in Stratigraphy. John Wiley & Sons, 160-179.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C. & Amato A. (2005) – *CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.0*. INGV-CNT.
- Castiglioni G.B. (1991) - *Geomorfologia (seconda edizione)*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- Celico P. & De Riso R. (1978) – *Il ruolo idrogeologico della valle caudina nella idrogeologia del Casertano e del Sarnese (Campania)*. Bollettino della Società dei Naturalisti di Napoli, **88**, 1-26.
- Celico P. & Guadagno F.M. (1998) - *L'instabilità delle coltri piroclastiche delle dorsali carbonatiche in Campania: attuali conoscenze*. Quaderni di Geologia Applicata, **5**, 129-188.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>124 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	124 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	124 di 130								

- Celico P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **14**, 3-97.
- Celico P. (1981) - *Studi idrogeologici sui massicci carsici dell'Appennino centro-meridionale*. Notiziario della sezione di Napoli del Club Alpino Italiano, **30**, 43-46.
- Celico P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionale, Abruzzo, Molise e Campania)*. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno, **4**, 1-225.
- Celico P. (1986) - *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore.
- Celico P., Civita M. & Corniello A. (1977) – *Idrogeologia del margine nordorientale della conca campana (massicci dei Tifatini e del M. Maggiore)*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **13**, 1-29.
- Celico P., De Gennaro M., Ferreri M., Ghiara M.R., Russo D., Stanzione D. & Zenone F. (1980) - *Il margine orientale della piana Campana: indagini idrogeologiche e geochimiche*. Periodico di Mineralogia, **49**.
- Celico P., De Vita P., Manacelli G., Scalise A.R. & Tranfaglia G. (2007) – *Carta Idrogeologica dell'Italia meridionale*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Celico P., Esposito L., De Gennaro M. & Mastrangelo E. (1994) - *La falda ad oriente della città di Napoli: idrodinamica e qualità delle acque*. Geologica Romana, **30**, 653-660.
- Cestari F. (1996) - *Prove geotecniche in sito*. Italgrafica Segale.
- Chiarabba C., Jovane L. & Di Stefano R. (2005) – *A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings*. Tectonophysics, **395**, 251-268.
- Chiessi V., D'Orefice M., Giovagnoli M.C., Graziano R. & Vita L. (2003) - *Colate rapide di fango: un caso di studio nel territorio comunale di S. Felice a Cancello (CE)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **122**, 405-420.
- Ching J. & Hsu W.-C. (2008) - *Approximate optimization of systems with high-dimensional uncertainties and multiple reliability constraints*. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, **198**, 52-71
- Chiocchini U. (2007) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 432 Benevento*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Ciaranfi N., Guida M., Iaccarino G., Pescatore T., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I., Torre M., Tortorici L., Turco E., Scarpa R., Cuscito M., Guerra I., Iannacone G., Panza G.G. & Scandone P. (1983) – *Elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **102**, 201-222.
- Cinque A. & Romano P. (2001) - *L'ambiente geologico della Campania: Evoluzione geomorfologica e caratterizzazione oro-idrografica*. In: Vallario A. (ed), *L'ambiente geologico della Campania*, 59-90.
- Cinque A., Ascione A. & Caiazza C. (2000) - *Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale*. CNR-GNDT, 203-218.
- Cinque A., Aucelli P.P.C., Brancaccio L., Mele R., Milia A., Robustelli G., Romano P., Russo F., Santangelo N. & Sgambati D. (1997) - *Volcanism, tectonics and recent geomorphological change in the bay of Napoli*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, **2**, 123-141.
- Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M. (1993) - *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surface geological features and deep lithospheric structures*. Annali di Geofisica, **36**, 249-260.
- Civita M. (1975) - *Idrogeologia*. In: Ippolito F., Nicotera P., Lucini P. Civita M. & De riso R. (eds), *Geologia tecnica per ingegneri e geologi*. Isedi.
- Civita M., De Masi R., De Risio R. & Vallario A. (1970) - *Possibilità di rinvenimento di nuove fonti di approvvigionamento idrico nella media valle dell'Isclero e nella bassa valle del Calore (Campania)*. Geologia Tecnica e Ambientale, **5**.
- CNR (1983) - *Neotectonic Map of Italy*. Litografia Artistica Cartografica.
- CNR-PFG (1985) – *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B.
- Cole P., Perrotta A. & Scarpati C. (1994) - *The volcanic history of SW part of the city of Naples*. Geological Magazine, **131**, 789-799.
- Coticelli S., D'Antonio M., Pinarelli L. & Civetta L. (2002) - *Source contaminations and mantle heterogeneity in the genesis of Italian potassic and ultrapotassic volcanic rocks: Sr-Nd-Pb isotope data from Roman Province and Southern Tuscany*. Mineralogy and Petrology, **74**, 189-222.
- Cornell C.A. (1968) - *Engineering seismic risk analysis*. Bulletin of Seismological Society of America, **58**, 1583-1606.
- Corniello A. & De Risio R. (1986) - *Idrogeologia e idrochimica delle sorgenti dell'Agro Telesino (BN)*. Geologia Applicata e Idrogeologia, **21**, 52-84.
- Corniello A. & Santo A. (1995) - *I dissesti della Basilicata Benedettina (XI secolo) di Sant'Angelo in Formis (Capua)*

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>125 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	125 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	125 di 130								

ed il complesso assetto geologico dell'area. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, **30**, 125-137.

Corniello A. (1988) - *Considerazioni idrogeologiche su talune acque minerali e termo-minerali della Provincia di Caserta*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 1053-1063.

Corniello A., Ducci D. & De Risio R. (1990) - *Idrogeologia e idrochimica della Piana Campana*. Memorie della Società Geologica Italiana, **45**, 351-360.

Corrado S., Di Bucci D., Naso G. & Butler R.W.H. (1997) - *Thrusting and strike-slip tectonics in the Alto Molise regione (Italy): implications for the Neogene-Quaternary evolution of the Central Apennine orogenic system*. Journal of the Geological Society of London, **154**, 679-688.

Cotecchia V. (1956) - *Gli aspetti idrogeologici del Tavoliere delle Puglie*. L'Acqua, **34**, 168-180.

Cremonini G. (1994) - *Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche*. Pitagora Editrice.

Crosta G.B. & Dal Negro P. (2003) - *Observations and modelling of soil slip-debris flow initiation processes in pyroclastic deposits: the Sarno 1998 event*. Natural Hazard and Earth System Sciences, **3**, 53-69.

Cruden D. M. & Varnes D.J. (1996) - *Landslide types and processes*. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (eds), *Landslides, Investigation and mitigation*. Transportation Research Board, Special Report, **247**, 36-75.

Cubellis E., Ferri M., Luongo G. & Obrizzo F. (2001) - *The roots of Mt. Vesuvius deduced from gravity anomalies*. Mineralogy and Petrology, **73**, 23-38.

Custodio E. (1978) - *Geohidrologia de terrenos e islas volcanicas*. Centro de Estudios Hidrographicos Publications, **128**.

D'Argenio B. (1967) - *Geologia del gruppo del Taburno-Camposauro (Appennini campano)*. Atti dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche, **3**, 6-7.

D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Accademia Nazionale dei Lincei, **183**, 49-72.

De Niscio G. (2007) - *Definizione della struttura litosferica del Somma-Vesuvio mediante tomografia sismica delle onde superficiali*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.

De Vivo B., Rolandi G., Gans P.B., Calvert A., Bohron W.A., Spera F.J. & Belkin H.E. (2001) - *New constraints on the pyroclastic eruptive history of the Campanian Volcanic Plain (Italy)*. Mineralogy and Petrology, **73**, 47-65.

Deino A.L., Orsi G., De Vita S. & Piochi M. (2004) - *The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera forming eruption (Campi Flegrei caldera - Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **133**, 157-170.

Del Gaudio V., Pierri P., Frepoli A., Calcagnile G., Venisti N. & Cimini G.B. (2007) - *A critical revision of the seismicity of Northern Apulia (Adriatic Plate - Southern Italy) and implication of seismogenic structures*. Tectonophysics, **436**, 9-35.

Del Prete S., de Riso R. & Santo A. (2004) - *Primo contributo sui sinkholes di origine naturale in Campania*. Atti Convegno sullo Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkhole e ruolo delle Amministrazioni statali e locali nel governo del territorio, 361-376.

Di Bucci D. & Tozzi M. (1992) - *La linea "Ortona-Roccamonfina": Revisione dei dati esistenti e nuovi contributi per il settore settentrionale (Media valle del Sangro)*. Studi Geologici Camerti, vol.spec. **1991/92**, 397-406.

Di Bucci D., Corrado S., Naso G., Parotto M. & Praturlon A. (1999) - *Evoluzione tettonica neogenico-quadernaria dell'area molisana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **118**, 13-30.

Di Bucci D., Massa B., Tornaghi M. & Zuppetta A. (2005) - *Structural setting of the 1688 Sannio earthquake epicentral area (Southern Italy) from surface and subsurface data*. Journal of Geodynamics, **40**, 294-315.

Di Crescenzo G. & Santo A. (1999) - *Analisi geomorfologica delle frane da scorrimento-colata rapida in depositi piroclastici della Penisola Sorrentina*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, **22**, 57-72.

Di Crescenzo G. & Santo A. (2013) - *Dati preliminari sull'assetto tettonico e fessurativo dei versanti carbonatici interessati da sinkhole nell'Appennino centro-meridionale*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, **93**, 219-238.

Di Girolamo P. & Stanzione D. (1973) - *Lineamenti geologici e petrologici dell'Isola di Procida*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, **29**, 81-125.

Di Girolamo P., Ghiara M.R., Lirer R., Munno R., Rolandi G. & Stanzione D. (1984) - *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **103**, 349-413.

Di Nocera S., Torre M. & Viti P. (1993) - *Le arenarie di Caiazzo nell'evoluzione tortoniano-messiniana dell'Appennino campano*. Atti Ticinesi di Scienze della Terra, **36**, 91-102.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>126 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	126 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	126 di 130								

- Di Staso A. & Giardino S. (2002) - *New integrate biostratigraphic data about the Saraceno Formation (North-Calabrian Unit, Southern Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **1**, 517-526.
- DISS Working Groupe (2010) – *Database of individual Seismogenic Sources (DISS)*, version 3.1.1., disponibile in internet all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>.
- Dogliani C., Moretti I. & Roure F. (1991) - *Basal lithospheric detachment, eastward mantle flow and Mediterranean geodynamics: a discussion*. Journal of Geodynamics, **13**, 47-65.
- Dramis F. & Bisci C. (1997) - *Cartografia geomorfologica. Manuale di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del territorio*. Pitagora Editrice.
- Esposito L. (1996) - *Studio delle modalità di contaminazione chimica dell'acquifero alluvionale a prevalente componente piroclastica del settore Sud - Orientale della Piana Campana (Campania – Italia)*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Ferrara.
- Essex R.J. (2007) - *Geotechnical Baseline Reports for Underground Construction*. ASCE.
- Faccioli E. & Paolucci R. (2005) - *Elementi di sismologia applicata all'ingegneria*. Pitagora Editrice.
- Fedele L., Morra V., Perrotta A., Scarpati C., Putignano M.L., Orrù P., Schiattarella M., Aiello G., D'Argenio B. & Conforti A. (2009) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 465 Isola di Procida*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Fedele L., Scarpati C., Lanphere M., Melluso L., Morra V., Perrotta A. & Ricci G. (2008) - *The Breccia Museo formation, Campi Flegrei, southern Italy: geochronology, chemiostratigraphy and relationship with the Campanian Ignimbrite eruption*. Bulletin of Volcanology, **70**, 1189-1219.
- Frepoli A. & Amato A. (2000) - *Spatial variation in stresses in peninsular Italy and Sicily from background seismicity*. Tectonophysics, **317**, 109-124.
- Galadini F., Meletti C. & Vittori E. (2000) – *Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie. Risultati del progetto 5.1.2. "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili"*, CNE Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, 1-30.
- Gasparini P. & Mantovani M.S.M. (1984) - *Fisica della terra solida*. Liguori Editore.
- GNDT (1996) – *Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe ZS 4.0*. Atti del Convegno Annuale del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, **1**, 119-135.
- Gonzalez de Vallejo L.I. (2005) – *Geoingegneria*. Pearson Education Italia.
- Goodman R.E. (1989) - *Introduction to rock mechanics*. John Wiley & Sons.
- Grassi D. & Tadolini T. (1992) – *Caratteristiche chimico-fisiche delle acque della falda carsica del Gargano*. CNR-GNDCI, **538**, 375-416.
- Gruppo di Lavoro CPTI (1999) – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN. 92 pp.
- Gruppo di Lavoro CPTI (2004) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV.
- Gruppo di Lavoro MPS (2004) – *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003*. INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile.
- Guadagno F.M., Piscopo V., Iesce M.T., Vecchiarelli R. & Aquino S. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica e potenzialità della bassa valle del fiume Calore (Campania)*. Quaderni di Geologia Applicata, **5**, 25-39.
- Guerrera F., Martin Algarra A. & Perrone V. (1993) - *Late Oligocene-Miocene syn-late-orogenic successions in western and central Mediterranean Chains from the Betic Cordillera to the southern Apennines*. Terra Nova, **5**, 525-544.
- Gunnink J., Maljers D. & Hummelman J. (2010) - *Quantifying uncertainty of geological 3D layer models, constructed with a-priori geological expertise*. IAMG 2010, Budapest.
- Hallam A. (1985) - *Interpretazione delle facies e stratigrafia*. Pitagora Editrice.
- Hoek E. & Brown E.T. (1997) – *Practical estimates of rock mass strength*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **34**, 1165-1186.
- Hoek E. & Marinos P. (2000) – *GSI: a geologically friendly tool for mass strength estimation*. Proceeding of GeoEng 2000 Conference, Melbourne, Australia.
- Hungr O., Leroueil S. & Picarelli L. (2014) - *The Varnes classification of landslide types, an update*. Landslides, **11**, 167-194.
- Hutchinson J.N. (1985) – *Mass movements*. In : Fair Bridge R.W. (ed): Encyclopaedia of geomorphology, 688-695.
- Hutchinson J.N. (1988) – *Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. Proceedings of 5th International Symposium on Landslides, 10-15.
- IAEG (2009) - *Recommendations for reliability quantification of the geological model in large civil engineering projects*.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>127 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	127 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	127 di 130								

- Incoronato A., Nardi G., Ortolani F. & Pagliuca S. (1985) - *The Plio-Quaternary Bagnoli Irpino-Calaggio torrent strike slip fault, Campania-Lucania (Southern Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **104**, 399-404.
- Ippolito F., Ortolani F. & Russo M. (1973) - *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Memorie della Società Geologica Italiana, **12**, 227-250.
- ISPRA (2012) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 431 (Caserta Est)*. Servizio Geologico d'Italia.
- ISRM (1975) - *Recommendations on Site Investigation Techniques*.
- ISRM (1978) - *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **15**, 319-368.
- ISRM (1979) - *Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **16**, 135-140.
- ISRM (1993) - *Metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose*. Rivista Italiana di Geotecnica, **1993/2**, 151-197.
- ISSMGE (2006) - *Recommended procedure for geotechnical ground investigations*. The International Tunnelling Insurance Group, 2006. The Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works.
- ITA/AITES (2004) - *Accredited Material - Guidelines for tunnelling risk management: International Tunnelling Association, Working Group No. 2. Tunnelling and Underground Space Technology*, **19**, 217-237.
- Katz O., Reches Z. & Roegiers J.C. (2000) - *Evaluation of mechanical rock properties using a Schmidt hammer*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **37**, 723-728.
- Kiratzis A. (1994) - *Active seismic deformation in the Italian peninsula and in Sicily*. Annali di Geofisica, **37**, 27-45.
- Lambe T.W. & Whitman R.V. (1997) - *Meccanica dei terreni*. Dario Flaccovio Editore.
- Lancellotta R. (2004) - *Geotecnica (terza edizione)*. Zanichelli Editore.
- Lanzo G. & Silvestri F. (1999) - *Risposta sismica locale. Teoria ed esperienze*. Hevelius Edizioni.
- Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Monaco C. (1990) - *Tettonica a thrust neogenica nella catena appenninico-maghebide: esempi dalla Lucania e dalla Sicilia*. Studi Geologici Camerti, vol. suppl. **1990**, 19-26.
- Luongo G., Cubellis E., Obrizzo F. & Petrazzuoli S.M. (1991) - *A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of neapolitan area*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **48**, 173-185.
- Maggiore M., Masciale R., Massari R., Pappagallo G., Passarella G. & Vurro M. (2004) - *Caratteri idrostrutturali del Tavoliere di Puglia ed elaborazione di una carta geolitologica a finalità idrogeologiche*. Geologi e Territorio, **2/2004**, 6-16.
- Maggiore M., Nuovo G. & Pagliarulo P. (1996) - *Caratteristiche idrogeologiche e principali differenze idrochimiche delle falde sotterranee del Tavoliere di Puglia*. Memorie della Società Geologica Italiana, **51**, 669-684.
- Magliulo P., Russo F. & Pignone M. (2004) - *Studio geomorfologico e sismologico di faglie attive nella Valle Telesina (Appennino campano)*. Atti dell'8^a Conferenza Nazionale ASITA, **2**, 1389-1394.
- Magliulo P., Russo F. & Valente A. (2007) - *Tectonic significance of geomorphological features in the Telesina Valley (Campanian Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **126**, 397-409.
- Malinverno A. & Ryan W.B.F. (1986) - *Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. Tectonics, **5**, 227-245.
- Manfredini M. (1963) - *Schema dell'evoluzione tettonica della penisola italiana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **84**, 101-130.
- Mariucci M. T. & Muller B. (2003) - *The tectonic regime in Italy inferred from borehole breakout data*. Tectonophysics, **361**, 130-134.
- Mayer G.B. (1964) - *Hydrostratigraphic Units*. Journal of Hydrology, **2**, 124-129.
- Meletti C. & Montaldo V. (2007) - *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag*. Progetto DPC-INGV S1.
- Meletti C. & Valensise G. (2004) - *Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo*. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Meletti C., Patacca E. & Scandone P. (2000) - *Construction of a seismo-tectonic model: The case of Italy*. Pure and Applied Geophysics, **157**, 11-35.
- Milia A. (1997) - *Evoluzione tettono-stratigrafica di un bacino peritirrenico: il Golfo di Napoli*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Montone P., Amato A. & Pondrelli S. (1999) - *Active stress map of Italy*. Journal of Geophysical Research, **104**, 25595-25610.
- Montone P., Mariucci M.T., Pondrelli S. & Amato A. (2004) - *An improved stress map for Italy and surrounding regions (central Mediterranean)*. Journal of Geophysical Research, **109**, B10.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>128 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	128 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	128 di 130								

- Morbidelli L. (2003) - *Le rocce e i loro costituenti*. Bardi Editore.
- Moretti M., Pieri P., Ricchetti G. & Spalluto L. (2011) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 396 San Severo*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) - *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di un modello strutturale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **35**, 177-202.
- Ogniben L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Memorie della Società Geologica Italiana, **8**, 453-763.
- Orsi G., De Vita S. & Di Vivo M. (1996) - *The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **74**, 179-214.
- Orsi G., Di Vito M.A. & Isaia R. (2004) - *Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera*. Bulletin of Volcanology, **66**, 514-530.
- Orsi G., Di Vito M.A., Selva J. & Marzocchi W. (2009) - *Long-term forecast of eruption style and size at Campi Flegrei caldera (Italy)*. Earth and Planetary Science Letters, **287**, 265-276.
- Ortolani F. (1974) - *Faglia trascorrente pliocenica dell'Appennino campano*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **93**, 609-622.
- Ortolani F. (1978) - *Alcune considerazioni sulle fasi tettoniche mioceniche e plioceniche dell'Appennino meridionale*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **97**, 609-616.
- Panizza M. (1993) - *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica.
- Pantosti D. & Valensise G. (1990) - *Faulting mechanism and complexity of the Novembre 23, 1980, Campani-Lucania Earthquake, inferred from surface observations*. Journal of Geophysical Research, **95**, 15319-15341.
- Papa L. (2011) - *Tufi vulcanici nel costruito storico: vulnerabilità e possibili trattamenti per la conservazione e il restauro*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Sassari.
- Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R. & Sassi F.P. (1992) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000, Guida al Rilevamento*. Quaderni serie III, **1**.
- Patacca E. & Scandone P. (1989) - *Post Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab*. In: Boriani A., Bonafede M., Piccardo G.B. & Vai G.B. (eds), *The lithosphere in Italy: Advances in Earth Science Research. Atti dei Convegni Lincei*, **80**, 157-176.
- Patacca E. & Scandone P. (2007) - *Geology of the Southern Apennines*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **7**, 75-199.
- Patacca E., Sartori R. & Scandone P. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: Kinematic relations since late Tortonian times*. Memorie della Società Geologica Italiana, **45**, 425-451.
- Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N. & Santini U. (1992) - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. **1991/92**, 417-441.
- Peccherillo A. (2005) - *Plio-Quaternary volcanism in Italy: Petrology, geochemistry, geodynamics*. Springer.
- Perello P. (2011) - *Estimate of the reliability in geological forecasts for tunnels: toward a structured approach*. Rock mechanics and rock engineering, **44**, 671-694.
- Perrotta A. (1992) - *Evoluzione vulcanologica dei Campi Flegrei tra 20000 e 12000 anni e dinamica dell'eruzione della Breccia Museo*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Perrotta A., Scarpati C., Luongo G. & Morra V. (2006) - *The Campi Flegrei caldera boundary in the city of Naples*. In: De Vivo B. (ed), *Volcanism in the Campania Plain: Vesuvius, Campi Flegrei and Ignimbrites*. Elsevier, *Developments in Volcanology*, **9**, 85-96.
- Pescatore T. & Sgroso I. (1973) - *I rapporti tra la piattaforma Campano-Lucana e la piattaforma Abruzzese-Campana nel Casertano*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **92**, 925-938.
- Pescatore T., Sgroso I. & Torre M. (1971) - *Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene dell'Appennino campano-lucano*. Memorie della Società Naturalistica di Napoli, **80**, 337-408.
- Pierrì P., Del Gaudio V. & Calcagnile G. (2008) - *Ridefinizione della zonazione sismogenetica della Puglia settentrionale e implicazioni per le stime di pericolosità*. Atti del Convegno GNGTS, Sessione 2.2.
- Pino N.A., Palombo B., Ventura G., Perniola B. & Ferrari G. (2008) - *Waveform modeling of historical seismograms of the 1930 Irpinia earthquake provides insight on "blind" faulting in southern Apennines (Italy)*. Journal of Geophysical Research, **113**, B05303.
- Porfido S., Esposito E., Luongo G. & Maturano A. (1988) - *I terremoti del XIX secolo dell'Appennino Campano-lucano*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 1105-1116.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>129 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	129 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 001	A	129 di 130								

- Postpischl D. (1985) – *Atlas of isoseismal of Italian earthquakes*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Principe C., Rosi M., Santacroce R. & Sbrana A. (1987) - *Explanatory notes to the geological map*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 11-51.
- Revellino P., Guadagno F.M. & Hungr O. (2006) - *Criteri morfologici e modellazione dinamica nella valutazione della suscettibilità da frana lungo versanti carbonatici nell'Appennino Campano*. Giornale di Geologia Applicata, **3**, 159-166.
- Riccardi L. (1927) - *Telesia. Ricordi e Speranze*. Tipografia Nazzareno Borrelli.
- Ricchetti E., Salvemini A. & Tadolini T. (1989) – *A hydrogeological study in a sample area of the Apulian Tavoliere between Ortanova and Cerignola*. Atti del Congresso Internazionale Geingegneria, **1**, 533-540.
- Ricci Lucchi F. (1980) - *Sedimentologia*. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice.
- Romano P., Santo A. & Voltaggio M. (1994) - *L'evoluzione geomorfologica della pianura del F. Volturno (Campania) durante il tardo Quaternario (Pleistocene medio-superiore - Olocene)*. Il Quaternario, **7**, 41-56.
- Rosi M. e Sbrana A. (1987) - *Phlegrean Fields*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 133-144.
- Rossi D. (1857) - *Sulle acque minerali di Telese e sullo Stabilimento dei Bagni quivi costruito*. Annali Civili del Regno delle due Sicilie, Napoli, **61**, 121.
- Roure F., Casero P. & Vially R. (1991) - *Growth processes and melange formation in the southern Apennines accretionary wedge*. Earth and Planetary Science Letters, **102**, 395-412.
- Santacroce R. (1987) - *Somma-Vesuvius*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 53-104.
- Santangelo N. (2011) - *Nuovi dati sulla stratigrafia e sull'evoluzione tardo-quadernaria-olocenica del bordo settentrionale della Piana Campana*. Rendiconti online della Società Geologica Italiana, **12**, 87-90.
- Santo A., Ascione A., Del Prete S., Di Crescenzo G. & Santangelo N. (2011) - *Collapse sinkholes distribution in the carbonate massifs of central and southern Apennines*. Acta Carsologica, **40**, 95-112.
- Santo A., Del Prete S., Di Crescenzo G. & Rotella M. (2007) - *Karst processes and slope instability: some investigations in the carbonate Apennine of Campania (southern Italy)*. In: Parise M. & Gunn J. (eds), Natural and Anthropogenic Hazards in Karst areas: Recognition, Analysis and Mitigation. Geological Society of London, Special Publication, **279**, 59-72.
- Sartori R. (1989) - *Evoluzione neogenico-recente del bacino tirrenico e suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*. Giornale di Geologia, **51**, 1-39.
- Scandone R., Bellucci F., Lirer L. & Rolandi G. (1991) - *The structure of the Campania Plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy)*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **48**, 1-31.
- Scarsella (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000. Foglio 172 Caserta*. Servizio Geologico d'Italia.
- Scesi L., Papini M. & Gattinoni P. (2003) - *Geologia applicata*. Casa Editrice Ambrosiana.
- Scherillo A., Franco E., Di Girolamo P. & Stanzione D. (1966) - *Guida alle forme crateriche della Campania settentrionale*. Atti dell'Accademia Pontiniana, **15**, 49-52.
- Scrocca D. & Tozzi M. (1999) - *Tettagenesi mio-pliocenica dell'Appennino molisano*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **118**, 255-286.
- Scrocca D., Sciamanna S., Di Luzio E., Tozzi M., Nicolai C. & Gambini R. (2007) - *Structural setting along the CROP-04 deep seismic profile (Southern Apennines - Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **7**, 283-296.
- Servizio Geologico d'Italia (1971) - *Carta geologica d'Italia: Foglio 172 (Caserta)*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Stucchi M., Camassi R., Rovida A., Locati M., Ercolani E., Meletti C., Migliavacca P., Bernardini F. & Azzaro R. (2007) – *DBMI04, il Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*.
- Tanzini M. (2001) - *Gallerie: Aspetti geotecnici nella progettazione e costruzione*. Dario Flaccovio Editore.
- Tanzini M. (2002) - *L'indagine geotecnica*. Dario Flaccovio Editore.
- Torre M., Di Nocera S. & Ortolani F. (1988) - *Evoluzione post-tortoniana dell'Appennino meridionale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 47-56.
- Tucker M.E. (1996) - *Rocce sedimentarie. Guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi*. Dario Flaccovio Editore.
- Valensise G. & D'Addezio G. (1994) – *Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro*. ING Publications, **559**, 34 pp.
- Valensise G. & Pantosti D. (2001) – *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review*.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>130 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	130 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 001	A	130 di 130								

Journal of Seismology, **5**, 287-306.

Vallario A. (1992) - *Frane e territorio. Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio*. Liguori Editore.

Vannucci G. & Gasperini P. (2004) – *The new release of the database of Earthquake mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA vers. 2)*. *Annali di Geofisica*, suppl. **47**, 307-334.

Varnes D.J. (1978) - *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington.

Venisti N., Calcagnile G., Del Gaudio V. & Pierri P. (2004) - *Combined analysis of seismic and gravimetric data in Adriatic plate*. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **142**, 89-100.

Venturini G., Damiano A., Dematteis A., Delle Piane L., Fontan D., Martinotti G. & Perello P. (2001) - *L'importanza dell'affidabilità del Modello Geologico di Riferimento negli studi per il tunneling*. *Geitalia 2001 3° Forum Italiano di Scienze della Terra –FIST*, Chieti, 5-8 settembre, 426-427.

Vilardo G., Nappi R., Petti P. & Ventura G. (2003) – *Fault geometries from the space distribution of the 1990-1997 Sannio-Benevento earthquake: inference on the active deformation in Southern Apennines*. *Tectonophysics*, **363**, 259-271.

Westaway R. (1992) – *Revised hypocentre and fault rupture geometry for the 1980 November 23 Campania-Basilicata earthquake in southern Italy*. *Geophysical Journal International*, **109**, 376-390.

Zanchetta G., Sulpizio R. & Di Vito M.A. (2004) - *The role of volcanic activity and climate in alluvial fan-growth at volcanic areas: an example from southern Campania (Italy)*. *Sedimentary Geology*, **168**, 249-280.