

**Lavori di razionalizzazione della viabilità di S. Giovanni Rotondo e realizzazione dell'asta di collegamento da San Giovanni Rotondo al capoluogo dauno - 4° Stralcio - S.S. 693 SVV del Gargano - S.S. 89 Garganica - Collegamento Vico del Gargano - Mattinata Tratto Vico del Gargano - Vieste**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**COD. BA322**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - SIPAL - TECNIC - GDG - ICARIA - AMBIENTE**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Adriano Turso  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Taranto n° 1400

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Domenico Belcastro  
Ordine dei Geologi della Regione Calabria n°218

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**IL RESPONSABILE DI PROGETTO**

Dott. Ing. Marianna Grisolia

**IL COLLABORATORE DEL R.U.P.**

Dott. Ing. Alberto Sanchirico

**IL R.U.P.**

Dott. Ing. Rocco Lapenta

**PROTOCOLLO**

**DATA**

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**



Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Ing. T. Berti Nulli  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. E. Bartolucci  
Dott. Ing. L. Spaccini  
Dott. Ing. L. Casavecchia  
Dott. Geol. G. Cerquiglino  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Arch. C. Presciutti  
Dott. Agr. F. Berti Nulli  
Dott. M. De Tursi

**MANDANTI:**



Dott. Ing. A. Turso  
Dott. Ing. J. Turaglio  
Dott. Ing. F. Stoppa  
Dott. Ing. A. Dipierro



Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. C. Consorti  
Dott. Ing. E. Loffredo  
Dott. Ing. S. Sacconi



Consulting Engineers  
Prof. Ing. S. Canale  
Dott. Ing. C. Sanna  
Dott. Ing. C. Nardi  
Dott. Ing. F. Volonni  
Dott. Ing. M. Schinco



società di ingegneria  
Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. F. Macchioni  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. V. Piunno



consulenza e ingegneria  
esperienza per il cliente  
Dott. Ing. A. Lucioni  
Dott. Arch. M. Paglini  
Dott. Arch. F. Marsiali  
Dott. M. Pizzato  
Agr. M.T. Colacresi



**GEOLOGIA**

**Relazione geologica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-GE00-GE0-RE03-C			
BA322	F 22	CODICE ELAB.	T00GE00GE0RE03	C	-
C	Revisione a seguito istruttoria interna Anas	02/2023	J. Turaglio	D. Belcastro	A. Turso
B	Revisione a seguito di nota CSLPP	11/2022	J. Turaglio	D. Belcastro	A. Turso
A	Emissione	07/2022	J. Turaglio	D. Belcastro	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	10
3.1	CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI GENERALI DELL’AREA OGGETTO DI INTERVENTO .....	10
3.1.1	Il fenomeno del Carsismo.....	17
4	IDROGEOLOGIA DELL’AREA IN ESAME .....	18
4.1	L’ACQUIFERO SUPERFICIALE E L’ACQUIFERO PROFONDO .....	19
5	GEOMORFOLOGIA .....	21
6	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	27
7	LA CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO PRODOTTA .....	29
7.1	LA CARTA GEOLOGICA.....	29
7.2	LA CARTA GEOMORFOLOGICA .....	29
7.3	LA CARTA IDROGEOLOGICA.....	30
7.4	IL PROFILO GEOLOGICO .....	30
7.5	LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA .....	31
7.6	CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	32
8	PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE - AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA - NOVEMBRE 2005 .....	33
8.1	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.....	33
8.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA .....	34
9	SISMICITÀ .....	38
9.1	LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO .....	38
9.2	PARAMETRI SISMICI: PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DETERMINAZIONI CON GEOSTRU PS .....	40

9.3	TETTONICA (FAGLIE CAPACI, SORGENTI SISMICHE) .....	42
9.3.1	Individuazione del sistema di Faglie Capaci (da Database “Ithaca”).....	42
9.3.2	I meccanismi sorgente .....	45
9.3.3	Il modello ZS9.....	46
9.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA SISMICITÀ DELL’AREA .....	46

## 1 PREMESSA

Nell’ambito della redazione del progetto di fattibilità della S.S. 89 Garganica – Lavori di razionalizzazione della viabilità di San Giovanni Rotondo e Realizzazione dell’asta di collegamento da San Giovanni Rotondo al Capoluogo Dauno - 4<sup>a</sup> Stralcio – S.S. 693 SVV del Gargano – S.S. 89 Garganica – Collegamento Vico del Gargano – Mattinata – Tratto Vico del Gargano – Vieste, viene redatta la presente relazione geologica.

Lo studio si è basato su:

- una approfondita ricerca dei dati bibliografici esistenti sulla tratta;
- acquisizione di indagini geognostiche e geofisiche pregresse eseguite sulle aree di progetto;
- acquisizione delle cartografie tematiche disponibili (Carta Geologica d’Italia, in scala 1: 100.000 Foglio 157 “Monte S. Angelo”, Cartografia Geologica d’Italia – Progetto CARG – a cura dell’ISPRA – Foglio 1:50.000 n. 384 “Vico del Gargano”), presso autorità di bacino (PAI), comuni (Studi urbanistici comunali e Studi di Microzonazione sismica), Ispra (cartografia geologica tecnica e archivio fenomeni franosi);
- esecuzione di un sopralluogo e di rilievi geologici sul corridoio di progetto;
- esecuzione di un rilevamento geomeccanico costituito da n. 35 stazioni.

L’elaborazione di tutti i dati acquisiti in questa sede ha consentito di emettere i seguenti elaborati tematici:

- Report Indagini Geognostiche - T00-GE00-GEO-RE01
- Certificati Indagini Geognostiche T00-GE00-GEO-RE02
- Relazione Geologica – T00-GE00-GEO-RE03
- Relazione Geomeccanica – T00-GE00-GEO-RE04
- Carta Geologica – scala 1:2.000 -T00-GE00-GEO-CG01/06 (da 1 a 6)
- Carta Geomorfologica – scala 1:2.000 - T00-GE00-GEO-CG07/12 (da 1 a 6)
- Carta Idrogeologica – scala 1:2.000 - T00-GE00-GEO-CI01/06 (da 1 a 6)
- Carta della Pericolosità geologica – scala 1:10.000 - T00-GE00-GEO-CG13/14 (da 1 a 2)
- Profilo geologico – scala 1:2.000/1:2.000 - T00-GE00-GEO-FG01/06 (da 1 a 6):
- Carta della Vulnerabilità degli acquiferi - scala 1:10.000 - T00-ID00-IDR-CT01/02 (da 1 a 2)

## 1.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- D.M. LL.PP. 11.3.88. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali per il sostegno delle terre e delle opere di fondazione. G.U. Repubblica Italiana n.127.
- Circ. LL.PP. 24.09.1988 n.30483 Istruzione applicativa - Norme Tecniche per terreni e fondazioni.
- Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito – UNI.
- O.P.C.M. n.3274 del 2003 Il recente riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. E' in questa ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base al parametro Vs30.
- OPCM n.3316 del 02.10.2003 recante modifiche e integrazioni dell'OPCM n. 3274
- OPCM n.3431 del 03.05.2005, Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.
- Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.
- NTC 23 settembre 2005. Il 23 settembre 2005 vengono pubblicate in Gazzetta Ufficiale le nuove NTC, che contengono tutta la normativa italiana relativa alla progettazione degli edifici. È previsto che le nuove NTC entrino in vigore il 23 ottobre 2005; per la precisione in tale data inizia un periodo di 18 mesi di applicazione sperimentale durante il quale è possibile far riferimento alla vecchia normativa (legge 1086/1971, legge 64/1974).
- Decreto Legislativo n.152 del 3.03.2006 "Tutela dell'ambiente".
- O.P.C.M. 3519 del 2006. Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale, e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche. Tuttavia, questa Ordinanza non obbliga le Regioni a aggiornare tali afferenze.
- DM 14 gennaio 2008. Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in Gazzetta Ufficiale il DM 14 gennaio 2008 contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008.
- L'8 aprile del 2009 la Commissione Ambiente della Camera ha impegnato il Governo a rendere nel più breve tempo possibile obbligatoria l'applicazione del DM 14 gennaio 2008, abrogando la proroga al 30 giugno 2010.
- NTC 2018 – DM 08/2018 In data 17 gennaio 2018 è stato pubblicato il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 8/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" entrato in vigore il 22 marzo 2018 che ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui in data 21 gennaio 2019 sono state pubblicate le istruzioni per l'applicazione.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L’intervento in oggetto, della lunghezza di 17,800 km circa, rientra all’interno di 3 aree comunali: Vico del Gargano, Peschici e Vieste (Comune di Foggia); l’inizio del lotto è ubicato alle seguenti coordinate: 41°52’32.39’’N, 16°08’39.34’’E, mentre il termine del lotto è ubicato a: 41°54’31.54’’N 15°57’15.14’’. L’intervento prevede la realizzazione di 10 gallerie e 13 viadotti ex novo, mentre negli ultimi 8 km circa (Asse 2) lo stesso intervento prevede un allargamento, con varianti, della viabilità esistente.

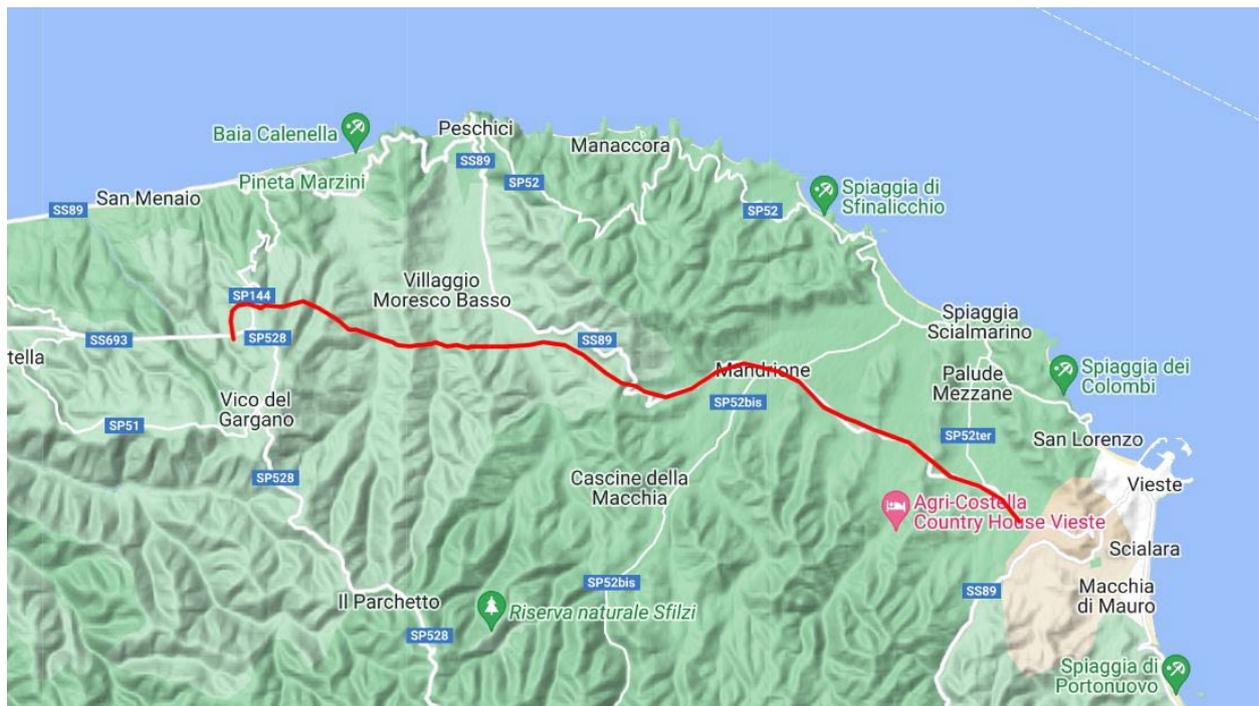


Figura 1 - Inquadramento geografico dell'asse stradale

### 2.1.1.1 Indagini geognostiche, geofisiche, geotecniche

E’ stata eseguita una campagna di indagini geognostiche programmata lungo il percorso, in considerazione del buon numero di opere in sotterraneo e dei diversi viadotti presenti.

Le indagini sono state articolate attraverso sondaggi geognostici in asse gallerie, ubicate sia presso gli imbocchi che nelle tratte di massima copertura, con termine del carotaggio qualche metro oltre l’arco rovescio; i pozzetti geognostici avranno lo scopo di chiarire la natura dei terreni nelle aree alluvionali, attraversate prevalentemente in rilevato (adeguamento del tracciato esistente).

Prove SPT in foro e prelievi di campioni (spezzoni di carote in roccia carbonatica) sono stati previsti per definire i parametri geomeccanici puntuali, unitamente a prove pressiometriche in foro, a prove di carico su piastra (queste ultime finalizzate a valutare la capacità portante nelle tratte in rilevato).

Con la geofisica (prospezioni MASW e stendimenti in onde P ed S) si tenderà a valutare lo spessore delle formazioni (in ragione di estensione rispetto a quanto ottenuto puntualmente con i sondaggi) e lo stato di

## Relazione Geologica

consistenza del materiale (densità) al fine di valutare il grado di omogeneità delle formazioni carbonatiche presenti; le stesse MASW avranno anche il duplice scopo di caratterizzare le formazioni da un punto di vista sismico, unitamente alle Down Hole, previste in alcuni fori di sondaggio, che forniranno, in tal senso, parametri ancora più precisi.

Il condizionamento di alcuni fori a piezometro consentirà la misura della falda (per i piezometri Casagrande si potrà avere il dato della falda a quota cavo galleria), mentre per due sondaggi si avrà un condizionamento con tubi inclinometrici (zone di imbocco galleria su cigli a forte pendenza);

Inoltre, in anticipo rispetto allo svolgimento della campagna delle indagini, è stata effettuata una accurata campagna di rilievo geomeccanico di superficie, con l'individuazione di 35 punti di stazione, opportunamente ubicati rispetto alle principali opere esistenti, che hanno fornito un quadro molto significativo delle condizioni di resistenza dell'ammasso carbonatico.

Le indagini sono state distinte in Fase 1 (campagna eseguita) e Fase 2 (di approfondimento, **in fase di esecuzione, di cui vengono allegati i sondaggi finora realizzati**).



Figura 2 - A sx lo Scoglio di Pizzomunno, presso Vieste, che simboleggia la tenacità della formazione del calcare tipo Scaglia; a dx un esempio della difficoltà di carotaggio nella Scaglia stessa, con il materiale che si frantuma e si disgrega, alterandosi completamente, con il carotiere semplice; le carote leggermente più integre, ma con perdita di buona parte del prelievo, usando il doppio carotiere.

Le indagini di Fase 1 sono iniziate in data 21/06/2022 (ditta Apogeo srl di Altamura (BA)) ed i risultati sono riportati negli elaborati T00-GE00-GEO-RE01 - Report Indagini Geognostiche e T00-GE00-GEO-RE02 - Certificati Indagini Geognostiche.

Durante la campagna di indagine si sono registrati alcuni inconvenienti come il rinvenimento di liste di selce frequenti, che hanno comportato il rallentamento delle operazioni di perforazione, o addirittura il blocco delle stesse per rottura delle corone diamantate.

I report relativi ai sondaggi ed alle MASW vengono allegati alla presente relazione; i sondaggi contengono anche i risultati delle prove SPT effettuate nonché i risultati delle prove con Pocket Penetrometer; anche i piezometri, n. 1 a tubo aperto e 4 del tipo Casagrande, sono stati installati e misurati a cadenza settimanale, fornendo i risultati indicati (stabili quanto a escursioni).

Relazione Geologica

La Fase 2, di approfondimento, con ulteriori indagini dello stesso tipo, finalizzata ad avvalorare talune deduzioni di carattere geo-stratigrafico, sismico e geotecnico-geomeccanico, è stata, ad oggi, realizzata in parte:

S1\_PZ\_30.0m

S2\_PZ\_30.0m

S3\_DH\_35.0m

S4\_PZ\_20.0m

S6\_PZ\_50.0m, con Prova pressiométrica a 28.70 e Prova dilatometrica a 39.50.

S7\_PZ\_30.0m

S9\_DH\_35.0m

S12\_PZ\_40.0m, con Prova dilatometrica a 18.50 e 27.50.

S15\_PZ\_100.0m

S19\_DH\_30.0m

S20\_PZ\_25.00m

S22\_PZ\_25.00m

S23\_PZ\_35.0m

S26\_DH\_35.0m

S27\_20.0m

S29\_PZ\_20.0m

S30\_PZ\_20.0m

S31\_PZ\_25.0m

S33\_PZ\_25.0m

Relazione Geologica

<b>Indagini fase 1</b>	<b>Numero</b>	<b>Lunghezza totale (m)</b>
Sondaggi a carotaggio continuo	9	322
Sondaggi ambientali e Pozzetti	18	36
Piezometri a tubo aperto	2	30
Piezometri Casagrande	5	130
Inclinometri	0	0
Prove SPT	8	
<b>Prove pressiometriche</b> o, in alternativa	9	
<b>Prove dilatometriche</b>		
Prove Down-Hole	2	55
Prelievo campioni litoidi		
Prelievo campioni rimaneggiati	17	
Stendimenti sismici a rifrazione in onde P e S		
Prospezioni sismiche MASW	8	
Prove Lugeon	3	
Prove carico su piastra	7	
Prove compressione uniassiale		
Prove compressione uniassiale su roccia		
Determinazione massa volumica	20	
Analisi granulometrica setacci e sedim.	13	

Figura 4 - Indagini realizzate Fase 1

<b>Indagini fase 2</b>	<b>Numero</b>	<b>Lunghezza totale (m)</b>
Sondaggi a carotaggio continuo	33	1225 (235 m distr.)
Pozzetti	5	9
Piezometri a tubo aperto	10	180
Piezometri Casagrande	14	460
Inclinometri	1	30
Prove SPT	50	
<b>Prove pressiometriche</b> o, in alternativa	23	
<b>Prove dilatometriche</b>		
Prove Down-Hole	7	235
Prelievo campioni litoidi	62	
Prelievo campioni rimaneggiati	50	
Stendimenti sismici a rifrazione in onde P e S	6	4745
Prospezioni sismiche MASW	12	
Prove Lugeon	8	407
Prove carico su piastra	5	
Prove compressione uniassiale	18	
Prove compressione uniassiale su roccia	45	
Determinazione massa volumica	62	
Analisi granulometrica setacci e sedim.	55	

Figura 3 - Programma Indagini Fase 2, in parte realizzati

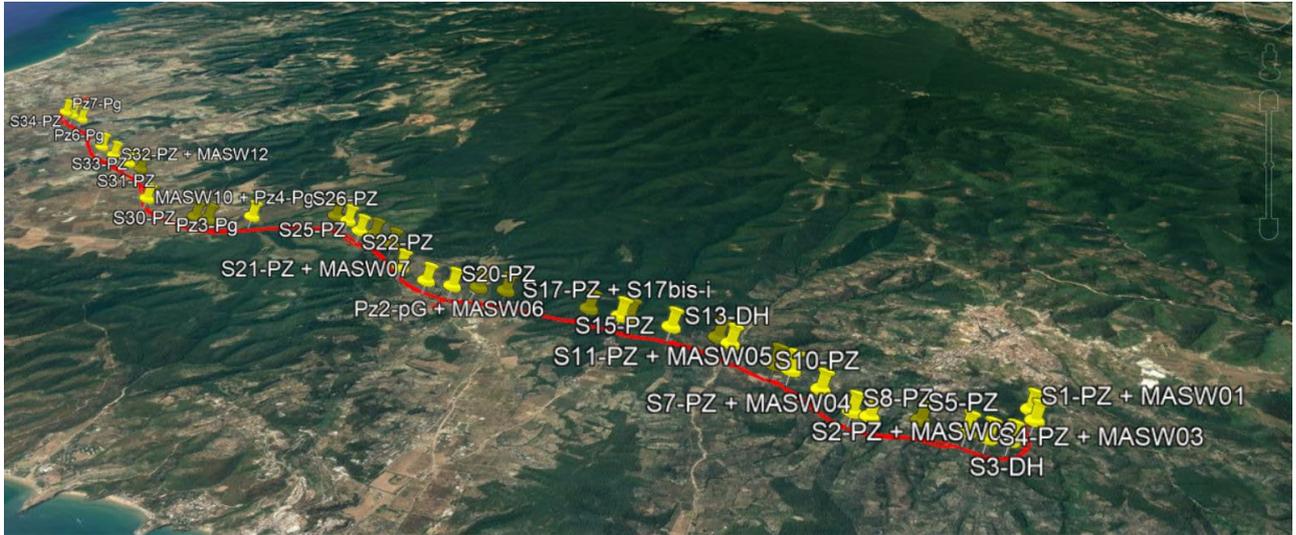


Figura 5 - Ubicazione dei punti di indagine riportata su Google Earth

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

#### 3.1 CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI GENERALI DELL’AREA OGGETTO DI INTERVENTO

Il promontorio del Gargano, da un punto di vista strutturale, fa parte della piattaforma carbonatica cosiddetta “Apula”, termine strutturale decisamente prioritario nella paleogeografia dell’area mediterranea, nel Mesozoico inserita nel dominio oceanico della Tetide.

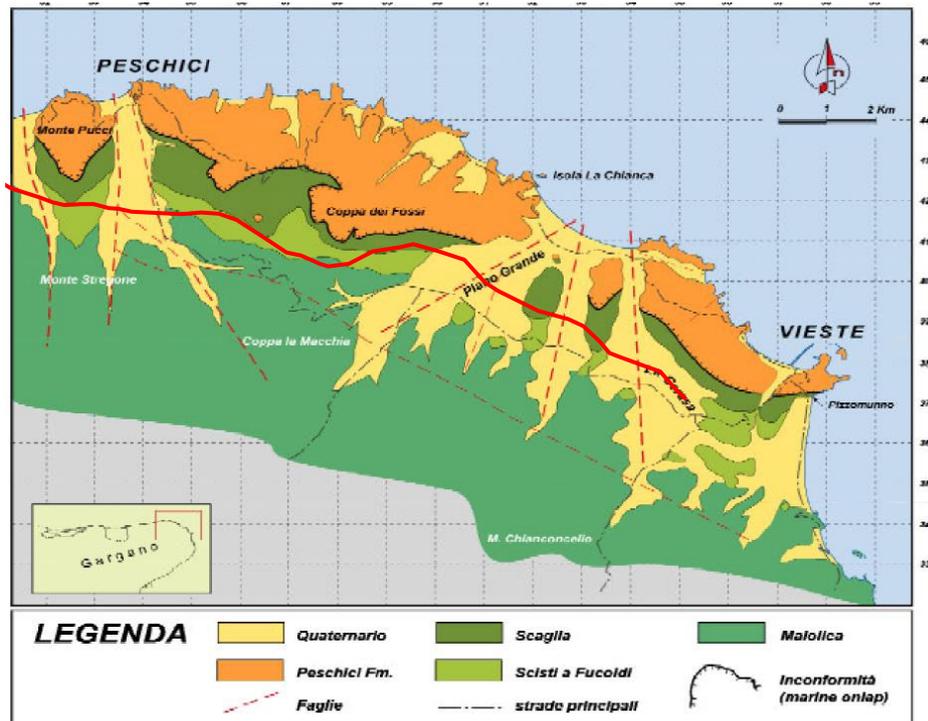


Figura 6 - Carta geologica schematica dell'area con sovrapposizione dell'asse stradale

La struttura del Gargano appartiene, quindi, ad un blocco di avampaese, coinvolto marginalmente, e solo nelle strutture profonde, nella tettonica mio-pliocenica appenninica (qui le ipotesi sulla tettonica neogenica sono ancora incerte ma prevale la presunta vergenza dinarica) ma purtuttavia fagliato e piegato, con un morfotipo che, in prevalenza, è costituito da un grosso anticlinale orientato NNO-SSE, asse coassiale con l’andamento delle principali direttrici tettoniche.

Tale situazione geostrutturale fa sì che il promontorio del Gargano, a struttura prevalentemente carbonatica di piattaforma, nel settore più occidentale, con sedimenti via via di ambiente marginale, prima di scarpata, poi, procedendo verso est, sempre più a caratteristiche bacinali, sia, ad oggi, bordato da strutture di bacino; abbiamo, infatti, il Bacino Ionico ad est, i sedimenti del bacino Umbro-Marchigiano a nord, mentre ad ovest una serie di faglie fanno immergere le strutture carbonatiche al di sotto della Fossa Bradanica.

Relazione Geologica

Il settore orientale, di interesse principale per il progetto in questione, risulta costituito prevalentemente da sedimenti di scarpata e di bacino depositatisi in “onlap”, cioè in discordanza stratigrafica e con giacitura che si è mantenuta suborizzontale, su un basamento deformato; l’età della deposizione varia tra il Giurassico sup. ed il Cretaceo inf., mentre dal Cretaceo sup. si è imposta, sulla superficie di tali depositi,



Figura 8 Paleogeografia Giurassico-Cretacea con evidenza degli ambienti differenti di formazione dei calcari (si osserva la presenza dei termini bacinali nell'area di interesse).

una intensa azione di incisione che ne ha disegnato l’attuale ambito geomorfologico, poi oggetto di riempimento quaternario.

Relazione Geologica

Verso la fine del Giurassico e durante il Cretaceo inferiore, il bordo della Piattaforma Apula fu colonizzato da organismi costruttori quali Spugne (*Ellipsactiniae*, Stromatoporoidi), Coralli e Rudiste. La continuità del margine biocostruito (Monte Sacro, Monte d’Elio) era interrotta in alcune aree da canali e da barre sabbiose (oolitiche e bioclastiche) in parte emerse (piccole isole con spiagge), che erano presenti anche in una larga area della zona di “retroscogliera”. L’area di piattaforma interna (S. Giovanni Rotondo, Sannicandro) era invece caratterizzata da un tipico ambiente peritidale. La zona di margine esterno passava gradualmente attraverso un pendio deposizionale ai depositi pelagici del Bacino Ionico.

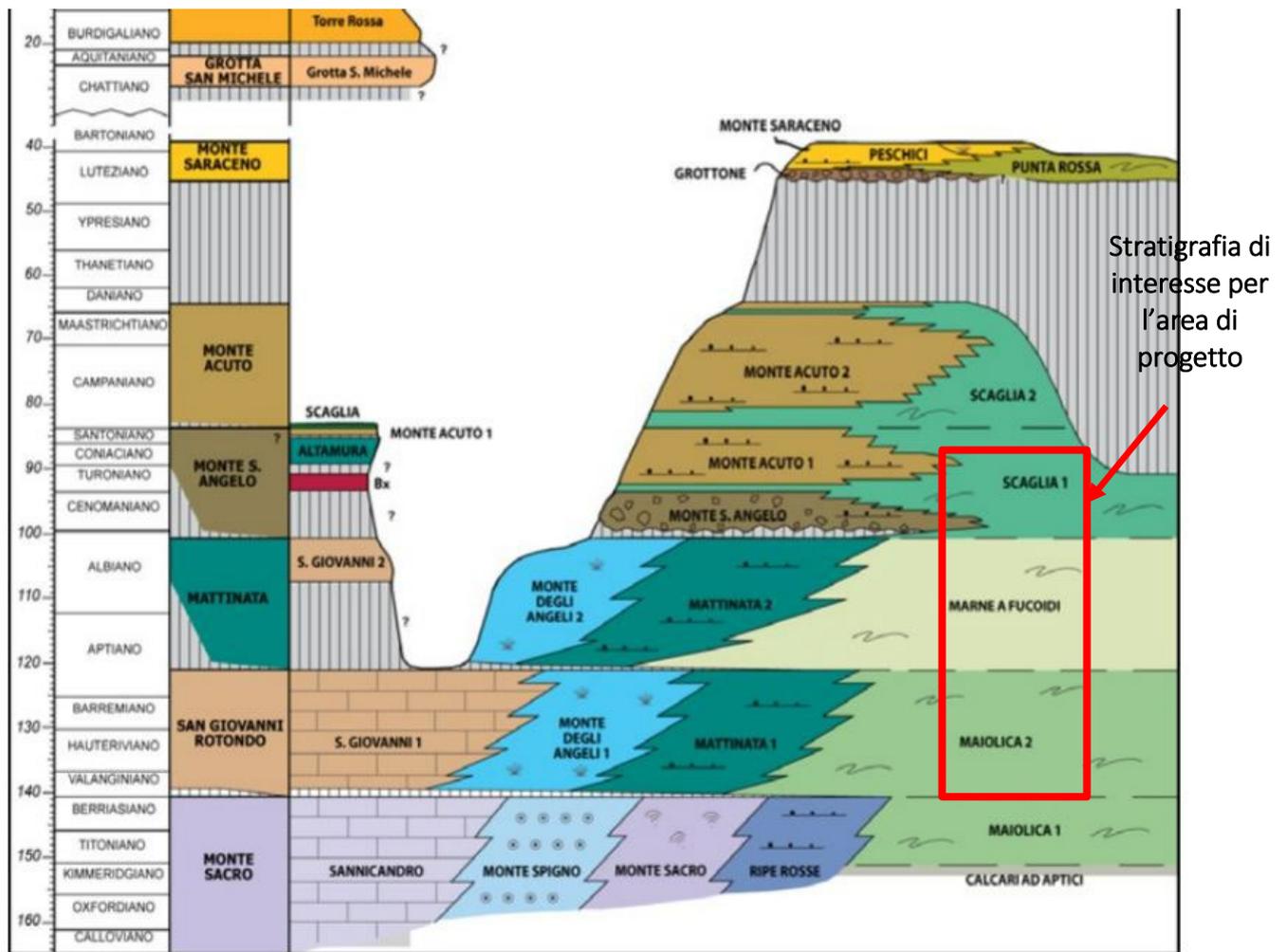


Figura 9 - Stratigrafia spaziale/temporale delle formazioni dell'avampaes garganico, con evidenziata la situazione locale (ambito di progetto)

Il profilo deposizionale del margine garganico, invece, è tipico delle piattaforme tetidee del Giurassico-Cretaceo inferiore, con angoli di scarpata nell’ordine dei 15°-28°; queste scarpate erano formate da una superficie inclinata del pendio deposizionale ricoperta in *onlap* da una spessa successione di calcari pelagici con selce (Maiolica).

## Relazione Geologica

Le relazioni geometriche e stratigrafiche direttamente visibili in campagna sono chiaramente inconformi.

Dopo un periodo di “normale” produzione ed evoluzione (Valanginiano p.p.-Aptiano p.p.), il margine e l’adiacente scarpata della Piattaforma Apula, furono improvvisamente inattivati durante l’Aptiano inferiore. Questo evento coincide con un cambio relativamente brusco della sedimentazione di mare aperto: i bianchi calcari micritici e selciferi ricchi in Cocoliti della Maiolica 2 sono sostituiti dai sedimenti marnosi e argillosi delle Marne a Fucoidi. L’inizio della deposizione delle Marne a Fucoidi, così ricchi in marne e con episodici livelli argillosi scuri ricchi di sostanza organica (*black shales*), fu un evento chiaramente legato dalla dinamica sedimentaria della Piattaforma Apula. Unità stratigrafiche dell’Aptiano-Albiano, equivalenti alle Marne a Fucoidi garganici, sono ben conosciute dalle Alpi meridionali fino agli Appennini e in larga parte dell’area mediterranea.

Gli eventi anossici cretacei, documentati dai livelli di *black shales*, avvennero a scala globale, legati a condizioni climatiche e oceanografiche mondiali. I meccanismi di innesco dei collassi del margine garganico possono essere legati a forti scosse sismiche associate all’incipiente sollevamento della Piattaforma Apula (migrazione dello stress intraplacca secondo Mindszenty et al. 1995), che culminò nella sua generale emersione durante l’intervallo Cenomaniano- Turoniano.

I tipici depositi bacinali della Piattaforma Apula sono rappresentati dal ben nota formazione della Maiolica.

Essa è costituita da calcari micritici bianchi, in strati sottili con liste e noduli di selce. In questi calcari bianchi sono abbondanti i microfossili quali Calpionellidi e Nannoconus. Nel Gargano questa unità è interessata da vari tipi di deformazione sinsedimentaria. Numerosi piegamenti intraformazionali (slumps) e dicchi sedimentari sono esposti in maniera spettacolare sia lungo le falesie tra Vieste e Mattinata sia lungo la strada costiera orientale. Uno dei più tipici affioramenti (anche il più fotografato) affiora vicino a Baia delle Zagare.

Le unità calcareo-silicee di bacino (Maiolica, Marne a Fucoidi, Scaglia,) affiorano nel settore orientale del Promontorio del Gargano e sono coeve alle successioni di piattaforma descritte nel precedente paragrafo (fig. 13.1).

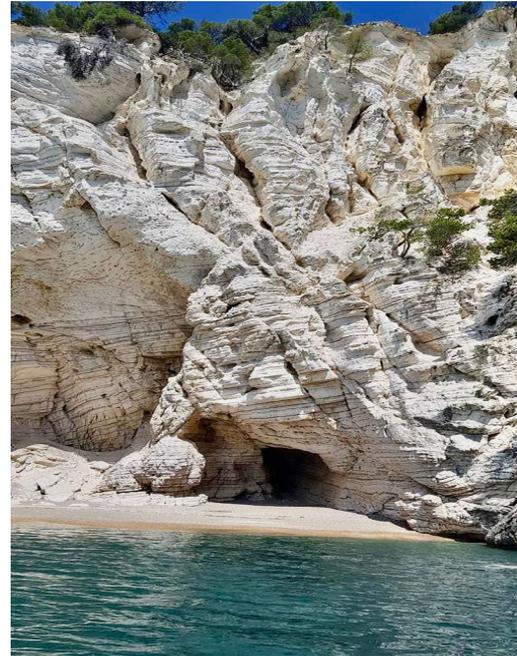


Figura 10 – Formazione dei calcari tipo Maiolica, con alternanza di bancate pervase da livelli di selce (quella inferiore) con altre a selce più rada (solo nuclei sparsi); è evidente, in quest’ultima, l’erosione molto più incisiva e tagliente rispetto alla prima.

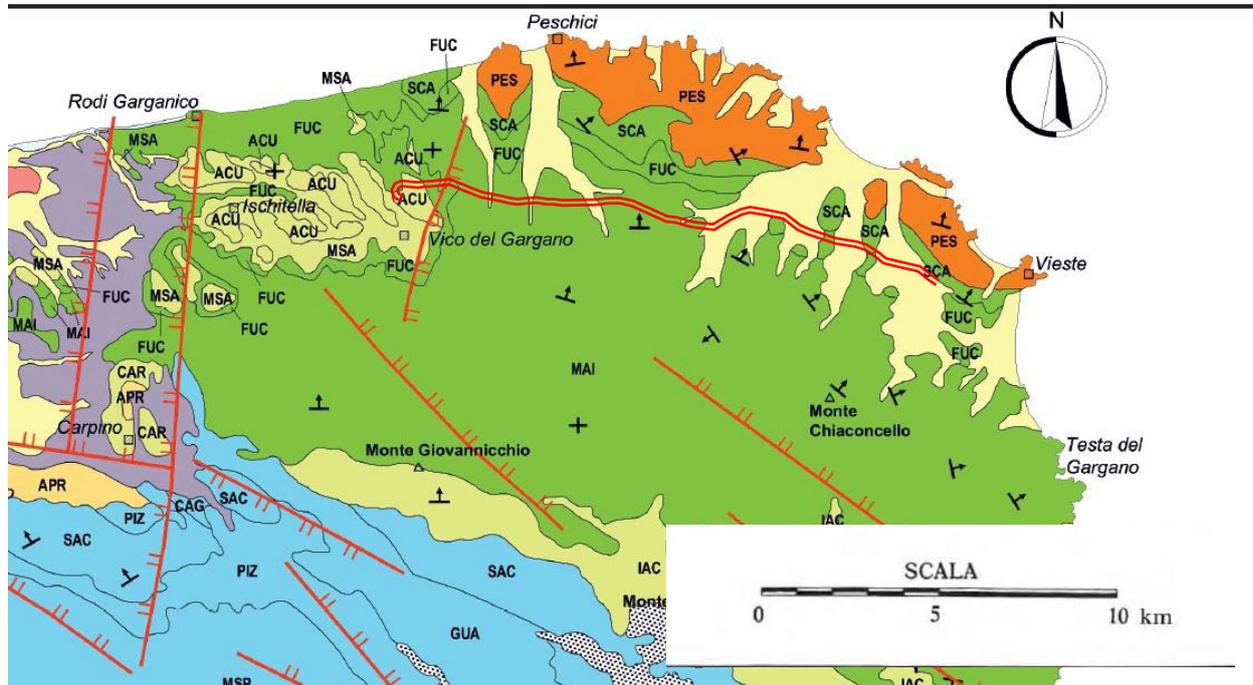


Figura 11 - Carta geologica aggiornata con le formazioni prevalenti indicate sulle campiture; si osserva il modesto affioramento dei calcari di MS Angelo, nel tratto iniziale, a W, che passano a Maiolica e, con attraversamento delle Marne a Fucoidi, si inseriscono nella Scaglia; la Scaglia viene attraversata in galleria anche lungo le creste emergenti dalla piana detritico-alluvionale (in giallo).

Le caratteristiche litologiche sono piuttosto uniformi in quanto queste unità sono costituite in prevalenza da calcisiltiti bianche e da calcari marnosi ben stratificati, con frequenti intercalazioni di liste e noduli di selce, come enunciato al capitolo 1, depositatisi in ambienti pelagici ed emipelagici di bacino, là dove la sedimentazione avveniva per continua decantazione di fanghi carbonatici e silicei, nei settori più prossimali alla Piattaforma Apula (PAVAN & PIRINI, 1966; MARTINIS & PAVAN, 1967; BOSELLINI et alii, 1993b; 1999).

La Maiolica affiora prevalentemente fra Vieste e Mattinata, con una successione monotona ed uniforme di micriti fossilifere passanti localmente a biomicriti, quindi è costituita da mudstone-wackestone in strati sottili e spessi (10-80 cm) con liste e noduli di selce, frequentemente coinvolti in piegamenti intraformazionali.

Le micriti fossilifere presentano una massa di fondo di calcite microcristallina a grana piuttosto uniforme che talora può includere chiazze più chiare di calcite a grana più grossa ed altre volte può risultare debolmente impregnata di argilla. I resti organici, rappresentati quasi esclusivamente da Radiolari e spicole di Spugne disposti in allineamenti sub paralleli, s’identificano in minuti aggregati granulari di calcite a grana fine-finissima.

Relazione Geologica

Spesso gli scheletri silicei sono stati completamente disciolti e se ne riconosce la forma nel contorno di piccolissimi vacuoli. In rari casi i Radiolari sono formati da aggregati di cristalli di quarzo o da sferuliti di calcedonio (MATTAVELLI & PAVAN, 1965). Come è noto, numerosi sono gli orizzonti a slump (scivolamenti gravitativi) facilmente individuabili tra gli strati. La stratificazione è netta e regolare, con uno spessore degli strati variabile da pochi cm fino a mezzo metro. Lo spessore della formazione è di 400 m circa, ed in alcune zone raggiunge anche 500 m.

La Scaglia è rappresentata da calcari micritici farinosi a liste e noduli di selce (radiolariti spongolitiche e spongoliti radiolaritiche), con livelli a slump, a cui si intercalano strati di marne e calcari marnosi silicizzati. Quando la porzione marnosa è abbondante, la stratificazione diventa più netta e regolare.

Lo spessore è di circa 400 m. Questa formazione geologica affiora prevalentemente fra Rodi Garganico e Vieste. Tra gli affioramenti di Scaglia più spettacolari è da annoverare il “faraglione” di Pizzomunno, uno scoglio, alto circa 27 m, rimasto sulla spiaggia isolato dalla falesia calcarea in seguito al processo di demolizione ad opera del mare, del vento e degli aerosol marini che tuttora hanno effetto sulla morfologia. Non è l’unico esemplare, in questo settore di coste alte e rocciose del Gargano, ma spicca tra gli altri per la valenza scenica e soprattutto per la facile fruibilità; infatti, esso si erge sulla spiaggia del Castello, ai piedi della falesia rocciosa su cui sorge il centro storico di Vieste, in corrispondenza del lungomare meridionale del centro abitato.

Tra le due formazioni bacinali localmente si interpone un corpo sedimentario lentiforme, con un massimo spessore di 120 m, costituito da depositi marnosi e da argilliti bituminose laminate (black shales) di ambiente anossico, noto con il nome formazionale di Marne a Fucoidi.

In definitiva, ricostruiamo una stratigrafia tipo, che si segue molto bene lungo il tracciato, abbiamo, dal basso verso l’alto:

**MAIOLICA**

Questa formazione è una delle unità bacinali del Giurassico superiore-Cretaceo inferiore meglio conosciute dell’intero Mediterraneo. Essa consiste di calcari micritici bianchi, in strati sottili, con liste e noduli di selce ricchi in Calpionellidi e



Figura 12 Affioramento in Maiolica con evidente fagliazione su piega (piega-faglia); la tettonica presente su questo settore del territorio apulo è importante, anche se con azione e rigetti molto più modesti rispetto al resto dell’appennino.



Figura 13 Affioramento in Maiolica con evidente slumping intraformazionale (frana sottomarina del fango carbonatico durante la deposizione, in ambiente di bacino); foto gentilmente concessa dal dott. R. De Ceglie.

Nannoconus. Piegamenti intraformazionali (slumpings), superfici di troncatura e dicchi sedimentari sono le caratteristiche più comuni e spettacolari di questa formazione.

### FORMAZIONE DELLE MARNE A FUCOIDI

Questa unità litostratigrafica, ricca in marne e black shales sedimentati durante eventi anossici (Cobianchi et al. 1997) (Fig.21), raggiunge uno spessore massimo di circa 120 m nel Gargano settentrionale (Morsilli 1994) e ricopre entrambe le formazioni della Maiolica 2 e della Mattinata 1. Essa rappresenta un brusco cambio nella sedimentazione del bacino ed è associata ad una fase di stasi nell'evoluzione della piattaforma. Nell'area di Monte S. Angelo, le Marne a Fucoidi si chiudono a cuneo contro la scarpata e risultano assenti sulla parte alta della piattaforma, dove sono presenti pochi metri di calcari pelagici o una superficie di inconformità.

### FORMAZIONE DI MONTE S. ANGELO

Questa unità rappresenta la base della omonima sequenza nel contesto di scarpata e base-scarpata. Nell'area tipo (area di Monte S. Angelo), essa è data da lenti di megabrecce con blocchi e clasti plurimetrici derivanti dallo smantellamento del margine del Cretaceo inferiore. Nell'area di Ischitella-Vico (Gargano settentrionale), breccie e calcitorbiditi gradate sono intercalate a calcari pelagici. Lo spessore, variabile tra le due aree, può raggiungere i 200 m. Questa formazione, di età compresa tra l'Albiano sommitale e il Cenomaniano (Neri & Luciani 1994), rappresenta l'accumulo sedimentario al piede della scarpata derivante da estesi collassi del margine della piattaforma.

### SCA- Scaglia (Cenomaniano-Paleocene p.p.)

Quest'unità è molto simile alla Maiolica ed è costituita da strati sottili di calcari micritici, leggermente farinosi, con liste e noduli di selce rossastra. Il faraglione di Pizzomunno e parte della falesia della vecchia Vieste sono costituiti da questa unità su cui giace in discordanza la Formazione di Peschici (Morsilli et al., 2004), quest'ultima non affiorante sull'area in esame.

### Detriti di falda

Sono accumulati in corrispondenza delle testate e lungo i fianchi delle valli oppure entro le vallette secondarie, specialmente nelle zone di affioramento dei Calcari tipo «maiolica» e dei Calcari tipo «scaglia». Si tratta di materiali incoerenti, costituiti da un minuto brecciume calcareo con abbondanti elementi di selce, in abbondante matrice limo-argillosa, che difficilmente raggiungono un certo spessore pur ricoprendo la roccia sottostante per estensioni notevoli. Rappresentano il risultato del disfacimento quaternario dei depositi carbonatici, come descritto nei paragrafi successivi, e contengono abbondante argilla

### Alluvioni terrazzate e non terrazzate

Rappresentano i prodotti rielaborati dell'azione esercitata dai corsi d'acqua lungo il reticolo fluviale, frutto dell'erosione d'incisione e di sponda che, in questo caso, oltre a produrre l'asportazione del sedimento per azione meccanica e gravitativa, genera anche un trasporto con radicale trasformazione del detrito e deposizione nell'area di fondovalle (dove insiste la tratta di progetto tra Peschici e Vieste, verso Vieste); i depositi terrazzati sono costituiti dai sedimenti di deposito più antichi, olocenici, costituiti da ghiaie e ciottoli di natura prevalentemente quarzosa con sabbia ghiaiosa calcarea, talora cementati, in parte erosi dall'azione fluviale conseguente ai processi combinati tettonica/abbassamenti e sollevamenti glacio-

eustatici; le alluvioni non terrazzate rappresentano invece il prodotto più recente, del periodo tardo glaciale, fino alle alluvioni attuali dei letti fluviali; sono entrambe formazioni che possono raggiungere anche qualche decina di metri di spessore.

### 3.1.1 Il fenomeno del Carsismo

I fenomeni carsici hanno quasi sempre ampio sviluppo nelle successioni carbonatiche di piattaforma infracretacee, mentre risultano molto meno frequenti o addirittura assenti nelle porzioni calcaree del Cretaceo sup. (COTECCHIA & MAGRI, 1966).

In particolare, il carsismo è molto sviluppato nel settore garganico compreso tra Rignano Garganico, Sannicandro Garganico, M. Sant’Angelo e Manfredonia, la cui morfologia è caratterizzata da estesi pianori a doline, e da svariate manifestazioni carsiche epigee (valli morte, depressioni, conche, campi carreggiati) ed ipogee (voragini e inghiottitoi).

Nel settore orientale del promontorio invece, a causa della minore frequenza di forme carsiche e inghiottitoi che caratterizzano le rocce calcaree a liste e noduli di selce, si osserva un maggiore sviluppo dell’idrografia superficiale. La fitta rete idrografica che caratterizza il Gargano orientale è costituita da valli ad andamento radiale, ripide e profondamente incise nelle testate, poco acclivi e svasate nella parte terminale, con netti spartiacque, anch’esse a carattere torrentizio (fig. 13).

## 4 IDROGEOLOGIA DELL'AREA IN ESAME

La distribuzione spaziale dei terreni a diverso grado di permeabilità determina, in particolari situazioni, una ripartizione dell'acqua di pioggia in acque di infiltrazione, di evaporazione e di ruscellamento nettamente diversa da quella dipendente dal grado di permeabilità intrinseco delle rocce affioranti. Si prenda ad esempio il caso, abbastanza frequente sul Gargano, di lembi di terreni di per sé scarsamente permeabili, o praticamente impermeabili, circoscritti in tutto o in massima parte da terreni molto permeabili: depositi eluviali e colluviali sovrastanti le masse calcaree, depositi alluvionali affioranti estesamente a ovest di Manfredonia, ecc.

L'acqua di ruscellamento scorrente su detti terreni è costretta dopo un percorso più o meno lungo a defluire sui terreni circostanti a più forte grado di permeabilità e quindi ad infiltrarsi. Da rilevare ancora che il grado di permeabilità intrinseco delle rocce non coincide sempre necessariamente con il grado reale di permeabilità agli effetti della circolazione idrica sotterranea. Ad esempio, i terreni miocenici dai quali sgorgano le scaturigini della sorgente Bagno (sorgente n. 14 di tav. II) o i calcari bianchi a grana fine con selci affioranti tra Testa del Gargano e Vieste, dai quali sgorgano oltre una sessantina di scaturigini, sono di per sé scarsamente permeabili; tuttavia, attraverso le loro rade fessure (rocce raramente permeabili), talora leggermente allargate dalla dissoluzione carsica, filtra una grande quantità di acqua, alimentata dalle formazioni molto permeabili situate immediatamente a ridosso.

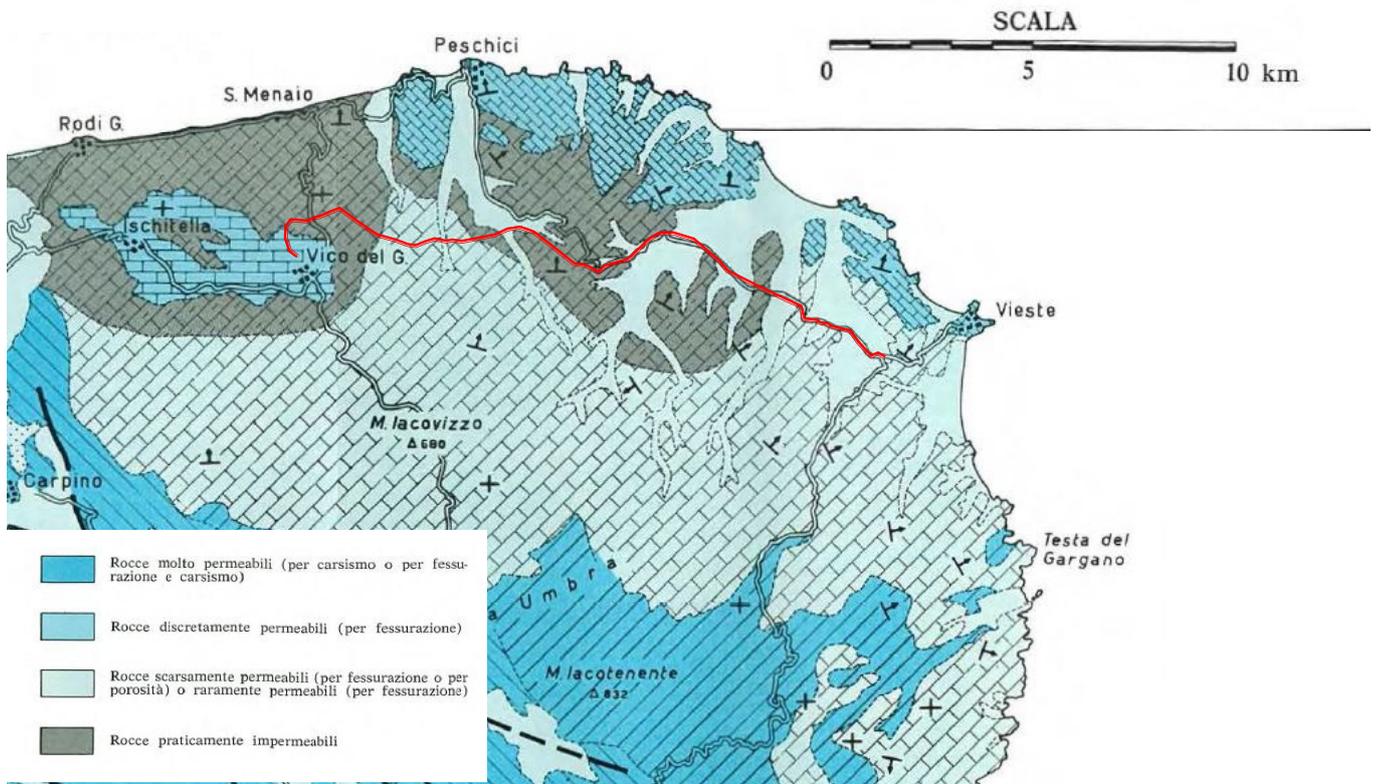


Figura 13 – Schema idrogeologico di superficie (da Cotecchia V., Magri G., "Idrogeologia del Gargano", CNR, 1966), ove si osserva lo snodo del tracciato in un ambito a scarsa permeabilità (Maiolica, Scaglia, detrito), mentre solo il Calcare di MS Angelo (presso Vico), carsico, mostra valori elevati di permeabilità.

Le principali unità idrogeologiche del Gargano corrispondono alla zona centro orientale, laddove si rinvencono calcari a grana fine, selciferi, di ambiente di piattaforma esterna o bacino, del tipo Scaglia e Maiolica, e alla zona occidentale dove sono presenti calcari con caratteri analoghi a quelli presenti nelle Murge, ad essi coevi, e riferibili ad un ambiente di piattaforma più interna. Nella zona orientale la permeabilità risulta bassa per la presenza di calcari con selce e la circolazione idrica sotterranea è di tipo preferenziale, sfruttando zone di maggiore fratturazione e principali condotti carsici. Tale circostanza è avvalorata dalla posizione delle sorgenti costiere, attraverso le quali la falda scaturisce in mare, raggruppate lungo limitati e definiti tratti di costa, a sud e nord della città di Vieste. Il grado di contaminazione salina dell’acqua di falda è elevato, con valori massimi fino a 6 g/l, riscontrati in corrispondenza delle principali sorgenti costiere, collegate a canalizzazioni carsiche.

Il Gargano orientale, a N.E della linea Rodi Garganico - Mattinata, è solcato da innumerevoli valli cataclinali, ad andamento pressochè radiale, in genere ripide e più fortemente incise nelle testate a debole pendenza e svasate nelle loro parti terminali; queste ultime non di rado sono colmate da depositi alluvionali. Il gran numero e la disposizione delle valli, in questa parte del promontorio, dipende dal fatto che il grado di permeabilità dei terreni è in media molto minore che nel Gargano occidentale e che le dislocazioni tettoniche non hanno visibilmente influenzato l’instaurazione della rete idrografica superficiale. Per le stesse ragioni il ciclo erosivo ha potuto qui raggiungere una fase di maturità.

Allo stesso modo la falda freatica, nei calcari Maiolica, Scaglia e nelle Marne a Fucoidi, tende a formare deboli acquiferi nelle fratture, appena carsificate, della roccia, con quantità comunque limitate, che sono gli acquiferi riscontrati dai sondaggi in corso di esecuzione, condizionati a piezometro; abbiamo, infatti, rilievi della piezometrica variabili:

- S25: 29.0 m. (10/7/22) – 32.20 m. (26/7/22);
- S21: 11.20 (2/7/22) – assente (26/7/22);
- S32: assente (1/7/22) – assente (26/7/22);
- S34: 17.20 (26/6/22) – 17.70 m. (26/7/22).
- S5: 11.20 m (16/7/22) – 25.40 m. (26/7/22)

Le possibilità di rinvenimento di falda in galleria sono dunque possibili, anche frequenti, ma non sussistono le condizioni per venute copiose e durature nel tempo; anche la stessa fratturazione non vede la presenza di grosse fratture, persistenti e carsificate, bensì reti regolari, poco carsificate e piuttosto spaziate, oltre che a bassa persistenza. Si osservano delle oscillazioni piezometriche tra i livelli misurati a 48 ore dall’installazione del piezometro rispetto alla misura effettuata dopo 2-3 settimane (in stagione estiva molto secca).

#### 4.1 L’ACQUIFERO SUPERFICIALE E L’ACQUIFERO PROFONDO

Dallo schema idrogeologico profondo (da Cotecchia V., Magri G., “Idrogeologia del Gargano”, CNR, 1966), si osservano, in maniera schematica ma chiara, le strutture carsiche molto permeabili di Monte Sant’Angelo-Mattinata che alimentano le aree sorgive presso la costa, mentre i complessi poco o nulla permeabili (strutture dei calcari Maiolica, Scaglia e Marne a Fucoidi) rappresentano barriere semipermeabili che raccolgono poca acqua dai bacini di alimentazione contigui e tendono facilmente a restituirle già in ambiti periferici, senza costituire bacini di accumulo.

Rispetto all’andamento degli acquiferi in superficie, dove si osserva lo snodo del tracciato in un ambito a scarsa permeabilità (Maiolica, Scaglia, detrito), con solo il Calcare di MS Angelo (presso Vico), carsico, che mostra valori elevati di permeabilità, viene ricostruito quella che è la circolazione idrica sotterranea, con presenza di falde freatiche libere in rete di fratture nel massiccio carbonatico, con quote piezometriche non elevate ma con bassa capacità di immagazzinamento, e la falda profonda, con presenza di risorgenze

Relazione Geologica

presso la costa, mentre i pozzi presenti nell’ambito di studio hanno tutti elevata profondità (falde sfruttabili per i vari usi (irriguo, industriale, potabile...), che testimonia la scarsa produttività, per ridotti volumi idrici, delle falde affioranti tra i 12.0 ed i 30.00 m dal p.c., rilevate dalle misure piezometriche.

TAV. II

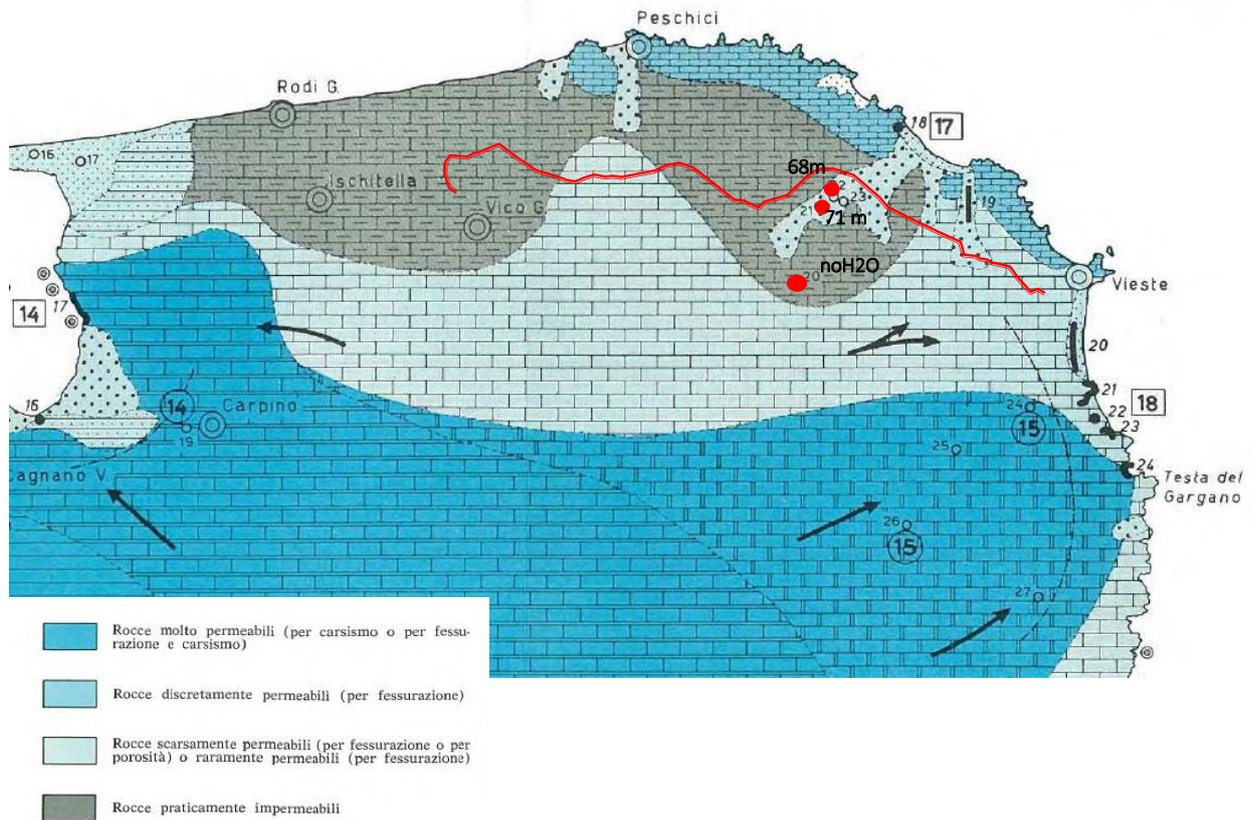


Figura 14 - Schema idrogeologico profondo (da Cotecchia V., Magri G., "Idrogeologia del Gargano", CNR, 1966), in cui si osservano le strutture carsiche molto permeabili di Monte Sant'Angelo-Mattinata che alimentano le aree sorgive presso la costa, mentre i complessi poco o nulla permeabili (strutture dei calcari Maiolica, Scaglia e Marne a Fucoidi) rappresentano barriere semipermeabili che raccolgono poca acqua dai bacini di alimentazione contigui e tendono facilmente a restituirle già in ambiti periferici, senza costituire bacini di accumulo.

## 5 GEOMORFOLOGIA

Il Promontorio del Gargano è articolato in quattro distretti geomorfologici principali (Caldara e Palmentola, 1991):

- L'altopiano centrale carsico;
- La regione dei terrazzi meridionali;



Figura 15 - Andamento dell'asse viario lungo i versanti a diverso comportamento sulla base della litologia affiorante e della differente morfogenesi, controllata sempre da fattori geolitologici e geostrutturali; l'asse stradale di progetto si sviluppa in 3 ambiti differenti: l'area di svincolo di Vico nei calcari di Monte Sant'Angelo, privi di corsi d'acqua ed in ambiente carsico, buona parte della tratta 1b sui calcari Maiolica e sui calcari tipo Scaglia, incisi dal reticolo idrografico con passaggi in galleria nei calcari ed attraversamento di corsi d'acqua, colmi di detrito, su viadotto, infine l'ultimo settore, della Tratta 2, dove si apre la piana alluvionale e, al contrario, si osservano solo due dorsali in calcare tipo Scaglia che emergono dal materasso fluviale-detritico.

- Il versante orientale di modellamento torrentizio;
- La regione dei terrazzi nord-occidentali.

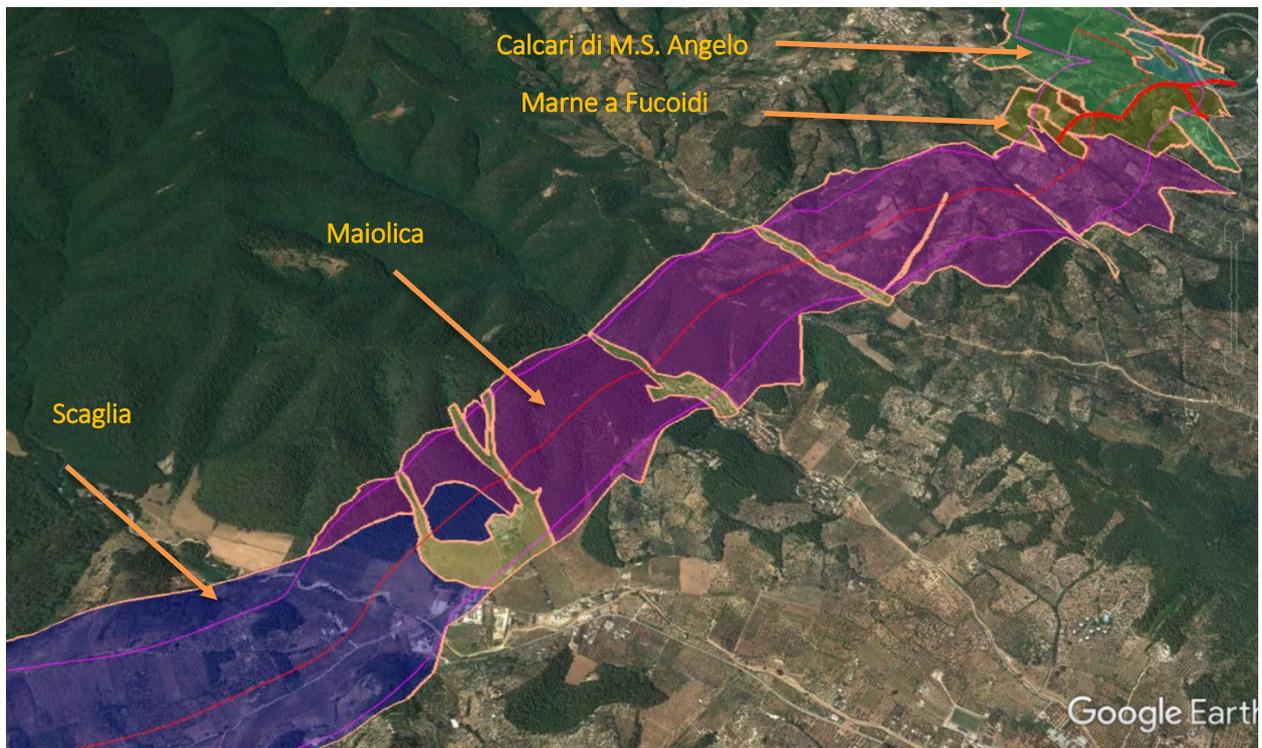


Figura 16 - Particolare della tratta di progetto attraversante i calcari Maiolica (gallerie) ed i valloni interclusi, dal fondo piatto per l'ingente volume detritico depositosi

La zona interessata dal progetto corrisponde al versante orientale, che si intende di “modellamento torrentizio” poiché è caratterizzata dalla presenza di un esteso reticolo idrografico superficiale che rende la morfologia alquanto accidentata. Strette valli si alternano a dossi collinari ristretti ricoperti da un’estesa vegetazione (Foresta Umbra). La disposizione dei solchi vallivi principali tende a disporsi a raggiera rispetto all’andamento dell’antico margine della piattaforma Apula, con direzioni variabili da NE-SO a NO-SE. Alcuni dei principali torrenti (T. Romondato, T. Correntino, Vallone La Porta) seguono un andamento differente (circa E-O) probabilmente controllato dalla tettonica, al pari di pochi altri (T. Calinella, T. Chianara, T. Macchio). Nelle aree prossime alla costa tra Peschici e Vieste, l’affioramento di terreni facilmente erodibili (Marne a Fucoidi) ha permesso la formazione di ampi pianori alluvionali spesso terrazzati (Piano Grande, Piano Piccolo, Le Mezzane).

Tale morfologia caratteristica risiede nel fatto che gli affioramenti dei terreni mesozoici meno rigidi quali i Calcari tipo «maiolica» ed i Calcari tipo «scaglia» danno luogo ad una morfologia nell’insieme meno aspra dei calcari del settore occidentale. Importanza minore, da questo punto di vista, hanno i sedimenti terziari poiché affiorano in genere con estensione e potenza limitate.

Un vasto settore di questa zona è coperto dalla Foresta Umbra, un bosco demaniale dove la vegetazione è molto fitta e la copertura eluviale, ricca di humus, è più o meno uniformemente distribuita. La morfologia è ravvivata da una serie di valli che si aprono a raggiera verso il mare. Sono valli strette ed incise che vanno via via allargandosi lungo i fianchi del promontorio. Allo stesso modo i rilievi si addolciscono fino ad arrivare ad una serie di colline, coperte dalla tipica macchia mediterranea, degradanti verso la costa dove spesso terminano con ripide falesie.

Nel settore più orientale, tra la Foresta Umbra e la Testa del Gargano, la morfologia appare più aspra perché maggiormente influenzata dalle faglie che hanno determinato una serie di gradini e di piccole pareti scoscese. La costa, ripida e frastagliata, è resa ancora più mossa da qualche scoglio o piccola isola. L'erosione marina ha qui dato origine a forme caratteristiche come il «Pizzomunno», il torrione calcareo (Scaglia) che s'alza presso Vieste, e le belle grotte che si aprono tra Cala S. Felice e Torre di Pugnochiuso.

Nel settore nord-orientale del Gargano (compresa la fascia interessata dal progetto) il carsismo risulta quasi totalmente assente, favorendo la presenza di sistemi di piccole valli separate da spartiacque a sommità subarrotondate, caratterizzate da litologie riferibili a calcari tipo scaglia e maiolica del Cretaceo (calcari marnosi, marne, con liste e noduli di selce) e calcareniti eoceniche a nummuliti. L'idrografia superficiale risulta sviluppata e si caratterizza per la presenza, nel settore nord-orientale (Foresta Umbra), di un reticolo idrografico ad elevato grado di gerarchizzazione, con corsi d'acqua lunghi e ramificati. Nel settore compreso tra Vico e Ischitella affiorano, tuttavia, litologie assoggettate al fenomeno carsico (Formazione di Monte S. Angelo e Formazione di Monte Acuto) che favoriscono lo sviluppo di pianori privi di idrografia e con ampie doline. Da un punto di vista idrogeologico, si rilevano depositi permeabili poggianti su Marne a Fucoidi, impermeabili, che favorisce la presenza di una falda secondaria, isolata da quella principale che caratterizza il Gargano.

A nord della linea Testa del Gargano - Carpino il fenomeno carsico è praticamente assente ed il paesaggio presenta caratteri morfologici molto diversi da quelli del Gargano occidentale e centrale. Infatti affiorano qui per la maggior parte calcari bianchi a grana fine, rocce che per loro natura, specie quando ai calcari si intercalano straterelli di marne, offrono una scarsa resistenza all'erosione superficiale. I rilievi collinari, infatti, hanno la forma di cupole arrotondate alla sommità, svasate alla base, con profili quindi sempre privi di soluzioni di continuità e di tratti che mutano bruscamente direzione, ma forniti invece di ampi raccordi laddove cambiano direzione. Insomma, si osservano in questa zona tutti i caratteri morfologici di un paesaggio maturo. Si direbbe quindi che non si è avuto ringiovanimento morfologico in conseguenza delle dislocazioni tardo-mioceniche.

In realtà i calcari bianchi a grana fine hanno reagito alle sollecitazioni, prevalentemente, non fagliandosi in zolle spostate a varie quote, come i calcari del Gargano centrale e occidentale, ma con ondulazioni e pieghe a largo raggio.

I calcari arenacei eocenici (non interessati dal passaggio dell'asse stradale di progetto), affioranti tra Vieste e Peschici, sotto l'azione delle spinte tettoniche, anziché deformarsi si sono invece fagliati e fratturati, dando luogo talora a salti bruschi di pendenza. Su tali terreni ha avuto buon gioco l'azione di dissoluzione delle acque di ruscellamento e di infiltrazione.

Queste, localmente favorite nella loro opera dall'intensa fratturazione spesso sub-verticale, hanno originato sovente una morfologia carsica, sia superficiale che profonda.

Le foto aeree tratte da Google inquadrano molto bene sia la sequenza stratigrafica locale che il diverso comportamento litotecnico delle diverse formazioni; l'erosione riguarda, infatti, sia il blocco calcareo di Vico del Gargano, dove si osservano i segni di una morfologia carsica ed un assetto segnato dalla tettonica locale con salti morfologici evidenti; ma soprattutto la tratta di affioramento della Maiolica e della Scaglia, dove si osservano i segni marcati dell'azione di incisione dell'idrografia locale, solchi profondi e riempiti da materiale detritico, con valli piatte e testate dei corsi d'acqua che hanno subito azioni di erosione regressiva, con versanti acclivi e dai fianchi spesso in dissesto proprio per le pendenze elevate in ambito d'alveo.

Le frane individuate dal PAI e che intersecano il profilo di progetto riguardano, tutte, l'instabilità di versante prodotta dalle profonde forre scavate dai corsi d'acqua, come detto, che creano un'elevata energia del rilievo con condizioni di pericolosità geologica di basso grado (P1) dovuta all'elevata acclività ed

Relazione Geologica

alla possibile azione regressiva dei fenomeni gravitativi per crollo o per scorrimento che, comunque, sarebbero riattivabili solo per una ripresa dell’azione incidente e di erosione spondale del corso d’acqua.

Ad ogni modo tali criticità riguardano solo le spalle di alcuni dei viadotti e non richiedono interventi particolari se non una adeguata struttura fondale avendo cura di impedire lo scarico idrico lungo i cigli delle stesse criticità.

Gli spessori coinvolti da questi antichi dissesti sono comunque limitati rispetto alla copertura della galleria poiché sono frane “denudazionali”, con quasi totale asportazione del detrito; inoltre, al di sotto del terreno agrario si ritrovano calcari tipo Scaglia.



Figura 17 Particolare dell’imbocco della Galleria Moresco e del tratto di attraversamento del viadotto Citrigno; si osserva la formazione del substrato (Calcere tipo Maiolica) coperto da un esiguo spessore detritico (oggi inciso) deposto a seguito di antichi fenomeni di dissesto, prevalentemente incanalati e dovuti alle azioni erosive lineari (azioni di incisione e denudamenti per erosione di sponda) dei corsi d’acqua, causati dagli abbassamenti eustatici del livello di base, di età Quaternaria, e favoriti dalla scarsa propensione al carsismo dell’ammasso carbonatico (Scaglia e Maiolica). La linea bianca è individuata dal PAI come area a Pericolosità da frana di livello 1 (basso).

Relazione Geologica



Figura 18 a, b -Ambiti di frana segnalati dal PAI; si rileva la presenza di settori a Pericolosità bassa, P1, ascrivibili ad azioni gravitative conseguenti ad antiche incisioni, ormai esauste, del reticolo idrografico, agenti sul litotipo calcareo poco carsificato e maggiormente erodibile per fattori geomeccanici contingenti.



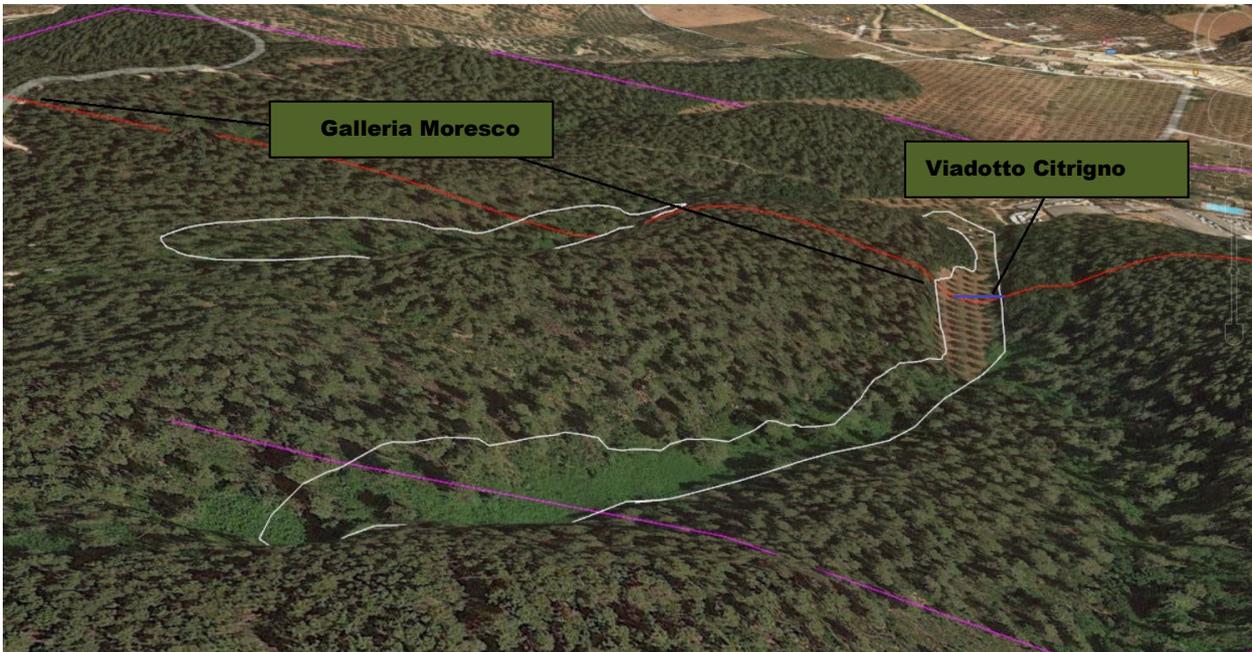
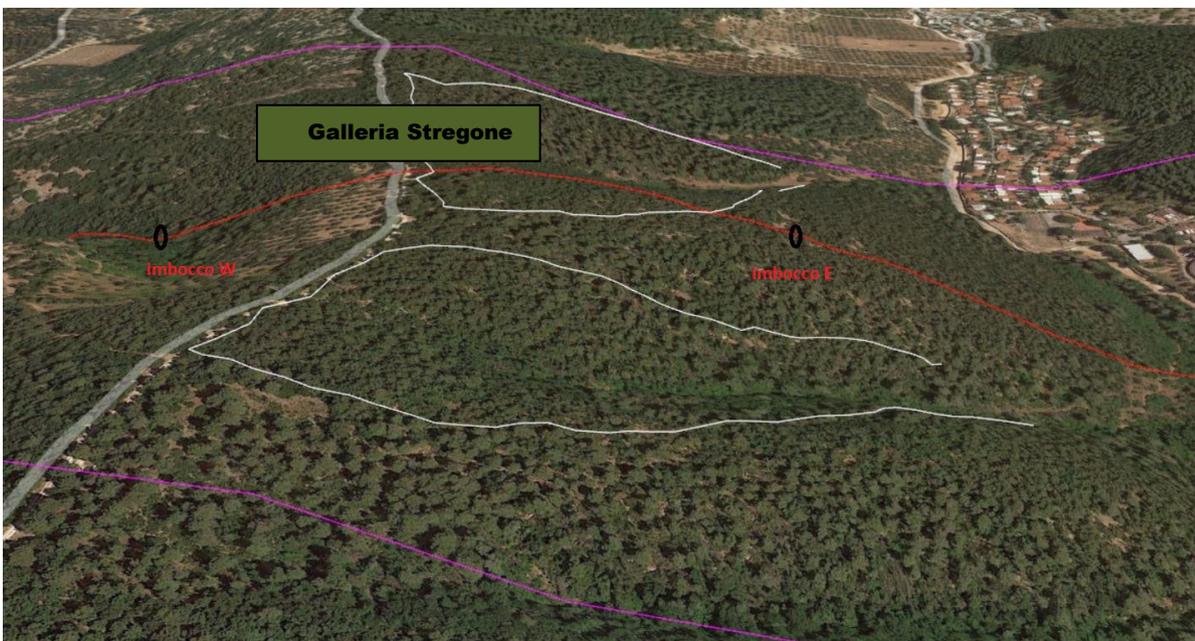


Figura 19 a, b - Gli stessi fenomeni morfo-gravitativi vengono rappresentati in 3D, allo scopo di rappresentare al meglio la relativa influenza che tali fenomeni possono avere nello sviluppo degli interventi di progetto. In base a quanto segnalato dal PAI si rilevano alcuni dissesti quiescenti (delimitati con linea bianca) che interferiscono con il nostro tracciato; sono definiti tutti a Pericolosità 1 (bassa) e riguardano prevalentemente il corpo delle gallerie Stregone e Moresco nonché una lunga incisione attraversata dal viadotto Citrigno; i dissesti segnalati rappresentano solo cigli con brusco incremento della pendenza dovuti ad azioni morfologiche antiche ed ormai esauste (incisioni di corsi d'acqua) o a situazioni gravitative non più attive, come dimostra l'attecchimento del manto arboreo, anche di alto fusto.



## 6 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato di progetto prende origine, partendo dal lato Vico del Gargano, proprio dallo svincolo per lo stesso abitato, impostato nelle brecce calcaree della formazione di Monte Sant’Angelo, e prosegue subito in viadotto (Viadotto San Nicola II – 720 m) impostato inizialmente nella stessa formazione delle brecce calcaree per poi superare, nel tratto più profondo della valle, lo spessore alluvionale affiorante e derivato dai depositi ciottolosi e ghiaiosi erosi a monte dal torrente, che trova, nel tratto di attraversamento della strada di progetto, un ambito a minore energia per un deciso abbattimento della pendenza del corso d’acqua. Almeno 2 dei 7 piloni previsti si attesteranno nelle alluvioni medesime. Il tratto finale del viadotto si attesta nuovamente sulla formazione di MSA mentre la spalla del viadotto viene a ricadere nei pressi del contatto con la formazione stratigraficamente più bassa, le Marne a Fucoidi, le cui caratteristiche geomeccaniche non differiscono di molto, essendo la stessa molto tenace (resistenza a compressione semplice mediamente simile) ma caratterizzata da maggior grado di erodibilità.

Superato il primo viadotto, il percorso continua a viaggiare in trincea all’interno delle Marne a Fucoidi (lo scavo richiede mezzi meccanici adeguati, tipo martellone, mentre la roccia potrebbe essere sensibile al ristagno idrico, che a lungo termine può determinare un leggero scadimento delle proprietà geomeccaniche), per circa 800 m, per poi inserirsi nel secondo viadotto, il V. Castagnola, 200 m; quest’opera d’arte si imposta, con la spalla ovest nelle marne a Fucoidi ma già con i primi piloni si registra il passaggio stratigrafico alla formazione più antiche dei Calcari tipo Maiolica, che formano la struttura del vallone stesso, appena coperto, proprio nel tratto più profondo, da un modesto spessore detritico.

La formazione del calcare a liste e noduli di selce, detto, appunto, Maiolica, è un sedimento roccioso tenace, poco fratturato, con buona resistenza all’erosione ma con difficoltà di scavo nei termini silicei, che affiorano diffusamente lungo il suo sviluppo; trattasi di strati e livelli nodulari più scuri, molto diffusi, particolarmente duri e resistenti anche all’azione battente del martellone.

Altri due viadotti, Pasinacci e Costavecchia, di 270 e 105 m, si alternano ad altrettanti tratti a raso, tutti fondati nella Maiolica, che, pur attraversando zone leggermente fagliate, mantengono una buona integrità strutturale.

Alla pk 3+350 parte il quinto viadotto, il V. Calinella, 660 m, impostato, con il primo e l’ultimo pilone, sempre nella Maiolica, mentre i tre piloni centrali ricadono nella copertura alluvionale che raggiunge qui spessori importanti, di almeno 20 m; la natura è ghiaioso-ciottolosa in matrice limosa rossastra ed è prodotta dal disfacimento delle strutture carbonatiche (Calcari tipo Scaglia e Maiolica) che costituiscono l’ossatura del massiccio posto ad ovest su cui sorge l’area protetta della Foresta Umbra.

Dopo il viadotto Calinella inizia, preceduta da una breve tratta in artificiale, la prima galleria naturale del tracciato di progetto, lunga circa 600 m ed impostata interamente nella Maiolica; il calcare micritico a liste e noduli di selce risulta facilmente escavabile con i mezzi meccanici, essendo le calcilutiti in questione ricche in argilla, che donano qualità duttili sufficientemente elevate (ne sono stata una dimostrazione i sondaggi, che tendevano a sfarinare la roccia), mentre qualche problema potrebbero offrirlo gli strati silicei, in considerazione della loro frequenza nella formazione.

Dopo la prima galleria il tracciato attraversa una incisione attraverso il viadotto Ulso, 150 m, impostato su due campate, un solo pilone centrale, interamente ammorsato su detrito di falda; tale detrito riempie il vallone anzidetto e viene attribuito ad una delle tante frane quiescenti esistenti nell’area, che il PAI attribuisce alle azioni erosive quaternarie successive al sollevamento regionale, che hanno interessato i versanti calcarei attraverso l’azione erosiva lineare e di sponda dei corsi d’acqua; tali fenomeni, non più attivi sul versante, potrebbero subire effetti di riattivazione solo attraverso l’azione combinata di fattori concomitanti quali potrebbero essere l’intervento antropico, con aumento dei valori di acclività sul detrito, ed i valori elevati, non necessariamente eccezionali, di piovosità oraria o giornaliera (piogge forti di breve

durata); spalle e piloni dovranno prevedere interventi che evitino appoggi diretti delle fondazioni sul detrito; da evitare, altresì, azioni modellatrici che alterino l'assetto di equilibrio (pendenze naturali) proprio al deposito attuale (preferenza all'impiego di fondazioni profonde).

La seconda galleria naturale, della lunghezza di circa 900 m, è impostata tutta in calcare maiolica; resta da verificare solo la presenza di uno spessore o una fascia detritica presso l'imbocco ovest, porzione più elevata della copertura di detrito di falda prima osservata; da segnalare che tale galleria, alla pk 5+700 circa, presenta uno spessore di copertura esiguo; si supera quindi un piccolo ponte di 40 m, il V. Citrigno, quindi una galleria artificiale di poco meno di 200 m, quindi una modesta galleria naturale di 80 m, quindi ancora in artificiale per altri 110 m; queste ultime opere tutte impostate nei calcari maiolica salvo una parte della copertura della galleria naturale che sarà nel detrito di falda; da verificare spessori e grado di stabilità in copertura di tale materiale, allo scopo di valutare una eventuale estensione della galleria artificiale in luogo del tratto previsto in naturale.

Dopo un breve tratto in rilevato il tracciato incontra un lungo viadotto, il V. Chianara, di 600 m, che attraversa il passaggio tra il Calcare Maiolica e, di nuovo, le Marne a Fucoidi; la particolarità è che, lungo tale attraversamento, le marne sono coperte, in un lungo settore, da alluvioni a loro volta sormontate da uno spessore di detrito di falda; anche la spalla est del viadotto si imposta in una nuova lingua alluvionale; in tale situazione sono da valutare gli spessori, soprattutto delle coperture detritiche, che non presentano condizioni idonee all'imposta di fondazioni (non fornendo neanche un contributo laterale significativo alla fondazione profonda) e devono essere necessariamente superate.

Dopo un lungo tratto in rilevato ed a raso, con due soli ponti di 40 metri (i viadotti Cerreglie I e II), il tracciato supera il contatto tra le Marne a Fucoidi e la formazione carbonatica dei Calcari tipo Scaglia, non molto diversi dalla Maiolica, sempre con frequenti intercalazioni di liste di selce; in tale formazione inizia quindi la galleria più lunga dell'intero progetto, impostata tutta nella Scaglia, dove il sondaggio S25 ha verificato la presenza di una roccia ben scavabile ma tenace nella porzione carbonatica ma che manifesta grossi problemi di avanzamento incontrando i livelli, per quanto sottili, di selce; viene al contempo verificata l'assenza di situazioni di carsismo all'interno della formazione (è probabile anche in questo il contributo delle intercalazioni selcifere); l'acqua, misurata al piezometro, si ritrova mediamente a quota calotta.

Il tracciato, con due modesti ponti (viadotto della Risega I e II) ed un breve tratto in trincea, si inserisce lungo il tracciato esistente, dove è previsto solo un adeguamento strutturale, con attraversamento di un'area pianeggiante con copertura detritica su substrato il calcare tipo Scaglia, che passa quindi ad alluvioni terrazzate, queste ultime con spessori che possono arrivare anche a 40 m; solo talune varianti, sempre a raso, e con una variante in galleria naturale, lunga circa 160 m, che supera una dorsale (alto strutturale) emergente dalla formazione alluvionale e costituita sempre da calcari tipo Scaglia. L'ultimo tratto del percorso, sempre in continuità sulla viabilità esistente, segue un lungo tratto sulla Scaglia subaffiorante, per poi seguire ancora le alluvioni terrazzate fino alla pk finale 18+706.

## 7 LA CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO PRODotta

### 7.1 LA CARTA GEOLOGICA

La litologia è stata valutata attraverso il rilievo di dettaglio in campagna supportato da una base già configurata e rappresentata dalla cartografia geologica ufficiale della Carta Geologica d’Italia, in scala 1:100.000 Foglio 157 “Monte S. Angelo”, Cartografia Geologica d’Italia – Progetto CARG – a cura dell’ISPRA – Foglio 1:50.000 n. 384 “Vico del Gargano”.

Le formazioni sono state distinte sulla carta e nominate come dalla cartografia e dalla bibliografia ufficiale; la sequenza litologica osservata è stata riprodotta sulla carta con i contatti e con le strutture (faglie, sovrascorrimenti, faglie presunte) osservate sulla carta di base; le discrepanze osservate sulla Carta Geologica d’Italia, essendo stata redatta negli anni 60, sono state corrette attraverso la giusta interpretazione del Foglio CARG “Vico del Gargano”, il quale, pur in assenza dell’estensione ad est del rilevamento (il Foglio “Vieste” ancora non è stato pubblicato) ha permesso di ricostruire i rapporti stratigrafici ed i contatti, le formazioni in base agli studi più recenti, le pieghe e la vergenza corretta anche per le formazioni affioranti più ad est, verso Vieste, appunto.

A titolo di esempio, infatti, la formazione delle Marne a Fucoidi, nel Foglio 1:100.000, non viene riportata.

Ciò è stato riportato sulla cartografia relativa al presente lavoro, che quindi tiene in debita considerazione le formazioni rilevate secondo il Foglio CARG e secondo la bibliografia recente ufficiale, molto fornita per l’area in esame.

Anche le sequenze rilevate rientrano nelle ultime interpretazione geo-stratigrafiche, con la parziale eteropia di facies tra la formazione di M.S. Angelo e la Scaglia, mentre le formazioni recenti sono state distinte sulla scorta di quanto rappresentato nel Foglio CARG, dove si distinguono le alluvioni terrazzate da quelle non terrazzate, mentre i detriti di falda vengono ascritti, come verificato in bibliografia, alla potente erosione avvenuta nel quaternario a seguito dei sollevamenti ma soprattutto per i caratteri di erodibilità delle formazioni bacinali della Maiolica e della Scaglia.

### 7.2 LA CARTA GEOMORFOLOGICA

Questo elaborato è stato redatto attraverso il rilievo di dettaglio che ha assunto, come base riconosciuta, la cartografia ufficiale fornita dalla Regione Puglia sul web, con indicazione della morfologia del territorio quanto a cigli di scarpata, creste, doline, inghiottitoi, fasce di detrito particolarmente evidenti, sorgenti, il reticolo fluviale; le indicazioni che acquistano maggior rilevanza, in questa carta, sono ovviamente le frane, che, con le aree potenzialmente inondabili, rappresentano l’elemento del rilievo fondamentale per la progettazione delle opere, specialmente le opere aventi un certo impatto sul territorio, come le trincee, i rilevati, ma soprattutto i viadotti e le opere in sotterraneo.

Questa carta ha individuato una serie di dissesti, alcuni dei quali interferiscono con le opere di progetto; in particolare, le frane individuate appartengono ad una unica tipologia genetica, riferibile all’azione di avvio dell’incisione fluviale da parte dei corsi di acqua, per abbassamento del livello di mase (la superficie marina) con inizio di una azione regressiva dell’erosione incidente nonché di quella di sponda.

La piovosità media, sul Gargano come su tutta la Puglia, non è particolarmente elevata; peraltro, anche l’energia del rilievo non rappresenta un fattore predisponente, non essendoci dislivelli notevoli; la tettonica non incide particolarmente, mentre il litotipo prevalente non ricalca le condizioni del resto dell’appennino (assenza di formazioni fliscioidi e di coperture plio-pleistoceniche sciolte particolarmente complesse).

Le azioni dei corsi d’acqua, che sono caratteristiche solo sulla zona orientale del Gargano (quella in studio), hanno determinato la formazione di settori in dissesto, oggi definibili come residui di colate rapide o di scorrimenti rotazionali, con nicchia e fianchi della frana ancora visibili, così come parte del cumulo ancora presenta lungo lo sviluppo dell’antico movimento; buona parte degli accumuli, però, risultano deposti lungo le valli principale (alcuni definiti come “detriti di falda” e rappresentati, anche sulla Carta Geologica, oltre che sulla stessa Carta Geomorfologica).

Tali dissesti sono definibili come quiescenti ma possono avere ancora oggi un ruolo nella morfogenesi del territorio se non tenuti in debita considerazione.

Anche i settori definiti dal PAI Puglia (oggi rientrante nell’Autorità di Bacino Interdistrettuale dell’Appennino Meridionale) riguardanti le aree potenzialmente allagabili sono stati inseriti nell’elaborato, allo scopo di orientare il progettista verso azioni di mitigazione o rilocalizzazione nei riscontri formali delle interferenze individuate.

### 7.3 LA CARTA IDROGEOLOGICA

La Carta Idrogeologica distingue le varie formazioni sulla base di una importante caratteristica che è il grado ed il tipo di permeabilità del litotipo; qui le due principali formazioni carbonatiche, la Scaglia e la Maiolica, sono state raggruppate in un unico complesso idrogeologico che, contrariamente a quanto si osserva generalmente per i calcari, cui si attribuisce un medio-elevato grado di permeabilità, sempre per fratturazione e carsismo, in questo caso il riscontro (vedi anche indicazioni bibliografiche come i lavori di Cotecchia e Magri sull’idrogeologica del Gargano) è stato decisamente differente in quanto tali formazione non sono particolarmente fratturate, non sono quasi per nulla carsificate e, quindi, non rientrano tra i complessi idrogeologici a medio-alta permeabilità, bensì possono essere classificati come complesso scarsamente permeabile.

Anche le sorgenti ed i pozzi (questi ultimi non rappresentati in quanto poco presenti sul territorio) risentono di questa situazione, che vede la falda principale con la piezometrica molto profonda, mentre le falde sospese o isolate possedere capacità di immagazzinamento non elevata.

Dalla Carta idrogeologica risulta chiaro anche il ruolo dei detriti di fondovalle e di quelli fluviali: anch’essi, essendo prodotti dal disfacimenti di litotipi carbonatico-fangosi, con presenza di argilla e comunque sub-carsificabili una volta deposti a formare un residuo carbonatico di fondovalle (più che di carsismo, a questo punto, si può parlare di dissoluzione secondaria), viene giustificata la presenza di ciottoli silicei molto diffusi e di una matrice rossastra che testimonia il processo di dissoluzione di buona parte della componente carbonatica.

Anche le sorgenti riguardano essenzialmente le venute a giorno della falda profonda, e ciò avviene tendenzialmente verso la zona costiera, verso l’interfaccia acqua dolce/acqua salmastra.

Riguardo i calcari di Monte Sant’Angelo, invece, si ritorna ad una situazione consueta, con le brecce calcaree ben fratturate e carsificate, con una permeabilità elevate, sorgenti importanti (Vico su Gargano è chiamato il “paese dalle cento sorgenti”); la situazione si riflette anche sull’idrografia superficiale, con il primo tratto del lotto dove il reticolo sparisce, per approfondimento in forra carbonatica, mentre è molto ben delineato nella Carta Idrogeologica per il resto del lotto.

### 7.4 IL PROFILO GEOLOGICO

Il profilo è stato ricostruito, naturalmente, dalla Carta Geologica, rispettando gli affioramenti qui indicati, sia per i contatti stratigrafici che per le faglie; le profondità delle singole formazioni sono invece state ricostruite sulla scorta del rilievo medesimo e delle relative giaciture; è infatti assodato che affioramenti sul terreno di una determinata estensione e con angolo di inclinazione noto (è indicato sulle carte geologiche

ufficiali ed è, peraltro, facilmente riconoscibile anche sul terreno) gli spessori di ogni affioramento risultano facilmente ricostruibili.

La campagna di indagini di prima fase ha consentito la determinazione degli spessori in determinati punti, che hanno confermato, in linea generale, le indicazioni emerse dal rilievo; la particolarità è stata quella di trovare conferma, grazie ad alcuni sondaggi, come l'S34, ubicato nella formazione alluvionale, del notevole spessore della copertura recente, in particolare delle alluvioni, che testimonia quanto osservato e rilevato in bibliografia riguardo le vicende geologiche che hanno interessato il lato orientale del Gargano.

Il profilo geologico si rivela di importanza fondamentale per verificare l'ubicazione, rispetto agli affioramenti individuati, degli elementi più sensibili delle opere da realizzare, quali sono le fondazioni e le spalle dei viadotti, gli imbocchi delle gallerie, i settori di copertura delle gallerie medesime, che, specie se poco spessi ed in materiali poco compatti, possono essere sede di verifica e di sostanziale revisione progettuale (da galleria naturale a galleria artificiale).

Sono stati inserite anche le quote misurate ai piezometri della falda idrica.

Il profilo, inoltre, consente di porre le basi al profilo di PD, su cui saranno anche inserite le colonne che indicheranno la parametrizzazione geotecnica e geomeccanica, le previsioni di venute idriche, le indicazioni sugli interventi di consolidamento in galleria.

## 7.5 LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Con questo elaborato si sono volute rappresentare le condizioni di pericolosità intervenute a seguito dello studio geologico effettuato, unitamente a quanto già rinvenuto in sede di confronto con le indicazioni fornite dagli enti (comuni, provincia, Protezione Civile, Autorità di Bacino, ecc) così come i dati di archivio, come il Database ISPRA nonché le frane censite nella banca dati IFFE.

Gli elementi di riscontro sono stati raccolti sull'elaborato e definiti in legenda e riguardano, per il progetto in esame, due tipologie fondamentali riferibili alle seguenti categorie di pericolosità geologica:

- Pericolo frana
- Pericolo esondazione di corsi d'acqua.

I dati raccolti sono stati già inseriti dall'Autorità di Bacino Interdistrettuale dell'Appennino Meridionale negli elaborati PAI, per cui, gli stessi, rappresentano, in questa Carta, una rappresentazione di ciò che viene puntualmente normato in ambito delle Norme Tecniche e Misure di Salvaguardia del PAI – Piano di Assetto Idrogeologico.

Per ogni categoria di Pericolosità le Norme dell'AdB definiscono i limiti e le azioni di salvaguardia cui attenersi; non vengono mappati livelli di "Rischio" in quanto la zona è relativamente libera da strutture ed infrastrutture che possano rappresentare elemento di vulnerabilità e di esposizione tali da individuare e sancire un Rischio già in essere; il Rischio deriverà dal calcolo delle matrici che la nuova infrastruttura viaria eserciterà in relazione ai livelli di Pericolosità già stabiliti.

Tale elaborato risulta di grande utilità per il progettista in quanto consente una rapida e facile verifica delle criticità in cui possono ricadere i singoli interventi o parti dell'opera da realizzare; a prescindere dal rispetto e salvaguardia nei confronti delle indicazioni e prescrizioni emesse nelle Norme Tecniche (novembre 2005) del PAI, l'individuazione delle criticità consente di valutare, già in ambito di redazione del PFTE, le interferenze tecniche con gli ambiti che necessitano di eventuali approfondimenti di indagine, delocalizzazioni, presidi geotecnici, opere speciali, trasformazioni d'opera.

## 7.6 CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

In termini operativi la procedura di valutazione di questo elaborato si basa sulla sovrapposizione dei livelli informativi principali che, in passaggi successivi, definiscono un criterio valido per la definizione di un mappale di questo tipo.

Le aree vulnerabili non vengono definite da una unica griglia multitematica di valutazione, ma da un processo di sottrazione successiva di aree ritenute non vulnerabili, a partire dal documento di base di maggior dettaglio.

Tale documento è rappresentato dalla carta dei complessi idrogeologici della zona (Carta Idrogeologica), classificati in relazione alla loro classe di vulnerabilità intrinseca.

Una seconda fase di procedura riguarda l’informazione che la relativa vulnerabilità intrinseca degli acquiferi possa essere integrata con la componente “uso del suolo”, ricavata sempre dalle risorse del Web ad uso pubblico della Regione Puglia.

Vengono rappresentate solo le categorie di 1° livello in modo da distinguere le aree agricole, con l’esclusione dei pascoli montani, da tutti gli altri tipi di uso, presupponendo, in prima approssimazione, che non possano derivare significative situazioni di rischio dagli ambienti a vegetazione naturale e dalle aree di pascolo in quota. Superfici artificiali, aree umide e acque, vanno peraltro considerate ambienti decisamente vulnerabili.

La risultante della sovrapposizione è la carta delle aree idrogeologicamente vulnerabili, a sola utilizzazione agricola. In questa analisi si è ampiamente utilizzata anche la Carta forestale della Puglia soprattutto per valutare l’adeguatezza della copertura CLC (Corine Land Cover), ossia la copertura di suolo, fondamentale in questi casi.

Il procedimento di valutazione prevede infatti l’introduzione dell’informazione pedologica destinata a valutare la capacità protettiva dei suoli, intesa sia come capacità di limitazione del flusso idroveicolato di inquinanti verso la falda, sia come proprietà di trattenere gli inquinanti e/o modificarne le caratteristiche chimico-fisiche, attenuandone la pericolosità.

Si tratta di una valutazione complessa, che esige conoscenze diffuse sulle tipologie pedologiche e sul loro stato di conservazione, al fine della protezione di falde vulnerabili.

La Carta della Vulnerabilità degli Acquiferi tiene conto, infine, della relativa profondità della falda dal piano campagna, rilevata anche attraverso i piezometri della campagna di indagine di fase 1

## 8 PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE - AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA - NOVEMBRE 2005

Riguardo la Normativa PAI, in considerazione delle criticità riscontrate lungo il tracciato (Vedi “Carta della Pericolosità Geologica”) si riportano di seguito i principali articoli delle Norme Tecniche di Attuazione che riguardano, in particolar modo, le tipologie di criticità riscontrate.

### 8.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

#### ARTICOLO 13 - Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3)

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

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

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

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

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

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

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

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

#### ARTICOLO 14 - Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2)

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

a) gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geologico e geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

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

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

#### **ARTICOLO 15 Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)**

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

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

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

## **8.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

#### **ARTICOLO 7 - Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)**

1 - Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

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

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a

dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

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

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2 - Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

#### **ARTICOLO 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)**

1 - Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

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

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

2 - Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

## ARTICOLO 9 - Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

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

#### **ARTICOLO 10 - Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale**

1. Ai fini della tutela e dell’adeguamento dell’assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.

2. All’interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all’art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell’Autorità di Bacino.

3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all’area golenale, come individuata all’art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

## 9 SISMICITÀ

### 9.1 LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO

La Puglia è caratterizzata da sismicità rilevante, principalmente nel Gargano, e più moderata nel Salento; inoltre forti terremoti del basso Ionio e del versante greco-albanese hanno prodotto effetti anche gravi nel territorio pugliese.

Il settore più attivo è il Gargano, colpito nel Seicento da una lunga sequenza di forti terremoti e, nei secoli successivi, da eventi di energia più contenuta (magnitudo MW minore di 6.0). L’evento garganico più importante è quello del 30 luglio 1627 (MW 6.7), che causò danni gravissimi e migliaia di vittime e fu seguito da eventi altrettanto forti nel 1646 (MW 6.6), nel 1647 (MW 5.9) e nel 1657 (MW 6.4).

Il massimo terremoto della Capitanata avvenne il 20 marzo 1731 (MW 6.5), causando il crollo di circa un terzo degli edifici di Foggia, dove ci furono circa 500 morti e danni molto gravi nella pianura e sulle colline circostanti (Cerignola, Ortanova, Ascoli Satriano). Questo terremoto mandò in crisi l’economia di Foggia, che era un importante centro amministrativo e commerciale.

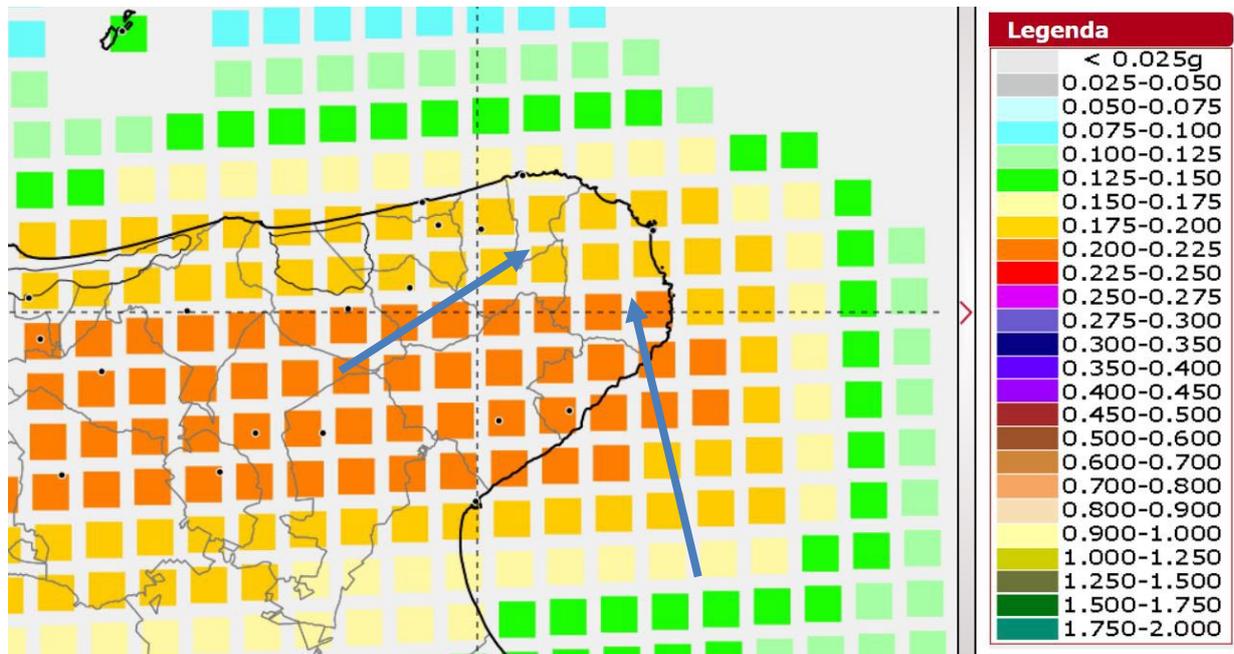
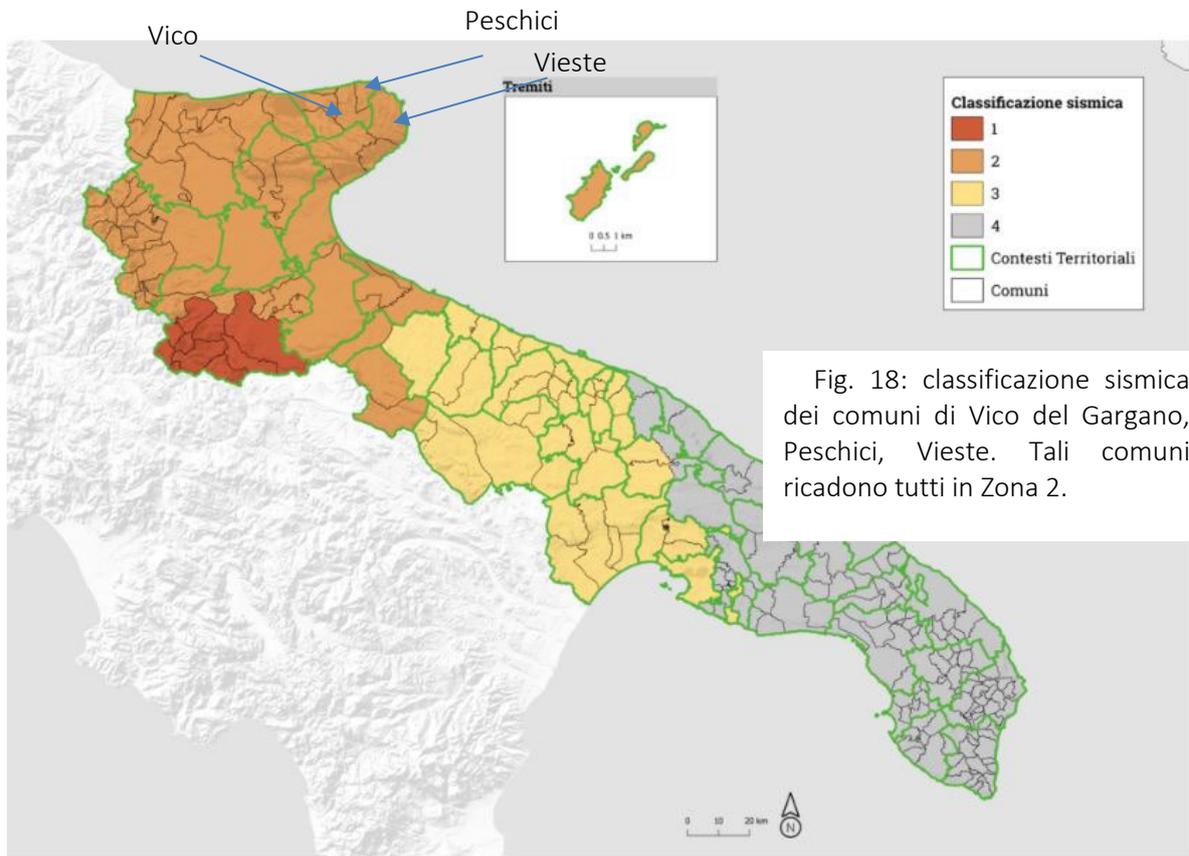


Fig. 17: Capisaldi della tratta stradale di progetto su mappa di pericolosità sismica con  $T_r = 475$  anni su suolo “A” – Il range di valori previsti varia tra 0.175 – 0.200 della zona di Vico e Peschici, fino a variare leggermente procedendo verso Vieste, dove si tocca il range successivo 0.200 – 0.225. Tali valori sono riferibili a fattori percentuali dell’accelerazione di gravità  $g$  (9.81 m/sec<sup>2</sup>).

La sismicità regionale recente è molto più debole di quella storica, ma conferma le stesse strutture attive, con un terremoto di magnitudo ML pari a 5.2, il 30 settembre 1995, pochi eventi di magnitudo ML intorno a 4.5 localizzati in area garganica (1989, 1992, 1998, 2006) e una sequenza concentrata prevalentemente in territorio molisano al confine con la Puglia, nel Subappennino Dauno, nel 2002-2003. Questa sequenza

fu caratterizzata da una scossa di magnitudo ML 5.7 il 31 ottobre 2002, che provocò danni gravi a San Giuliano di Puglia (CB) ed effetti del grado 7 MCS in alcune località delle province di Campobasso e Foggia. Il giorno seguente, 1° novembre, si verificò un'altra forte scossa (ML 5.7) con effetti del grado 7 MCS a Castellino del Biferno e Larino (CB) e a Carlintino (FG).



I dati sismici di base del sito di interesse sono i seguenti:

- Classe d'uso: 4° - Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica..
- Vita Nominale (Vn): 50 anni
- Coefficiente d'uso (Cu): 2.0
- Categoria di sottosuolo: B (da indagini sismiche di tipo MASW)
- Categoria Topografica: T1

- Coordinate del sito (Ed50): latitudine: 41,897101 [°], longitudine: 16,080811 [°]

## 9.2 PARAMETRI SISMICI: PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DETERMINAZIONI CON GEOSTRUPS

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame

- latitudine: 41,897101 [°]
- longitudine: 16,080811 [°]
- Classe d'uso: IV.
- Vita nominale: 50 [anni]
- Tipo di interpolazione: Media ponderata
- Categoria sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Periodo di riferimento: 100 anni
- Coefficiente cu: 2.0

ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1 28343	41,906680	16,043500	3266,4
Sito 2 28344	41,905160	16,110650	2627,1
Sito 3 28566	41,855190	16,108600	5197,3
Sito 4 28565	41,856700	16,041480	5548,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	60	0,070	2,503	0,283
Danno (SLD)	63	101	0,092	2,516	0,288
Salvaguardia della vita (SLV)	10	949	0,249	2,421	0,327
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1950	0,326	2,416	0,341

Fronti di scavo e rilevati

**Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati**

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,420	1,000	0,000	--	0,829	--
SLD	1,200	1,410	1,000	0,052	0,026	1,087	0,470
SLV	1,160	1,380	1,000	0,110	0,055	2,838	0,380
SLC	1,080	1,360	1,000	0,000	--	3,453	--

Fig. 19: reticolo di riferimento per approccio semplificato della pericolosità sismica di base (Software online “Geostru”)

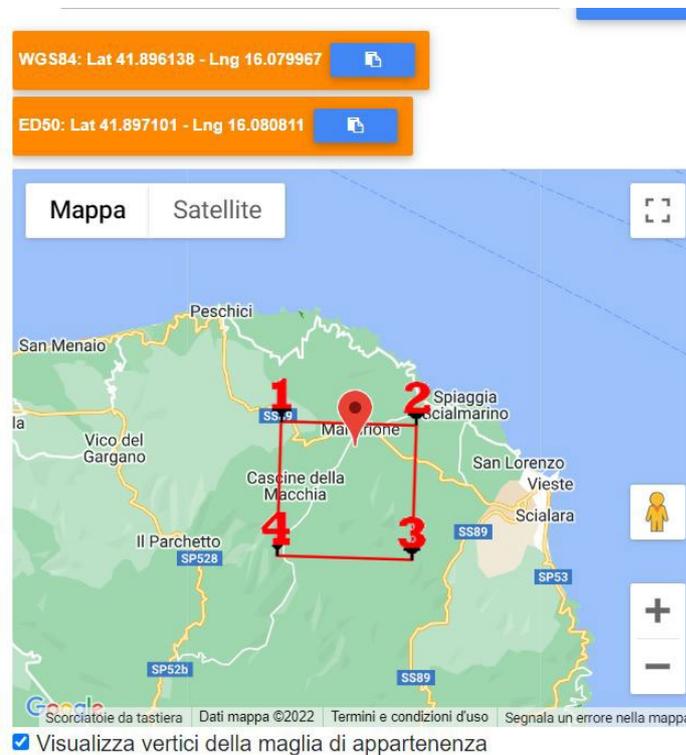


Figura 20 - maglia di appartenenza del punto medio del tracciato

### 9.3 TETTONICA (FAGLIE CAPACI, SORGENTI SISMICHE)

#### 9.3.1 Individuazione del sistema di Faglie Capaci (da Database “Ithaca”).

##### 9.3.1.1 Storia sismica del Gargano con i principali sismi

Data	Area epicentrale	I <sub>MAX</sub>	M <sub>w</sub>
1223	Gargano	9	5.8
1361 07 17	Ascoli Satriano	10	6.0
1414	Vieste (FG)	8-9	5.8
1560 05 11	Barletta-Bisceglie	8	5.6
1627 07 30	Gargano	10	6.7
1646 05 31	Gargano	10	6.6
1647 05 05	Gargano	7-8	5.9
1657 01 29	Lesina (FG)	9-10	6.4
1694 09 08	Irpinia-Basilicata	10	6.8
1731 03 20	Foggiano	9	6.5
1743 02 20	Basso Ionio	9	7.1
1875 12 06	San Marco in Lamis (FG)	8	5.9
1889 12 08	Apricena (FG)	7	5.7
1930 07 23	Irpinia	10	6.6
1948 08 18	Puglia settentrionale	7-8	5.6
1962 08 21	Irpinia	9	6.1
1980 11 23	Irpinia-Basilicata	10	6.9
2002 10 31	Monti Frentani, Molise	8-9	5.7

### 9.3.1.2 Le Faglie Capaci

Il Servizio Geologico d’Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

La mappa, consultabile sul sito relativo, rappresenta la panoramica delle faglie capaci individuate; in



Fig. 21: database Ithaca per l’individuazione delle faglie capaci sul territorio nazionale (con distanza tra sito di progetto e la faglia più prossima); scheda identificativa della faglia più vicina (che risulta praticamente a contatto con il vertice settentrionale della faglia stessa).

particolare, lo stralcio allegato identifica il punto di indagine riferito al sistema di Faglie Capaci più prossimo al sito medesimo. Si ricorda che le faglie capaci sono quelle faglie ancora riconoscibili sul terreno e che hanno provocato dislocazioni importanti negli ultimi 20.000 anni a causa degli stessi meccanismi attualmente agenti.

Come è visibile, la lineazione della Macrozona East Gargano, Codice 38300 (faglia più prossima al punto in esame, denominata “East Gargano” – Sistema East Gargano) ricade praticamente a ridosso del sito (tracciato stradale) con il suo vertice nord occidentale; trattasi di una faglia diretta senza componenti

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	38300
Fault Name	East Gargano
Region Name	Puglia
Tectonic Environment	ND
System Name	East Gargano
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	130
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	NE
Fault Length (km)	5.0
Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic
Lithology	limestones units

Figura 20 - Scheda identificativa della faglia capace più vicina (East Gargano)

trascorrenti (“normale”) della lunghezza di circa 21,4 km. Il sub-segmento 38300/1 è lungo circa 5.0 km. Le altre faglie, parallele a quest’ultima, si sviluppano in un raggio non inferiore ai 30 km.

### 9.3.2 I meccanismi sorgente

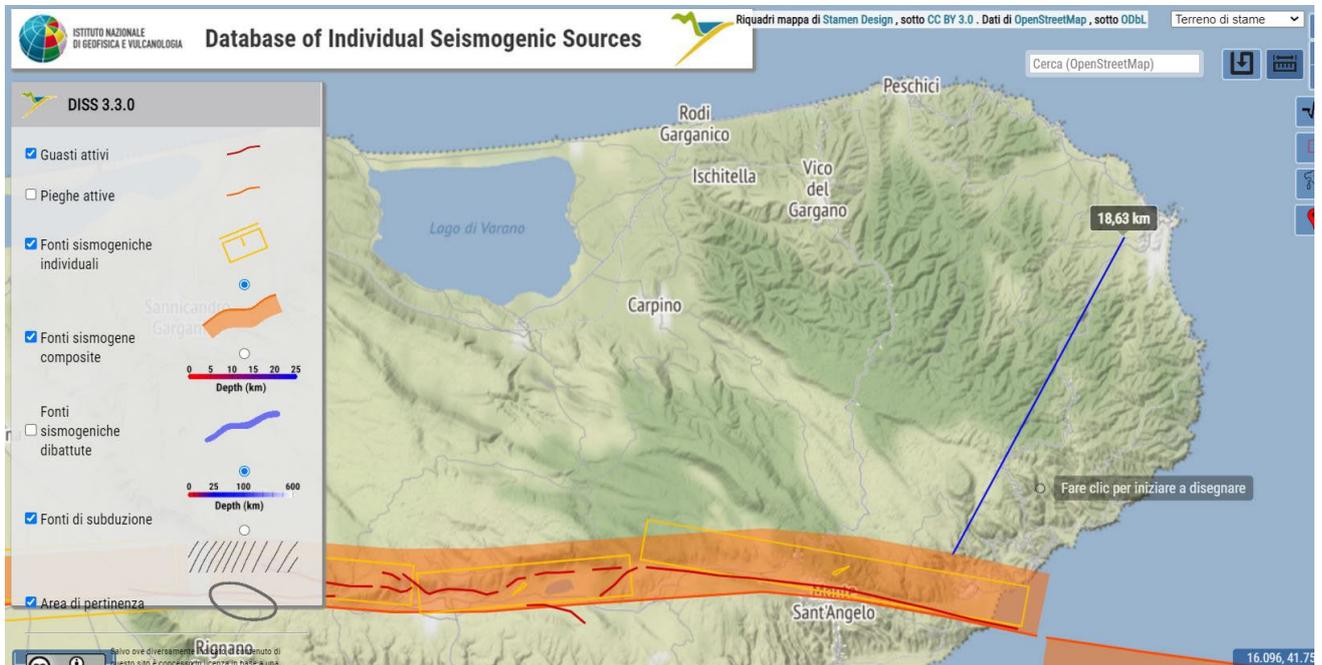


Fig. 11: mappa con l’individuazione dei meccanismi sorgente (da database INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia); distanza della fascia sorgente più vicina.

Lo studio della sorgente sismica è la tematica di ricerca che sta alla base della comprensione dei meccanismi di generazione dei terremoti.

I meccanismi focali di molti terremoti possono dipendere anche da faglie cieche (o sepolte), e non necessariamente da faglie affioranti, come le faglie capaci.

Nell’intorno del sito di progetto è presente un’area sorgente individuale definita con la sigla ITIS020 – Monte Sant’Angelo, appartenente ad una sorgente composta che comprende il sistema di spinta ITCS058 San Marco in Lamis - Mattinata, che corre dal Gargano meridionale verso il Tavoliere.

La distanza del sito di progetto dall’area sorgente più prossima è di circa 18.6 km.

### 9.3.3 Il modello ZS9

ZS9 è un modello di sorgente sismica per l'Italia da utilizzare come input per la valutazione probabilistica della pericolosità sismica a livello nazionale (PSHA) nell'ambito della compilazione della mappa di riferimento nazionale. ZS9 è composto da 36 zone in cui sono previsti terremoti con  $M_w \geq 5$ . Si presume

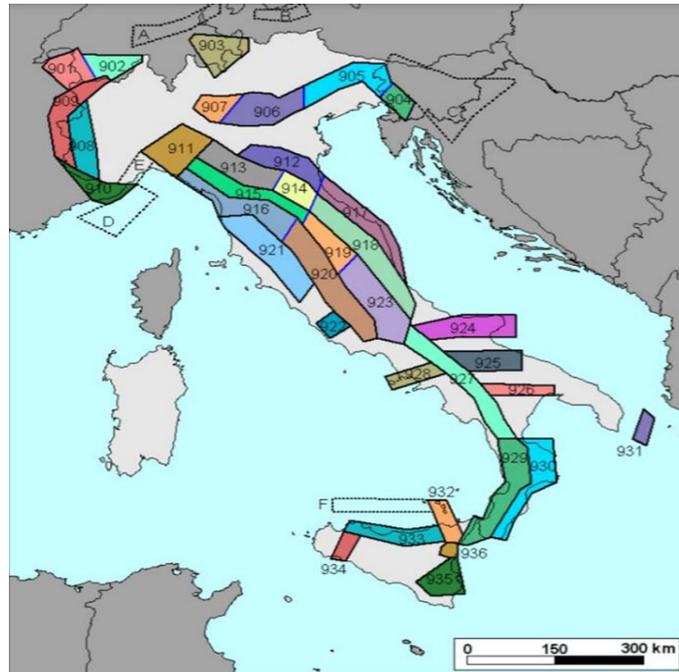


Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

Fig. 13: inquadramento delle sorgenti sismogenetiche in ambito nazionale (da database INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia); classificazione delle aree ed individuazione della Magnitudo di riferimento

inoltre che terremoti con  $M_w$  fino a 5 possano verificarsi ovunque al di fuori delle zone sismogenetiche, sebbene la probabilità associata sia piuttosto bassa.

Per l'ambito del Gargano la zona associata è la 924; la  $M_w$  max, pari a 6.83 (gradi Richter) è spesso utilizzata per il calcolo della liquefazione dei terreni.

## 9.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA SISMICITÀ DELL'AREA

Le rocce che costituiscono il Promontorio del Gargano, formatesi in un ambiente marino, oggi si trovano a varie altezze rispetto al livello del mare odierno. La causa di questa emersione è riferibile sia alle oscillazioni del livello marino, causate da glaciazioni e deglaciazioni, sia a movimenti tettonici della collisione tra la Placca Africana e la Placca Europea, iniziata nel Cretaceo superiore.

Le oscillazioni, però, hanno raggiunto massimo qualche centinaio di metri, mentre molte aree garganiche raggiungono quote superiori ai 800 m. Per questo motivo si è stabilito che solo alcune zone costiere possono essere state influenzate da questo meccanismo, mentre per tutte le altre c'è da considerare la causa tettonica.

L'area garganica pur non essendo una vera e propria catena montuosa (zona di avampaese), ha indirettamente subito gli effetti dei movimenti relativi tra le due placche e in particolare gli sforzi dovuti all'avvicinarsi prima della catena dinarica e successivamente di quella dell'Appennino meridionale. Dunque le rocce del Gargano sono state in parte "strizzate" e l'effetto di questa compressione sarebbe secondo alcuni la struttura stessa del Gargano (una blanda piega con asse orientato NO-SE) [6], mentre per altri le rocce garganiche si sono frantumate, dando luogo alla miriade di faglie che interessano il promontorio e che sono responsabili dei numerosi terremoti che hanno interessato l'area garganica.

Queste faglie si sono mosse sia lungo il piano orizzontale (faglie trascorrenti) che lungo il piano verticale (faglie dirette e inverse) durante la loro esistenza.

Tra le faglie ad orientamento E-O, molto importanti nel contesto strutturale garganico, si ricordi la "Faglia di Mattinata" (o Faglia di valle Carbonara), che divide in due il Gargano e su cui sono sorti numerosi comuni come San Marco in Lamis, San Giovanni Rotondo, Monte Sant'Angelo e Mattinata. Esistono pareri contrastanti sul tipo e senso di movimento di questa faglia: per alcuni si tratterebbe di una trascorrente destra per altri di una trascorrente sinistra e per altri di una faglia inversa.

Il primo sollevamento d'una certa entità del Gargano sembra essere iniziato nel Miocene e proseguito con fasi alterne nel Pliocene, quando questa regione iniziò ad assumere la morfologia attuale.

Sull'area al confine tra la catena e la Puglia, vale a dire l'area dell'avanfossa e dell'avampaese apulo, sono state operate scelte che cambiano decisamente la percezione del potenziale sismogenetico dell'area. Su queste scelte hanno pesato le nuove chiavi di lettura della sismicità del settore (Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004) suggerite dalle caratteristiche della sequenza sismica del Molise (ottobre/novembre 2002), originata da sorgenti con direzione circa E-W e dotate di cinematica trascorrente destra. Questi dati consentono di individuare una zona (924) orientata circa E-W nella quale collocare tutta la sismicità dell'area (es. terremoto del 1627), e che include la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva con una cinematica simile a quella del terremoto del 2002 (es. Piccardi, 1998; Piccardi et al., 2002).