

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

GN02 - GALLERIA NATURALE MELITO DA KM 5+064 A KM 9+573

ELABORATI GENERALI

Relazione tecnico - illustrativa

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RG	GN0200	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	A.Zimbaldi	21/02/2020	B.Spigarelli	21/02/2020	M.Gatti	21/02/2020	G. Cassani
B	Emissione per consegna	A.Zimbaldi	10/06/2020	B.Spigarelli	10/06/2020	M.Gatti	10/06/2020	
								10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 2 di 58	

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	<b>5</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	5
2.1.1	STRATIGRAFIA .....	6
2.1.2	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DELL'AREA DI TRACCIATO.....	9
2.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	20
2.2.1	CENNI GENERALI.....	20
2.2.2	PRINCIPALI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI CARTOGRAFATI NELL'AREA DI STUDIO.....	22
2.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GALLERIA MELITO .....	27
2.3.1	IMBOCCO GALLERIA MELITO LATO BARI, PK 5+086 .....	27
2.3.2	GALLERIA MELITO, DA PK 5+086 A 9+556.....	29
2.3.1	IMBOCCO GALLERIA MELITO LATO NAPOLI, PK 9+556.....	35
2.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	35
2.5	PRINCIPALI ELEMENTI DI NOVITÀ RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO .....	38
<b>3</b>	<b>GEOTECNICA – GEOMECCANICA.....</b>	<b>39</b>
3.1	APPROCCIO METODOLOGICO DELLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-GEOMECCANICA DEL FLYSCH ROSSO .....	39
3.2	ASPETTI GENERALI DEL COMPORTAMENTO MECCANICO DEL FLYSCH ROSSO .....	41
3.3	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEL FLYSCH ROSSO .....	45
3.4	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA FORMAZIONE DELLA BARONIA .....	47
<b>4</b>	<b>SEZIONE DI INTRADOSSO .....</b>	<b>48</b>
4.1	CONFIGURAZIONE FUNZIONALE GENERALE.....	49
4.2	RACCOLTA E COLLETTAMENTO ACQUE DI INFILTRAZIONE AMMASSO.....	49
4.3	RACCOLTA E COLLETTAMENTO ACQUE DI MARCIAPIEDE E PIATTAFORMA FERROVIARIA .....	49
4.4	NICCHIE .....	50
<b>5</b>	<b>SCAVO MECCANIZZATO – COMPATIBILITÀ ED IDONEITÀ RISPETTO AL CONTESTO GEOLOGICO – IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>52</b>
5.1	INTERAZIONE DELLO SCAVO CON IL CONTESTO GEOLOGICO-GEOTECNICO .....	52
5.2	INTERAZIONE DELLO SCAVO CON IL CONTESTO IDROGEOLOGICO.....	52
<b>6</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE TBM.....</b>	<b>54</b>
6.1	CENNI GENERALI .....	54
6.2	TESTA DI SCAVO: CONFIGURAZIONE UTENSILI .....	54
6.3	CONICITÀ SCUDO.....	55

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>3 di 58</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	3 di 58
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	3 di 58													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione tecnico - illustrativa																		

<b>6.4</b>	<b>MODALITÀ DI AVANZAMENTO, PRESSIONI IN CAMERA DI SCAVO .....</b>	<b>55</b>
<b>6.5</b>	<b>CONDIZIONAMENTO DEI TERRENI .....</b>	<b>55</b>
<b>6.6</b>	<b>DOTAZIONI SPECIALI .....</b>	<b>55</b>
<b>6.7</b>	<b>GESTIONE DELLO SCAVO IN PRESENZA DI GAS .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>RIVESTIMENTO IN CONCI PREFABBRICATI .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>RIEMPIMENTO A TERGO DEL RIVESTIMENTO .....</b>	<b>58</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 58</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnico illustrativa inquadra gli elementi tecnico – progettuali salienti della galleria Melito compresa nell'intervento di raddoppio della tratta Apice – Hirpinia, inserito nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari. In particolare il documento ha lo scopo di dettagliare ed approfondire le valutazioni qualitative e quantitative alla base della formulazione della soluzione tecnica migliorativa di progetto esecutivo consistente nello scavo delle gallerie Melito con TBM di tipo EPB, anziché con metodi tradizionali di consolidamento, scavo e rivestimento, come previsto nel progetto definitivo a base di gara.

E' riassunto preliminarmente il quadro conoscitivo con particolare riferimento agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e geomeccanici.

La galleria Melito, a doppio binario, presenta uno sviluppo di 4510 m. Lo scavo della tratta in naturale si estende per circa 4414 m. Le coperture variano tra 10 m e 125 m.

La costruzione mediante TBM nei tempi prestabiliti delle gallerie Grottaminarda e Melito presuppone l'impiego di una seconda TBM, oltre a quella che realizzerà la galleria Rocchetta, che dovrà essere progettata appositamente per l'attraversamento dello specifico e particolare contesto geologico, idrogeologico e geotecnico, con particolare riferimento alla formazione del Flysch Rosso presente sostanzialmente lungo l'intero sviluppo della galleria Grottaminarda e per oltre 2 km della galleria Melito.

Il cantiere di alimentazione di questa seconda TBM sarà ubicato in prossimità dell'imbocco lato Bari della galleria Grottaminarda in un'area che dovrà essere ampliata rispetto a quanto previsto nel progetto a base gara ed allestita a tale uso temporaneo. In questa area di cantiere arriveranno tutti i materiali necessari al funzionamento della TBM ed alla costruzione della galleria (in primis, i conci prefabbricati di rivestimento) e da qui verrà allontanato il marino derivante dallo scavo della galleria. Lo scavo delle due gallerie avverrà in continuità con la traslazione della TBM, opportunamente alleggerita mediante lo smontaggio di alcune sue parti, sul viadotto Melito. All'imbocco lato Napoli della galleria Melito sarà allestito il cantiere di arrivo della TBM, dove questa verrà smontata.

Nella presente Relazione vengono dettagliati gli aspetti tecnici connessi con la soluzione tecnica migliorativa introdotta ed elencati e descritti i principali benefici derivanti dall'applicazione dello scavo meccanizzato allo specifico contesto e sinteticamente consistenti in:

- vantaggi nell'interazione dello scavo con lo specifico il contesto geologico-geotecnico ed idrogeologico;
- riduzione del disturbo indotto dallo scavo della galleria Grottaminarda sul corpo di frana con essa interferente;

Sono quindi descritti gli elementi tecnici essenziali caratterizzanti l'opera in oggetto, con particolare riguardo agli aspetti tecnico progettuali integrativi rispetto al layout proprio del Progetto Definitivo. Si farà dunque riferimento:

- alla sezione funzionale corrente della galleria di linea;
- alla tipologia ed alla modalità di realizzazione del riempimento a tergo del rivestimento in conci prefabbricati;
- alla concezione complessiva del sistema di drenaggio dell'ammasso operato dalla galleria e del sistema di raccolta e collettamento delle acque filtranti in galleria;
- agli aspetti tecnologici propri dello scavo effettuato con sistema meccanizzato.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 5 di 58

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO GENERALE

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Nel seguito si riporta un inquadramento delle caratteristiche geologiche e stratigrafiche principali per il cui dettaglio ed approfondimento si rimanda alla relazione geologica di progetto (elaborato IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.01.0.1.001A).

Il tracciato del I lotto funzionale Apice-Hirpinia ricade in un settore appartenente al sistema orogenico dell'Appennino meridionale. L'evoluzione tettonica tardo-miocenica e pliocenica di questo tratto di orogene si colloca in un contesto di tettonica post-collisionale, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (Alvarez et alii, 1974; Roure et alii, 1991; Guerrero et alii, 1993). L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortoniano, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (Sartori, 1989; Patacca et alii, 1990). La propagazione spazio-temporale dell'onda di compressione-estensione, iniziata a partire dai domini interni nel Miocene inferiore-medio, è proseguita fino al raggiungimento dell'attuale configurazione, che mostra la catena appenninica e l'avanfossa limitate dall'area tirrenica in distensione ad occidente e dall'avampaese apuloadriatico poco deformato ad oriente. Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (Cinque et alii, 1993). Uno dei principali argomenti ancora dibattuti nella letteratura scientifica sull'evoluzione geologica dell'Appennino meridionale è un'accurata cronologia della migrazione del sistema catena-avanfossa (Patacca & Scandone, 1989, 2004, 2007; Sgroso, 1998; Bonardi et alii, 1988a; Amore et alii, 2005).

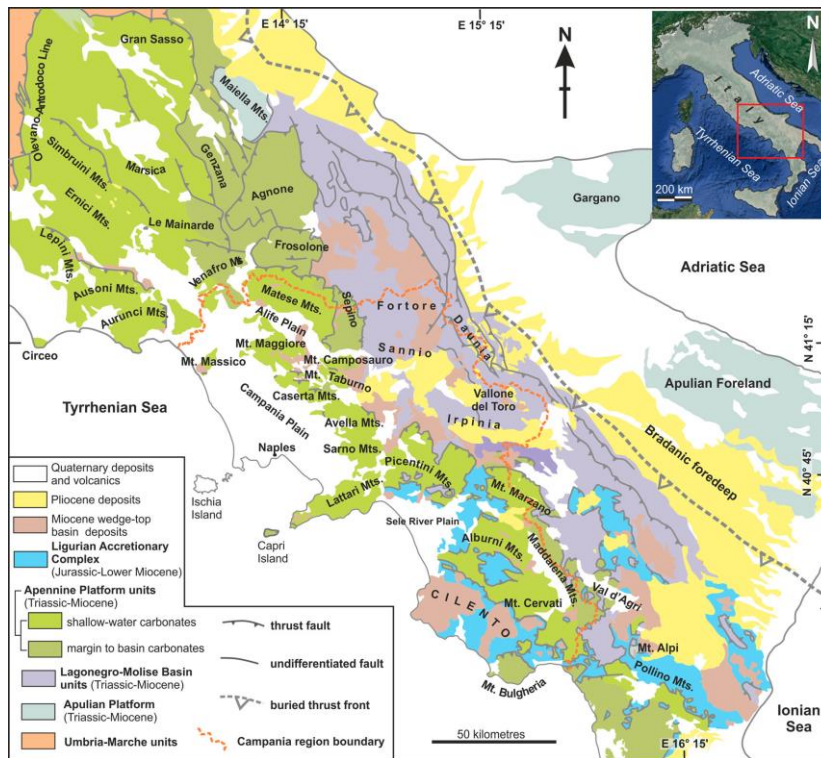


Figura 1. Carta geologica schematica con rappresentazione delle principali unità paleogeografiche.

Dal punto di vista paleogeografico il modello pre-orogenico preso di riferimento è quello proposto in Di Nocera et alii (2006), già analogo a quello di Pescatore et alii (1996; 1999). Tale modello nel settore campano-lucano della catena appenninica prevede i seguenti domini paleogeografici (Figura 2):

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>6 di 58</b>

- Bacino Liguride;
- Piattaforma carbonatica sud-appenninica;
- Bacino Lagonegrese-Molisano;
- Piattaforma Apula.

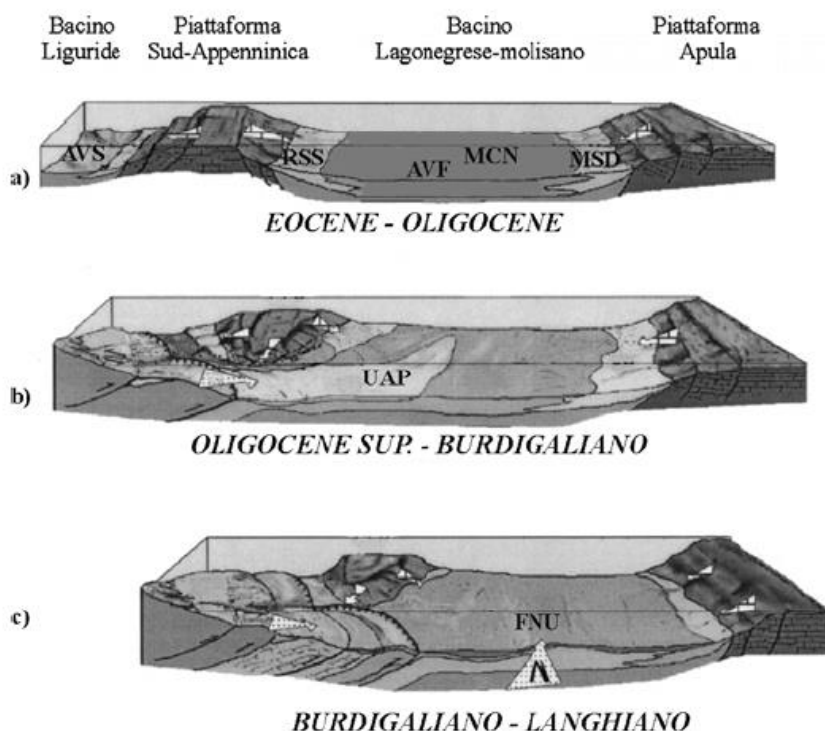


Figura 2. Schema paleogeografico del margine continentale apulo-adriatico nel settore campano-lucano tra l'Eocene ed il Langhiano (da Di Nocera et alii, 2006)

Le unità tettoniche presenti nell'areale in studio sono ascrivibili al Bacino Lagonegrese Molisano: più in particolare l'Unità di Frigento viene riferita al settore più interno del Bacino, l'Unità del Fortore al settore assiale, l'Unità tettonica della Daunia e l'Unità di Vallone del Toro sono invece riferibili ai settori più esterni del Bacino Lagonegrese-Molisano, assenti nell'area di studio.

### 2.1.1 Stratigrafia

Per la definizione dell'assetto stratigrafico dell'area si è fatto riferimento alla legenda della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del progetto CARG, Fogli n.432 "Benevento" e n.433 "Ariano Irpino" con le relative note illustrative.

Nell'area di studio affiorano diverse formazioni che possono essere raggruppate in unità stratigrafico-strutturali differenziate tra loro per la collocazione paleogeografica e l'evoluzione geodinamica; si tratta di grandi corpi geologici, unitari e/o in frammenti non necessariamente continui, con caratteri litologici specifici e comportamento meccanico generalmente omogeneo alla grande scala.

Le unità stratigrafico-strutturali riconosciute nel settore sono:

- Unità Tettonica di Frigento;
- Unità sin-orogeniche del Miocene Medio Superiore;

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. FOGLIO B 7 di 58

- Gruppo di Altavilla;
- Supersintema di Ariano;
- Sintema del Calore e depositi continentali quaternari.

Nello schema seguente – tratto dal Foglio n.433 “Ariano Irpino” – sono riportati i rapporti cronostratigrafici tra unità suddette.

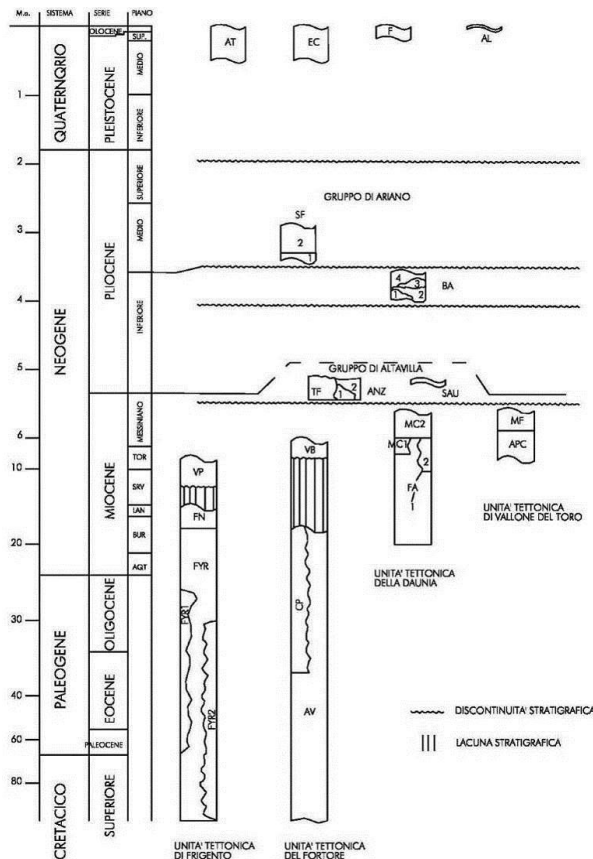


Figura 3. Schema dei rapporti cronostratigrafici delle unità presenti nell'area in esame tratto dal Foglio n.433 “Ariano Irpino”

### **UNITÀ TETTONICA DI FRIGENTO**

Nell'area in esame l'unità tettonica di Frigento è rappresentata dal Flysch Rosso (Cretacico superiore – Burdigaliano inferiore)

L'unità di Frigento (DI NOCERA et alii, 2002) è formata da una successione bacinale prossimale, che comprende alla base argilliti con Daonella, marne, diaspri, arenarie e siltiti con corpi discontinui di calcari massivi ad alghe (Formazione di Monte Facito del Trias-inferiore-medio), passanti a calcari, calcari dolomitici e dolomie con liste e noduli di selce a Halobia con rare intercalazioni di calcareniti gradate del Trias superiore-Lias (?) (Calcari con selce) ed a radiolariti, diaspri, marne e argilliti silicifere policrome con rari livelli calcarei (Scisti silicei) del Giurassico. Verso l'alto si passa ad argilliti e marne localmente silicizzate di colore grigio e nero con intercalazioni di calcari marnosi, calcilutiti e rare calcareniti gradate del Cretacico inferiore (Flysch Galestrino). Segue una successione di risedimenti calcarei bioclastici (calciruditi, calcareniti e calcilutiti) con intercalazioni di argille e marne grigie, rosse e verdi (Flysch Rosso) del Cretacico superiore-Burdigaliano. Infine si rinvengono quarzoruditi, quarzareniti e quarzosiltiti di colore grigio o giallo arancio, a cemento siliceo con clasti di quarzo arrotondato e smerigliato, a luoghi con subordinate intercalazioni marnoso-argillose e calcaro-marnose del Langhiano (Flysch Numidico), passanti verso l'alto in Lucania, a sud-est del Vulture, alla Formazione di Serra Palazzo del Serravalliano-Tortoniano inferiore. Nell'area della carta l'unità localmente passa verso l'alto per alternanze ad

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>8 di 58</b>

areniti arcose del Serravalliano, indicate genericamente come «sequenze post-numidiche» (PATACCA et alii, 1992a). Recentemente le arenarie numidiche, e di conseguenza le formazioni che le contengono (Flysch Numidico e Formazione del Bifurto), sono state attribuite al Burdigaliano superiore (PATACCA & SCANDONE, 2004, 2007), ma nella presente nota si è preferito mantenere l'età langhiana perché gli autori citati non riportano dati biostratigrafici a sostegno di questa nuova datazione.

Nel suo insieme la formazione del Flysch Rosso è composta da successioni calcareo clastiche e pelitiche di rampa-bacino, cretaceo-mioceniche, poggianti in continuità di sedimentazione sui termini mesozoici della successione calcareo-marnosa del Bacino Lagonegrese-Molisano.

Sebbene tale formazione, introdotta in letteratura da Scandone nel 1967, sia stata oggetto di un certo numero di studi sia a carattere lito-biostratigrafico sia geochimico-mineralogico, e nonostante essa sia rappresentata in numerosi fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Fogli: 407, 433, 450, 451, 452, 467, 468, 470, 471, 490, 504), ad oggi non è ancora stato definito uno schema dei rapporti stratigrafici univoco, che sia rappresentativo dell'intero bacino di deposizione. Questo è dovuto probabilmente a causa dell'elevata articolazione del bacino deposizionale stesso ed alla scarsità di dati di sottosuolo.

### **UNITÀ SIN-OROGENICHE DEL MIOCENE MEDIO – SUPERIORE**

Sono i depositi sinorogeni che poggiano sulle unità tettoniche descritte in precedenza

Nell'area in esame queste unità sono rappresentate dalla Formazione del Vallone di Ponticello (**PCL in carta**) (Serravalliano Medio – Tortoniano Medio-Sup.), costituita da sedimenti clastici terrigeni e calcarei generati da flussi granulari e correnti di torbida.

### **GRUPPO DI ALTAVILLA**

Il gruppo di Altavilla è correlabile all'Unità di Altavilla (D'Argenio et alii, 1973) che in letteratura comprende i depositi clastici ed evaporitici messi in posto, nel settore campano dell'orogene, tra la fase tettonica infra-messiniana e quella infra-pleiocenica (D'Argenio et alii, 1975). Poiché nel settore irpino dauno le evaporiti messiniane poggiano con continuità sull'Unità della Daunia e non si rinvencono depositi riferibili alla parte bassa del Pliocene inferiore, l'unità in questione risulta rappresentata solo dalle Molasse di Anzano (Costella & Mezzani, 1964; Matano, 2002).

Nel settore di studio affiorano le Molasse di Anzano (Messiniano Superiore), costituite da sedimenti arenaceo-conglomeratici e arenaceo pelitici, in prevalenza di natura torbiditica e suddivisi in un membro inferiore arenaceo-conglomeratico (ANZ1) e un membro superiore arenaceo pelitico, eteropici (ANZ2).

### **SUPERSINTEMA DI ARIANO IRPINO**

Sono depositi pliocenici di bacino intra-appenninico che tradizionalmente sono riferiti in letteratura all'Unità di Ariano (Ippolito et alii, 1973; Pescatore & Ortolani, 1973; Cocco et alii, 1974; Ippolito et alii, 1974; D'Argenio et alii, 1975). Recenti studi lito e bio-stratigrafici dei terreni pliocenici affioranti nell'Irpinia e nella Daunia meridionale (Amore et alii, 1998; Ciarcia et alii, 2003; Matano & Staiti, 1998) hanno portato alla distinzione di due cicli sedimentari, uno del Pliocene inferiore, l'altro del Pliocene medio. Le successioni sono pressoché esclusivamente costituite da termini clastici sedimentati in ambienti compresi fra il marino prossimale, costiero-lagunare e alluvionale in bacini tipo wedge-top, e risultano limitate da superfici di unconformity a carattere erosionale, legate a fasi tettoniche che hanno prodotto una discordanza angolare.

Il sintema della Baronìa è rappresentato da una successione che si compone di termini essenzialmente clastici, deposti durante un ciclo sedimentario completo. Affiora estesamente nel settore di studio e può essere suddiviso, sulla base dei caratteri litostratigrafici, in cinque membri (Ciarcia et al, 2003):

Si tratta di:

- depositi torbiditici arenaceo pelitici, probabilmente riconducibili a lobi di piattaforma;
- depositi a dominante conglomeratico sabbiosa, di ambiente da alluvionale a costiero;
- depositi essenzialmente pelitici di piattaforma neritica, con localizzati olistostromi;
- depositi quasi esclusivamente sabbiosi di spiaggia;
- depositi generalmente conglomeratici alluvionali.

Nell'area di studio sono stati riconosciuti tre membri, riferibili, secondo quanto riportato nel Foglio 433 Ariano Irpino e negli elaborati geologici di PD, al Membro dei conglomerati e delle sabbie di San Sossio Baronìa (BNA1), alla litofacies pelitica BNA2 ed al Membro di Apollosa (BNA3).



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 9 di 58

## 2.1.2 Assetto litostratigrafico dell'area di tracciato

### BASAMENTO PRE – QUATERNARIO

#### Unità di Frigento

#### Formazione del Flysch Rosso (FYR)

Nel suo insieme la formazione del Flysch Rosso è composta da successioni calcareo clastiche e pelitiche di rampa-bacino, cretacico-mioceniche, poggianti in continuità di sedimentazione sui termini mesozoici della successione calcareo-marnosa del Bacino Lagonegrese-Molisano.

Sebbene tale formazione, introdotta in letteratura da Scandone nel 1967, sia stata oggetto di un certo numero di studi sia a carattere lito-biostratigrafico sia geochimico-mineralogico, e nonostante essa sia rappresentata in numerosi fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Fogli: 407, 433, 450, 451, 452, 467, 468, 470, 471, 490, 504), ad oggi non è ancora stato definito uno schema dei rapporti stratigrafici univoco, che sia rappresentativo dell'intero bacino di deposizione. Questo è dovuto probabilmente alla complessità del bacino deposizionale stesso ed alla scarsità di dati di sottosuolo.

Nel settore d'interesse i dati cartografici più recenti ai quali si è fatto riferimento nel corso dello studio sono quelli relativi alla Cartografia Geologica Nazionale (CARG), Foglio 433 Ariano Irpino, nel quale la Formazione del Flysch Rosso, in parziale continuità con i fogli geologici adiacenti, e sulla base di sezioni tipo parziali, localizzate esclusivamente nel settore di SW del foglio (e a sud dell'area d'interesse) individua tre membri ed una litofacies caratteristici della formazione.

Lungo il tracciato della linea in progetto, in corrispondenza dell'areale di affioramento del Flysch Rosso, come si può osservare dagli elaborati grafici che accompagnano il presente studio (cfr. Carta Geologica; elaborato IF2801EZZRGGE0101001A), la percentuale di affioramento è estremamente scarsa, inferiore al 10%, e le uniche litofacies osservabili sono quelle a dominante calcarea. La maggior parte delle informazioni è stata desunta dai dati degli oltre 30 sondaggi eseguiti nelle varie fasi progettuali.

Pur tenendo conto dell'estrema complessità tettonico-strutturale del settore, dal basso verso l'alto si trovano geometricamente sovrapposti: un'unità a dominante calcarea, un'unità rappresentata in prevalenza da depositi caotici e una terza unità a dominante argilloso-marnosa. Lo schema di Figura 4 è utile per comprendere il tipo di contesto in cui è avvenuta la deposizione del Flysch Rosso e delle diverse unità stratigrafiche che lo costituiscono.

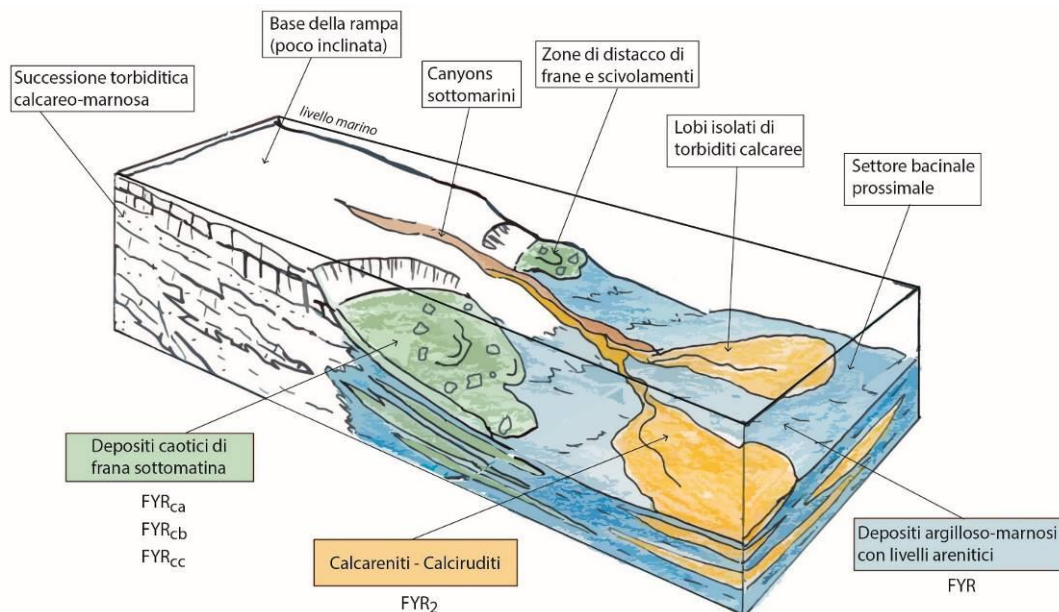


Figura 4. Schema esemplificativo degli ambienti deposizionali all'origine delle diverse litologie riconosciute all'interno del Flysch Rosso.

**L'unità a dominante calcarea, riferibile al Membro calcareo (FYR2)**, è caratterizzata in prevalenza da calciruditi e calcareniti a cemento spatico in strati di spessore metrico, con locali intercalazioni decimetrico-metriche di argille

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 10 di 58

e argille marnose di colore rosso o verde. I livelli calcarei presentano base erosiva netta e talora sono gradati in modo molto grossolano; si tratta di grainstones-rudstones (Figura 5) i cui bioclasti sono costituiti in prevalenza da: frammenti di gusci di bivalvi, gasteropodi, macroforaminiferi, foraminiferi planctonici e bentonici, alghe rosse corallinacee. Gli unici fossili determinabili macroscopicamente (*Nummulites* sp., *Operculina* tipo *complanata*, *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp.) sono indicativi di un'età eocenico-oligocenica.

Localmente (es. Cave Loc. Orticello) il Membro calcareo è rappresentato da una breccia calcarea, prevalentemente monogenica, ad elementi centimetrici e pluri-centimetrici di calcari micritici di colore bianco. La stratificazione, quando osservabile è da metrica a pluri-metrica; sono presenti inoltre filoni sedimentari costituiti in prevalenza da depositi argillosi verdastri e breccie calcaree centimetrico-millimetriche.

Dalle osservazioni di superficie si può desumere che il Membro calcareo passi lateralmente alle altre unità della formazione del Flysch Rosso attraverso dei contatti stratigrafici piuttosto netti e repentini, probabilmente a condizionamento tettonico sinsedimentario.

Nel complesso, quest'unità, sulla base delle caratteristiche della litofacies e del suo andamento in superficie, è riferibile ad un ambiente deposizionale di canyon sottomarino intermedio-distale (breccie calcaree), in cui si sviluppavano dei corpi canalizzati che alimentavano dei lobi di torbiditi (calcareniti e calciruditi con intercalazioni argilloso-marnose). I corpi canalizzati presentavano verosimilmente geometrie piano-concave molto pronunciate con un'estensione longitudinale nell'ordine delle centinaia di metri, e larghezza nell'ordine delle decine di metri, mentre i lobi di torbidite erano presumibilmente costituiti da corpi sedimentari a geometria lenticolare ed estensione da decametrica a pluri-decametrica.

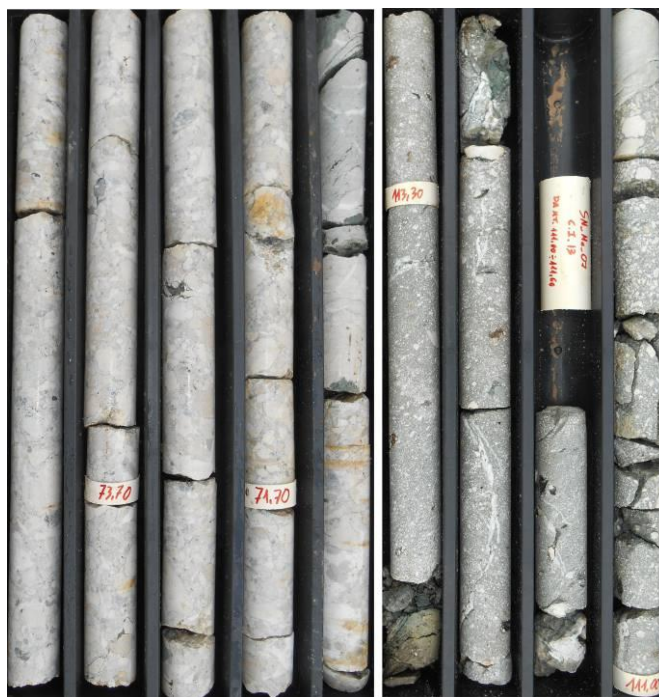


Figura 5. Spezzoni di carote di sondaggio con breccie calcaree poligeniche (sinistra) e calciruditi (destra) riferibili alla formazione FYR2 e campionate dal sondaggio SN-ME-07.

**L'unità rappresentata in prevalenza da depositi caotici** nel Progetto Definitivo era in parte ricompresa nei depositi contrassegnati con la sigla **FYR<sub>a</sub>**, (cfr. anche Foglio 433 Ariano Irpino). Essa è formata da depositi perlopiù a supporto di matrice, costituiti da elementi angolosi da centimetrici a pluri-decimetrici ed in alcuni casi metrici/plurimetrici di: i) calcari micritici scuri (*mudstone - wackestone*), debolmente silicizzati, di colore rosso-verdastro, a radiolari e spicole di spugna; ii) calcari micritici bianchi (*mudstone*), con rari foraminiferi planctonici; iii) calcareniti (*grainstone-rudstone*) ben selezionate, a cemento spatico, contenenti foraminiferi bentonici e frammenti di gusci di bivalvi, iv) calcareniti (*wackestone-packstone*) a grana fine con piccoli foraminiferi n.d.; v) marne calcaree grigiastre a foraminiferi planctonici e localmente vi) argille verdastre (*clay chips/flat pebbles*). La matrice è

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 11 di 58

costituita da argille e argille marnose per lo più di colore scuro, nerastre; soltanto nella parte geometricamente superiore dell'unità le argille marnose contengono una frazione siltosa/arenitica fine talora predominante.

Le strutture sedimentarie osservabili sono molto scarse e solo in alcuni casi si osserva una grossolana gradazione inversa degli elementi ruditici e un andamento fortemente convoluto della stratificazione quando presente.

Al fine di definire delle condizioni predisponenti per lo studio geotecnico, sono state tentativamente individuate 3 litofacies sulla base della percentuale di abbondanza e delle dimensioni degli elementi ruditici osservati nelle carote di sondaggio:

- **Litofacies argilloso-marnosa FYRca**, costituita da argille, argille marnose e argille siltoso-arenitiche in cui la matrice rappresenta il 90% del deposito e gli elementi ruditici di dimensioni cm-mm il 10% circa.
- **Litofacies argilloso-marnosa ad elementi ruditici FYRcb**, costituita da argille, argille marnose e argille siltoso-arenitiche in cui la matrice rappresenta il 60-80% del deposito e gli elementi ruditici di dimensioni centimetriche e pluri-centimetriche il 20-40% circa.
- **Litofacies ruditica a matrice argilloso marnosa FYRcc**, costituita fino al 60% da elementi ruditici di dimensioni da pluri-centimetriche fino a metriche e da argille, argille marnose e argille siltoso-arenitiche per il restante 40% circa.

È importante sottolineare che questa differenziazione in litofacies non corrisponde alla distinzione in altrettante distinte tipologie di corpi sedimentari; le tre litofacies possono trovarsi associate tra loro in un medesimo corpo sedimentario senza che nella maggior parte dei casi siano presenti superfici stratigrafiche a suddividerle.

In fase di raccolta ed analisi dei dati, relativamente a questi depositi, poiché non sono disponibili dati di superficie, sono state fatte delle valutazioni anche circa la natura delle facies dei clasti carbonatici, in particolare sono stati analizzati i vari ambienti deposizionali di cui i clasti stessi sono indicativi e i rapporti geometrici con la matrice argilloso-marnosa circostante. Da questi approfondimenti è emerso che:

- molti degli elementi ruditici (clasti) calcarei presentano evidenze di cementazione precoce (*fitted fabric*), caratteristiche di ambienti di rampa carbonatica interna-media;
- si trovano accostati elementi ruditici cementati rappresentativi di ambienti deposizionali molto differenti sia per energia sia per condizioni batimetriche (ambienti di piattaforma, neritici, di scarpata);
- i limiti tra gli elementi ruditici e la matrice circostante, nella maggior parte dei casi, sono netti e gli elementi sono angolosi, e non si individuano superfici stratigrafiche primarie.
- tra gli elementi ruditici si rinvenivano anche elementi marnosi ed argillosi (*flat pebble*).

In conclusione, queste evidenze, unitamente all'assetto estremamente convoluto della stratificazione, quando osservabile, hanno permesso di riferire questo tipo di depositi a delle facies caotiche messe in posto da processi gravitativi ascrivibili a frane sottomarine "mass flow" verificatesi in un ambiente di base di scarpata-bacino prossimale. Data l'estrema attività tettonica compressiva che ha caratterizzato l'area tra il Cretacico superiore e il Miocene è probabile che molti di questi eventi deposizionali siano stati innescati da eventi sismici legati a loro volta alla propagazione dei fronti appenninici con vergenza adriatica, oppure alle fasi orogenetiche pre-appenniniche e tardo-alpine.

Secondo i dati di letteratura, il bacino deposizionale del Flysch Rosso presentava verosimilmente un'orientazione NW-SE, parallela ai fronti alpino-appenninici. Il tracciato della linea in progetto ha un'orientazione sub-parallela alla direzione del suddetto bacino e quindi anche a quella della paleo-scarpata lungo la quale si verificava la maggior parte dei fenomeni gravitativi sottomarini; le gallerie Grottaminarda e Melito si sviluppano in corrispondenza dello stesso intervallo stratigrafico ed è quindi verosimile ipotizzare una concentrazione particolarmente elevata di intervalli deposizionali riferibili a frane sottomarine lungo il loro tracciato.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>12 di 58</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>						

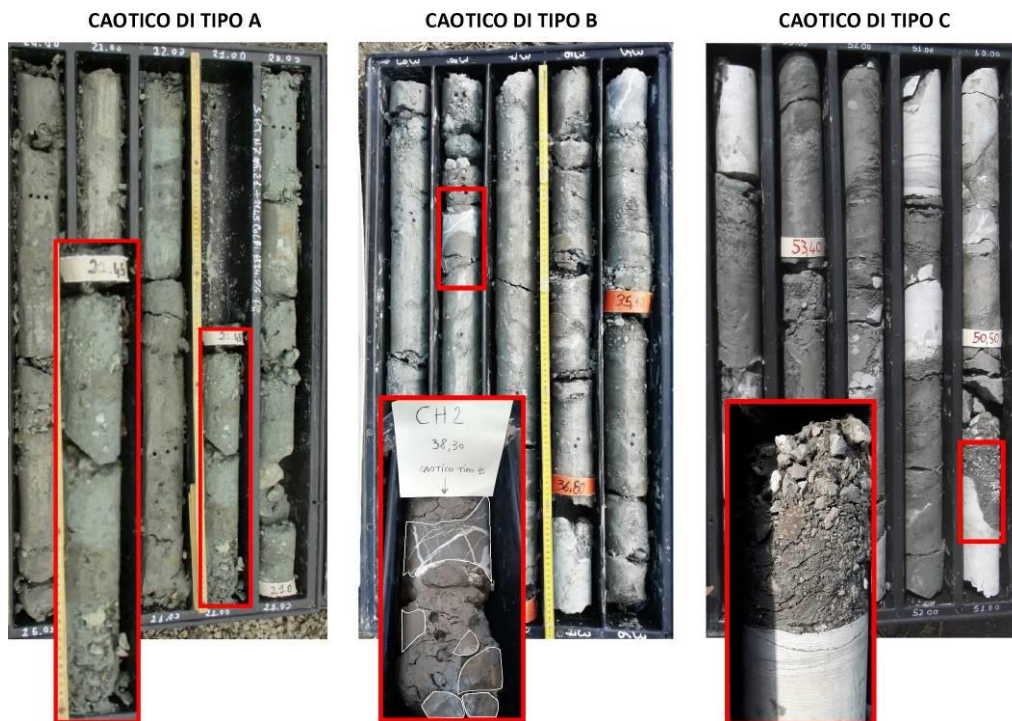


Figura 6. Spezzoni di carote di sondaggio con depositi caratterizzati da diverso rapporto tra componente pelitica e componente lapidea e riferiti alle litofacies FYRca, FYR,cb e FYR cc.

**L'unità a dominante argilloso-marnosa (FYR)**, occupa mediamente la parte intermedia e sommitale della formazione; è costituita da argille e argille marnose di colore variabile da rosso-verdastro a grigio scuro, in alternanze centimetrico-millimetriche.

Macroscopicamente non sembra contenere resti di fossili e le sole strutture sedimentarie osservabili sono una blanda laminazione piano parallela e talora una struttura flaser nodulare. Nella parte sommitale dell'unità si osserva la comparsa di materiale silicoclastico siltoso e arenitico; soltanto localmente si possono osservare livelli decimetrico-metrici di litareniti ricche in quarzo.

Soltanto in corrispondenza di un affioramento, situato circa 400 m a SE dell'imbocco della Galleria Grottaminarda (GA02) è stato rinvenuto un livello di depositi vulcanoclastici che, come indicato in letteratura (Foglio 490 Stigliano della Carta Geologica d'Italia), rappresenta probabilmente la parte sommitale della formazione.

Nel complesso quest'unità, che presenta passaggi laterali eteropici o erosivi/netti con gli altri termini della formazione, è riferibile ad un ambiente di base di scarpata-bacino prossimale e rappresenta le parti più distali di flussi torbiditici.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 13 di 58



Figura 7. Spezzoni di carote di sondaggio (SN-GR-04 e SN-GR-05) prevalentemente costituiti da argille e argille marnose (FYR).

Unità sinorogeniche del Miocene medio

**Formazione del Vallone di Ponticello**

La formazione è costituita da alternanze di litoareniti a grana medio fine, marne e marne calcaree biancastre e grigio verdi, peliti giallo bruno laminate in strati medio sottili, paraconglomerati poligenici a ciottoli subarrotondati. I meccanismi deposizionali sono riferibili a flussi granulari e correnti di torbida.



Figura 8. Spezzoni di carote di sondaggio (SN-ME-05) prevalentemente costituiti da arenarie e marne della formazione del Vallone di Ponticello (PCL).

La formazione è stata osservata in alcune carote di sondaggio (S12 e SN-ME-05) in corrispondenza della galleria Melito, dove si trova in contatto tettonico con la litofacies ruditica del deposito caotico del Flysch Rosso (FYRcc);

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 14 di 58

per la descrizione di dettaglio di tale assetto si faccia riferimento al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Gruppo di Altavilla

**Molasse di Anzano – Membro di Flumeri**

Nell'area di progetto cartografata affiora solo il membro di Flumeri, denominato (ANZ2a in carta e profilo). Sono state distinte due litofacies (cfr. paragrafo ): una a componente arenaceo – sabbiosa ed una a componente marnoso – pelitica, denominate rispettivamente ANZ2ar e ANZ2ma nella cartografia.

Si tratta di arenarie silicoclastiche giallastre da poco a mediamente cementate e sabbie siltose ocra poco cementate organizzate in strati di potenza fino a pluricentrica, alternate a siltiti e marne grigie in strati di potenza da centimetrica a decimetrica.

Si rinvengono inoltre alternanze regolari pluridecimetriche di arenarie medio fini grigie e marne più o meno calcaree grigie (ANZ2ar).



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 15 di 58

Figura 9. Subaffioramento della litofacies sabbioso – arenacea (ANZ2ar) nei pressi del versante a monte dell’imbocco lato Bari della Galleria Grottaminarda: in alto strati pluridecimetrici di arenarie giallastre; in basso gli strati più marnosi grigiastri.



Figura 10. Aspetto in sondaggio delle alternanze sabbioso arenacee giallastre e pelitiche grigiastre della litofacies ANZ2ar; sondaggio SN-GR-01 della campagna indagini di PE, ubicato sul versante a monte dell’imbocco lato Bari della galleria Grottaminarda.



Figura 11. Dettaglio di un livello arenaceo appartenente alla litofacies sabbioso arenacea (ANZ2ar) campionato dal sondaggio SN-GR-06.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 16 di 58

La litofacies marnoso – argillosa è costituita da argille marnose e siltoso sabbiose grigie con interstrati sabbiosi ocracei millimetrici.

Alla base della successione si rinvencono argille siltose e marnose da grigio chiaro a grigio scuro e subordinate marne grigie più o meno litoidi, con stratificazione in genere mal definita. Sono presenti inoltre sporadici livelli decimetrici a matrice sabbiosa.

La percentuale di affioramento è molto scarsa poiché i litotipi costituenti il membro tendono a sviluppare una coltre di alterazione superficiale estesa.

La formazione è stata osservata nelle carote di sondaggio realizzate in corrispondenza della Conca di Grottaminarda (sondaggi HI\_2, HI\_1, HI\_3, VI01\_1, VI01\_2, VI01\_3), nella tratta all'aperto Isca – Girasole ed in parte del versante che sarà interessato dalla galleria Grottaminarda (sondaggio SN-GR-02).

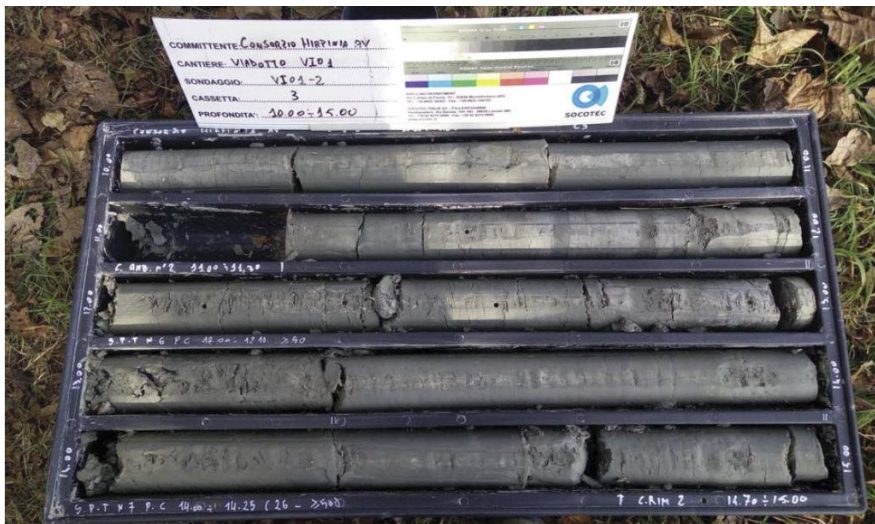


Figura 12. Aspetto in sondaggio delle argille grigie della litofacies ANZ2a sondaggio VI01-2 realizzato nella Conca di Grottaminarda. I rapporti latero – verticali tra le due litofacies sono spesso di difficile definizione.

Il membro poggia con contatto discordante sulle formazioni del substrato (Flysch Rosso), osservato nei sondaggi SN-GR-02 e SN-GR-03.

Le molasse di Anzano si trovano coinvolte anche, nei pressi dell'imbocco lato Napoli della galleria Grottaminarda, in una zona di deformazione fragile – duttile molto complessa, descritta in dettaglio nei paragrafi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e seguenti.



Figura 13. Affioramento di peliti grigiastre della litofacies BNA2 in un'incisione circa 700 m ad Est dell'imbocco della finestra F6.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>17 di 58</b>

Supersintema di Ariano Irpino

**Formazione della Baronia**

**Membro di Apollosa (BNA3)**

Il membro è costituito da alternanze più o meno regolari in strati metrici di arenarie ocra e giallastre poco cementate litiche e quarzoso – litiche da medie a grossolane; sabbie quarzoso - feldspatiche giallastre più o meno compatte da fini a medie, ricche in resti di gusci di ostreidi e pectinidi, talora con matrice siltosa. Sono presenti noduli sferoidali di selce. All'interno delle sabbie ed arenarie sono presenti interstrati da centimetrici a decimetrici di marne, siltiti ed argille grigie. In affioramento spesso sono visibili strutture sedimentarie come una laminazione incrociata e strutture da corrente.

Si rinvengono inoltre alternanze metriche - plurimetriche di sabbie grigie da fini a grossolane più o meno siltose, in genere poco cementate e di argille più o meno limose grigie e marne grigie, talvolta con interstrati centimetrici di sabbie fini grigie e/o ocracee; stratificazione in genere mal definita. Sono presenti sporadici trovanti di arenarie litoidi grigie.

Il membro affiora a partire dalla pk 12+000 circa del tracciato in planimetria, fino alla fine del lotto. La percentuale di affioramento è più elevata rispetto alle altre formazioni: i depositi infatti sono meno erodibili rispetto alle altre litologie e spesso formano pareti subverticali anche plurimetriche.



Figura 14. Affioramento delle sabbie ed arenarie giallastre del Membro di Apollosa nella piana di Apice.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 18 di 58



Figura 15. Dettaglio degli affioramenti del Membro di Apollosa in cui sono visibili noduli di selce e strutture sedimentarie.

I sondaggi di progetto esecutivo realizzati lungo la linea che interessano il membro BNA3 sono: SROC6, SROC7, SROC9, VI04-1, VI04-2, VI04-3, VI04-4, AP01, AP02.

Nelle carote di alcuni di questi sondaggi ed in quelle delle campagne geognostiche precedenti sono stati osservati livelli di argille più o meno marnose e siltose grigie con spessori in sondaggio da pludecimetrici a plurimetrici, alcuni dei quali correlabili tra di loro. A questi livelli è stato dato il nome in profilo di “BNA3a”.

#### Litofacies pelitica (BNA2)

E' costituita da argille più o meno siltose e marnose grigie; silt più o meno argillosi e sabbiosi grigi; marne grigie. Spesso sono intensamente bioturbati e talvolta con resti di gusci di molluschi. La stratificazione in genere è mal definita. Sono presenti interstrati di spessore decimetrico di sabbia più o meno limosa da fine a media, di colore grigio, in genere poco addensata.

Si rinvencono inoltre, nelle carote dei sondaggi profondi, alternanze metriche – plurimetriche di siltiti argillose, argille marnose e sabbiose grigie consolidate e strati di arenario grigio cementate.

Gli affioramenti lungo l'asse del tracciato sono abbastanza scarsi, a causa dell'alterabilità di questi litotipi, che formano una coltre di alterazione estesa.



Figura 16. Affioramento di peliti grigiastre della litofacies BNA2 in un'incisione circa 700 m ad Est dell'imbocco della finestra F6.

I sondaggi di progetto esecutivo realizzati lungo la linea in cui si rinviene questa litofacies sono: SN-ME-08, SME6, SME10, VI03-1, VI03-2, VI03-3, VI0-4, VI03-5, SROC0, SROC1, SROC2 e SROC4.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 19 di 58

Il limite stratigrafico tra le due litofacies è graduale e non è rappresentato da una superficie netta. E' stato posto dove le argille marnose diventano prevalenti e gli interstrati sabbioso – arenacei sono sporadici e di potenza inferiore al metro.

Tale limite è stato ubicato ragionevolmente sulla base di quanto osservato nei sondaggi PNIF61G3 e SROC6, unitamente alle osservazioni di terreno. Si tenga presente quindi che è possibile un certo discostamento dall'interpretazione verosimilmente nell'ordine di un centinaio di metri, poiché per la galleria Rocchetta il numero di sondaggi è ridotto e le coperture sono elevate. Per i dettagli si faccia riferimento al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

*Membro dei conglomerati e della sabbie di San Sossio Baronìa – Litofacies sabbiosa (BNA1b)*

Nell'area di studio affiora la litofacies sabbiosa di questo membro, che è costituita da sabbie siltose giallastre in genere poco cementate con interstrati da millimetrici a centimetrici di argilla, alternate regolarmente di silt sabbiosi e argillosi di colore da giallastro a grigio, talvolta con interstrati millimetrici di sabbie giallastre. Spesso le sabbie sono intensamente bioturbate.

La percentuale di affioramento è scarsa poiché questi depositi tendono a sviluppare coltri di alterazione superficiale. Si rinvencono alcuni affioramenti lungo dei tagli stradali nel settore tra Melito Irpino nuova e Melito Irpino vecchia.



**Figura 17. Affioramento della litofacies BNA1b in un taglio della strada che porta da Fontana del Bosco a Melito Irpino nuova.**

Si rinvencono inoltre arenarie e sabbie cementate grigio – giallastre, silicoclastiche, da fini a medie, in strati di potenza da decimetrica a metrica. Queste affiorano nella parte sommitale della frana che coinvolge il versante compreso tra Orticeo e Contrada Cozza, tra la pk 7+800 e 8+600 in planimetria.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 58</b>



Figura 18. Affioramento delle arenarie giallastre della litofacies BNA1b.

## 2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

### 2.2.1 Cenni generali

Nel seguito si riporta un inquadramento delle caratteristiche geomorfologiche principali per il cui dettaglio ed approfondimento si rimanda alla relazione geomorfologica di progetto (elaborato IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.01.0.3.001A).

L'area di studio è localizzata nella parte assiale della catena appenninica meridionale che, come noto, in questo settore, ha un andamento NW-SE (Figura 19).

Tale andamento preferenziale si osserva anche a scala minore (Figura 20); nell'intorno dell'area studiata infatti si possono identificare 3 unità fisiografiche disposte parallelamente tra loro, che da N verso S sono:

- Dorsale Ariano Irpino – Vallata
- Valle del Fiume Ufita
- Dorsale Bonito – Monte Forcuso

La dorsale Ariano Irpino – Vallata costituisce un'unità morfo-strutturale delimitata da grandi faglie dirette marginali. La morfologia risulta caratterizzata dalla presenza di elementi morfo-strutturali (versanti di faglia evoluti) e da numerosi elementi morfologici ereditati (paleosuperfici e paleoidrografie) e non collegati all'attuale livello di base. La morfologia di tale dorsale è condizionata, oltre che dalla presenza dei potenti depositi terrigeni del supersistema di Ariano Irpino costituiti da argille, arenarie sabbie e conglomerati, in grossi banchi nella parte sommitale della successione, soprattutto dagli effetti del sollevamento tettonico recente che ha contribuito al ringiovanimento del reticolo fluviale caratterizzato dal prevalente processo di erosione lineare attiva. Le valli ovunque si presentano fortemente incise, talora impostate lungo linee di faglie e/o fratture. Sui versanti sono diffusi fenomeni di dissesti superficiali e profondi che complessivamente concorrono al processo dell'erosione areale con rapido assottigliamento dei crinali.

La valle del F.Ufita costituisce l'altro elemento fisiografico che separa le due dorsali. Il suo sviluppo in direzione appenninica è stato controllato dall'attività della faglia diretta che delimita il versante meridionale della dorsale Ariano Irpino-Vallata, in prossimità di Castel Baronia. Numerosi indizi morfologici lasciano intendere che l'attività di

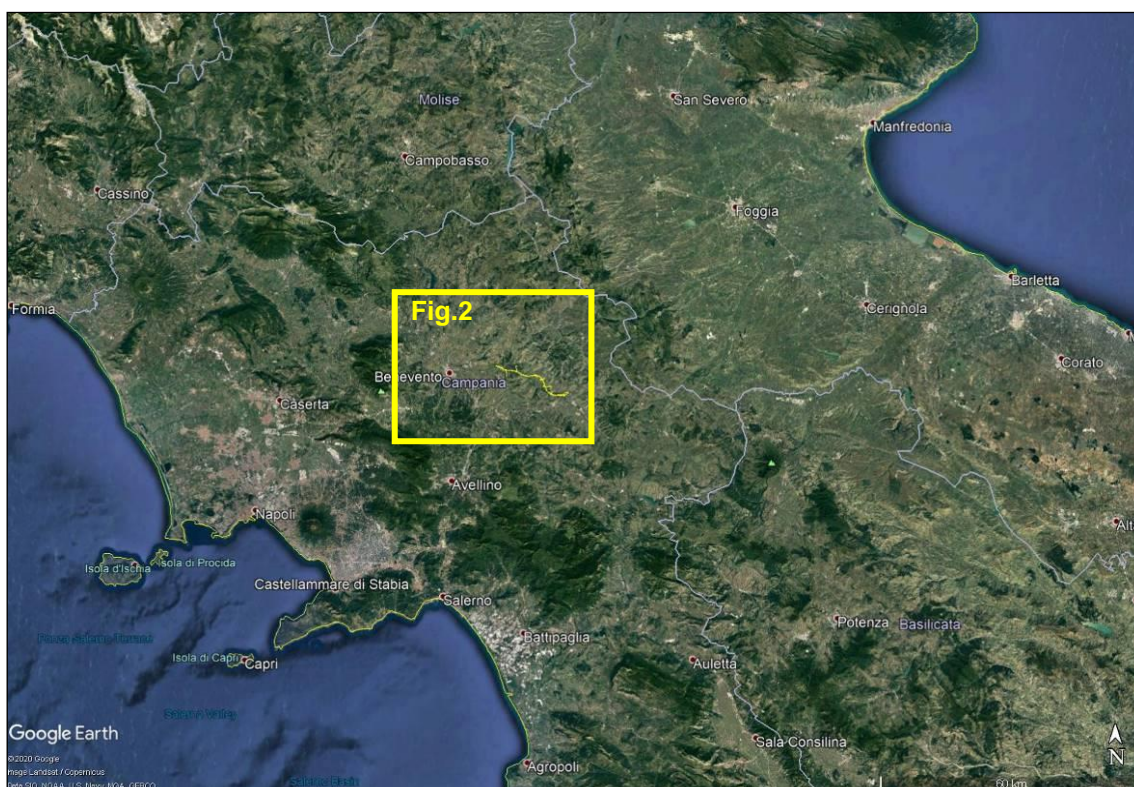
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>21 di 58</b>

tale faglia, oltre ad essere riferita al Pleistocene medio, sia continuata anche nell'Olocene (Brancaccio et alii, 1981; 1984; Basso et alii, 1996b) ed in tempi storici (Pantosti et alii, 1990; Boschi et alii, 1994). A questo proposito si veda il capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** – Sorgenti Simogenetiche.

La valle, lungo il tratto a SE, prima della confluenza con il T. Fiumarella, è molto stretta ed approfondita con un andamento marcatamente sinuoso. A monte dell'abitato di Grottaminarda, invece, diventa molto più ampia (circa 4 km) e si sviluppa per una lunghezza di circa 7 km con un andamento prevalentemente rettilineo fino in località Ponterotto, dove la sezione del letto fluviale si restringe nuovamente conservando fino allo spartiacque appenninico un andamento molto simile a quello del primo tratto.

Nel settore Bonito - M. Forcuso il carattere morfologico dominante è strettamente legato al complesso assetto strutturale dei terreni dell'unità lagonegrese, sovrapposti tettonicamente ai terreni dell'Unità del Fortore, ed alla diffusione dei terreni pelitici affioranti, che esaltano l'intensa erosione lineare dei corsi d'acqua, ovunque in approfondimento. In tale area si registrano ampi e complessi fenomeni franosi, parzialmente attivi che si sviluppano alla scala dell'intero versante mediante meccanismi di scorrimento e/o colata e che denotano più fasi di riattivazione.

Il settore a S-SW di tale dorsale, tra gli abitati di Benevento e Apice, è interessato da estese zone pianeggianti impostate prevalentemente sui depositi lacustri quaternari. In quest'area si imposta parte del reticolo idrografico del Fiume Calore che presenta, in questo settore, direzione circa N-S. Tale disposizione dell'asta fluviale devia in senso E-W all'altezza dell'abitato di Apice per riprendere nuovamente direzione N-S poco ad W di Benevento. Si tratta di un andamento planimetrico con forma all'incirca rettangolare connesso verosimilmente alle fasi della neotettonica.



**Figura 19 – Immagine satellitare (da Google Earth) con indicazione dell'area di interesse, rappresentata in dettaglio nella figura seguente.**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 22 di 58

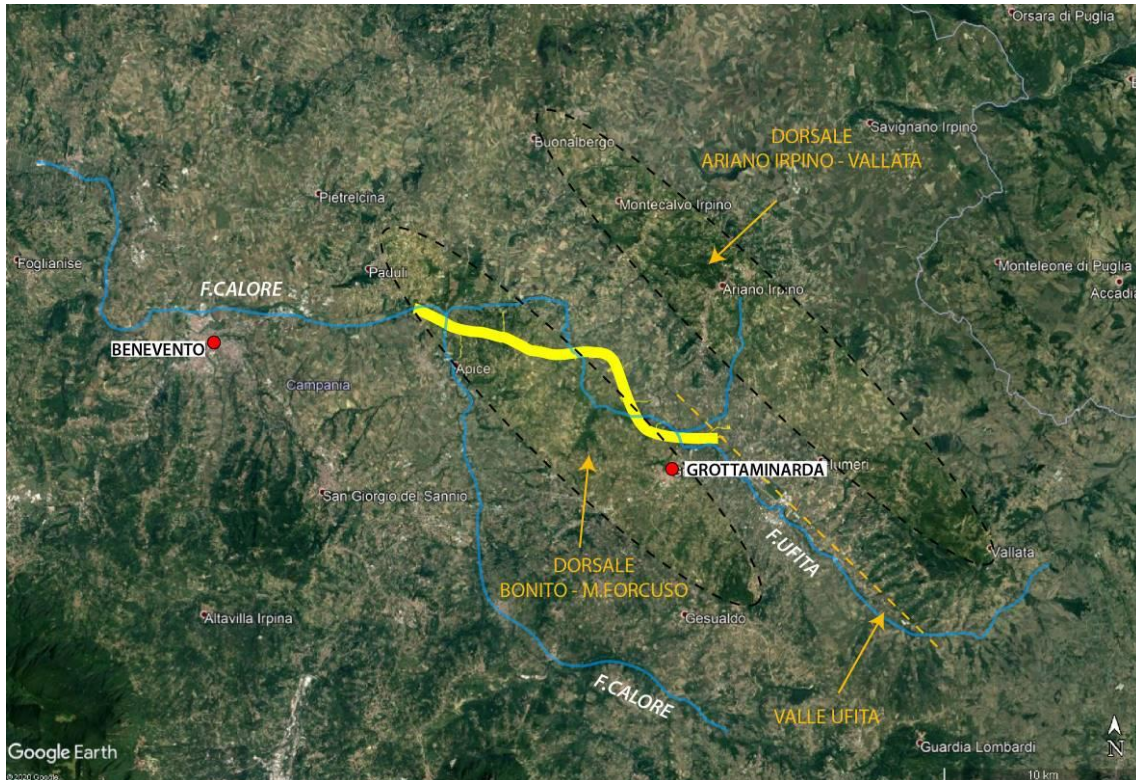


Figura 20 – Principali elementi fisiografici dell'area. In giallo è rappresentato il tracciato.

In base a questa suddivisione a più grande scala, il tracciato si sviluppa prevalentemente all'interno del settore Bonito – M. Forcuso. Si tratta di un paesaggio collinare, il cui rilievo massimo è rappresentato dal Monte Rocchetta, posto ad una quota di circa 630 metri slm.

Generalmente, in tutta l'area indagata, si può osservare una forte dipendenza tra litologia e morfologie che ne derivano. Fintanto che prevalgono i litotipi argillosi e argilloso-marnosi, approssimativamente dalla stazione Hirpinia fino a più di metà del tracciato, i versanti sono meno acclivi e sono interessati da frequenti ed importanti fenomeni franosi; entrando invece in settori in cui dominano i termini sabbioso-arenacei, i versanti si presentano localmente più acclivi e i fenomeni franosi sono meno frequenti.

Un altro evidente contrasto morfologico legato ad una differenza litologica si osserva nelle aree in cui prevale l'unità del Flysch Rosso (FYR); in questi settori infatti i corpi più grandi di calcari, calcareniti e brecce calcaree costituiscono rilievi acclivi e dorsali all'interno di un paesaggio caratterizzato da pendenze dolci, modellato all'interno dei termini più argillosi.

## 2.2.2 Principali elementi geomorfologici cartografati nell'area di studio.

In questo paragrafo verranno descritti a carattere generale i principali elementi geomorfologici lineari e areali cartografati nell'area studiata. Si rimanda al capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** per la descrizione dettagliata del modello geomorfologico tratta per tratta.

### Forme e processi gravitativi

La rappresentazione delle aree di dissesto sulla cartografia geologica e geomorfologica allegata al presente studio è stata effettuata, oltre che sulla base degli elaborati del progetto definitivo (2017).

I fenomeni franosi sono stati distinti in base alla tipologia di movimento (colamento, scivolamento rotazionale/traslato, crollo e movimento complesso) e al grado di attività (attivo, quiescente e stabilizzato). Se un corpo di frana attivo può essere identificato sia dall'osservazione degli elementi geomorfologici che tramite letture inclinometriche, definire se un fenomeno franoso è quiescente o stabilizzato necessita di una più attenta

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 23 di 58

osservazione delle forme del paesaggio e, se disponibili, di misure (es. inclinometri o PSinSAR) su un ampio periodo di tempo.

In generale, per distinguere una frana quiescente da una stabilizzata ci si è basati principalmente sul grado di rimodellamento; le forme profondamente modificate dai processi di rimodellamento (sia naturali che antropici) sono state interpretate come non più riattivabili per cui, il fenomeno gravitativo responsabile della loro formazione è stato ragionevolmente definito “stabilizzato”. D'altra parte, invece, è stato definito come quiescente un processo gravitativo che ha generato forme che appaiono solo in parte modificate dal rimodellamento; questi processi pertanto, non stabilizzati naturalmente, potrebbero essere riattivati in occasione di eventi pluviometrici e/o sismotettonici.

I settori in cui il perimetro di un'area di frana è di difficile delimitazione, il dissesto coinvolge solo la copertura eluvio colluviale o comunque i primi 1 – 2 m di suolo ed in cui non è stato possibile definire con certezza il grado di attività, sono stati definiti come “aree interessate da soliflusso”.

All'interno delle aree interessate da processi gravitativi sono stati distinti alcuni elementi lineari quali le nicchie principali e gli orli di scarpate secondarie. Anche per questi elementi è stato definito un grado di attività coerentemente con quanto descritto sopra.

Inoltre, per fornire un'indicazione relativa all'affidabilità dell'elemento cartografato sono stati utilizzati contorni o linee tratteggiate per elementi presunti/mal definiti e contorni e linee continue per rappresentare elementi definiti come “certi”.

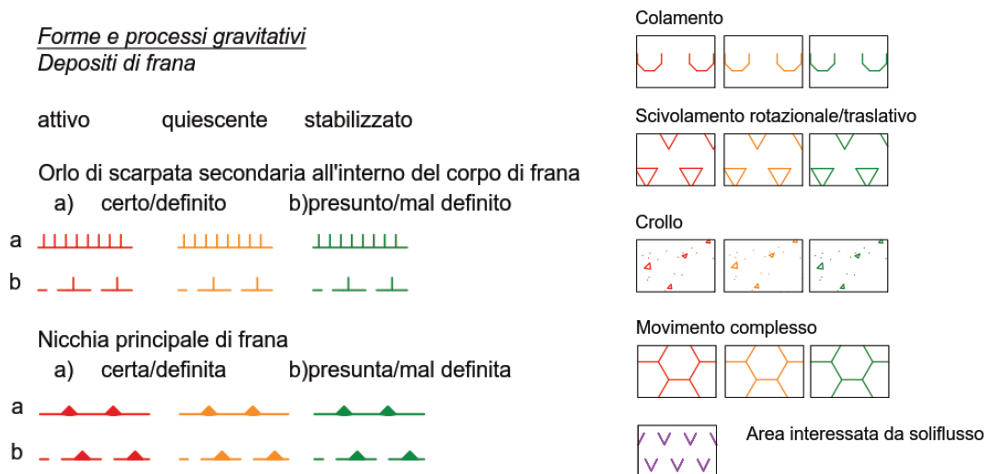


Figura 21 – Stralcio della legenda della carta geomorfologica prodotta in cui sono riportati le forme ed i processi gravitativi principali.

### Forme legate alla dinamica dei corsi d'acqua

Sono stati rappresentati gli orli di scarpata fluviale attuale e recente e gli orli di scarpata antichi. I primi sono sostanzialmente gli orli che bordano i terrazzi nelle zone di pianura alluvionale legati ai corsi d'acqua principali; i secondi sono stati identificati ad una quota significativamente superiore rispetto al fondovalle attuale, delimitando antichi terrazzi fluviali.

Sono state inoltre rappresentate forme di erosione legate alla dinamica torrentizia che interessano i versanti, come ad esempio piccoli impluvi, sia attivi che stagionali, orli di scarpata di erosione regressiva ed erosioni lineari concentrate.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 24 di 58

Forme legate alla dinamica dei corsi d'acqua

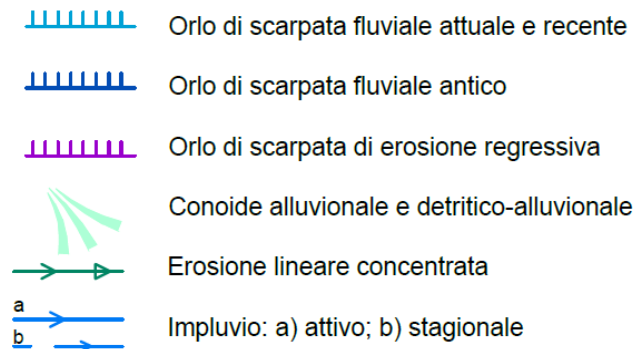


Figura 22 – Stralcio della legenda della carta geomorfologica prodotta in cui sono riportati le forme legate alla dinamica dei corsi d'acqua.

Elementi morfostrutturali

Sulla base del modello DTM ottenuto dai dati LIDAR ad alta definizione e delle foto aeree è stata effettuata un'analisi dei lineamenti.

Il risultato ottenuto è sintetizzato in Figura 24 dove è indicata la posizione e l'orientazione di tutti i principali lineamenti identificati in un intorno rappresentativo rispetto al tracciato. Come si osserva dal diagramma a rosa, la direzione preferenziale risulta essere NW-SE, in accordo con l'orientazione delle principali strutture a scala regionale.

Sulla base del confronto con le strutture tettoniche segnalate in letteratura e delle evidenze di terreno, alcuni di questi lineamenti sono stati interpretati come faglie. Le evidenze di terreno hanno riguardato principalmente il riconoscimento di elementi geomorfologici di origine strutturale come ad esempio scarpate / superfici di origine tettonica e/o deviazioni di segmenti di aste fluviali in direzione parallela ai lineamenti.

Di seguito si riporta uno stralcio della legenda della carta geomorfologica in cui sono riportati gli elementi areali e lineari principali individuati in carta.

**Elementi geologici e morfostrutturali**

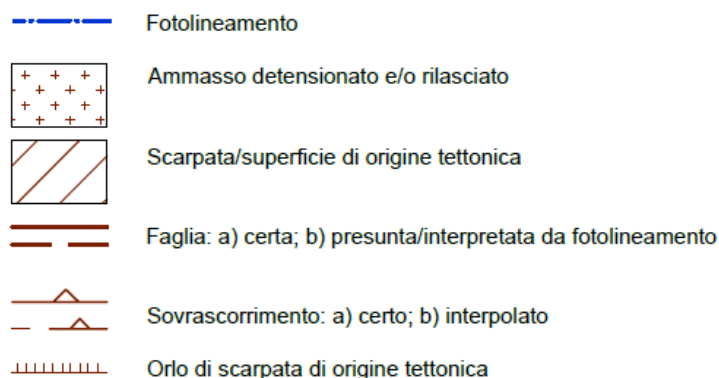


Figura 23 – Stralcio della legenda della carta geomorfologica prodotta in cui sono riportati gli elementi geologici e morfostrutturali principali.

In alcuni casi è stata osservata una certa corrispondenza tra i lineamenti e le nicchie di distacco delle frane; tale situazione non necessariamente indica la presenza di faglie attive (che quindi hanno provocato, almeno in parte, una destabilizzazione del versante). Le faglie infatti, generando nel materiale attraversato un generale abbattimento delle caratteristiche geomeccaniche, potrebbero essere intese come causa predisponente alla generazione del fenomeno franoso e non come causa.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>25 di 58</b>

E' stato infine effettuato un confronto tra le faglie individuate e le faglie attive e capaci segnalate in letteratura (cfr. §**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Ciò che è emerso è che i dati esistenti riportano come attive due strutture che ricadrebbero in una posizione marginale nell'area studiata, in particolare nel settore della conca di Grottaminarda (faglia diretta NE-SW) e nel tratto all'aperto di Iscalonga (faglia diretta NW-SE, parallela al Fiume Calore).

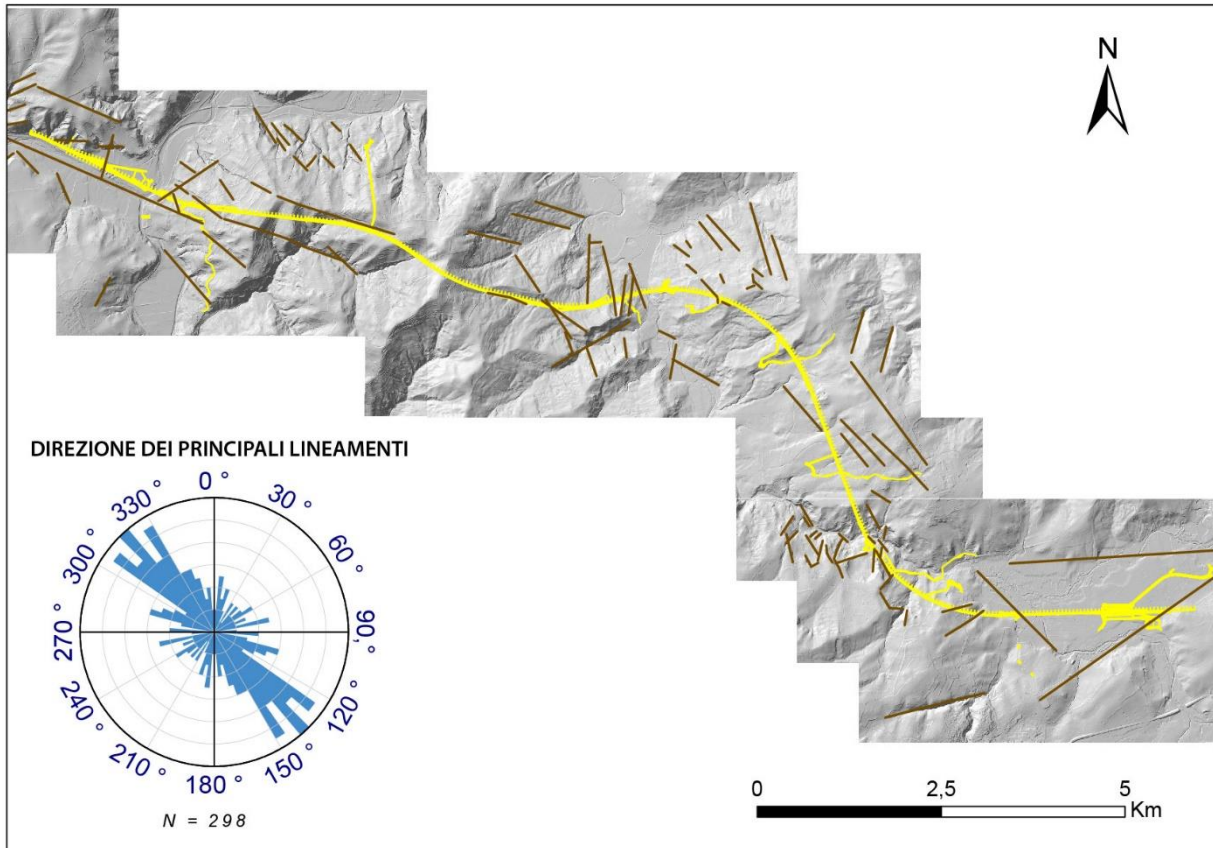


Figura 24 – Orientazione dei principali lineamenti individuati.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GN0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">26 di 58</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	26 di 58
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	26 di 58													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>																		

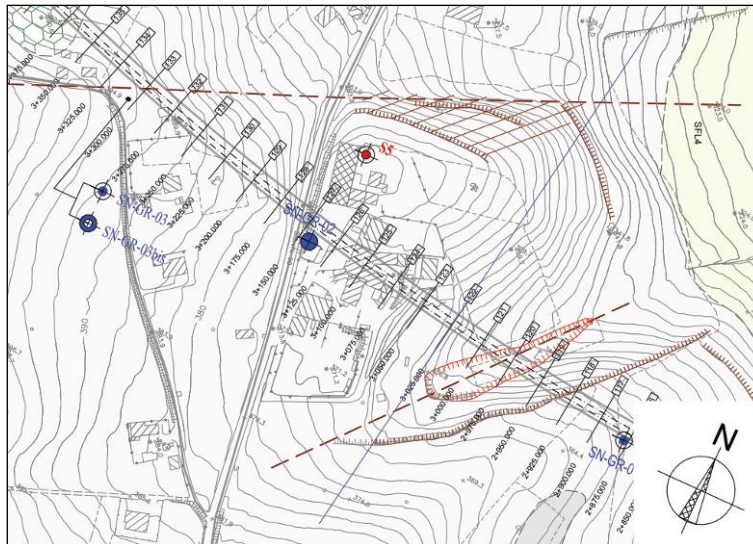


Figura 25 – Stralcio non in scala della carta geomorfologica (CODICE IF2801EZZN6GE0103003A), Galleria Grotto.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 27 di 58

## 2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GALLERIA MELITO

### 2.3.1 Imbocco Galleria Melito lato Bari, pk 5+086

L'imbocco della Galleria Melito lato Bari si imposta lungo il versante in destra orografica del Fiume Ufita (Figura 26, Figura 27, Figura 28), in corrispondenza di una dorsale in cui sub-affiorano calcareniti e calciruditi del membro calcareo del Flysch Rosso (FYR2). La dorsale e le altre forme del versante in questo settore sono attribuibili a rimodellamento di antichi elementi morfologici sviluppatasi per modellamento fluviale durante le fasi di approfondimento della valle del Fiume Ufita.

Appena ad W della dorsale entro cui è impostato l'imbocco, è presente un colamento, di potenza stimabile in circa 2 metri sulla base della sola morfologia visibile in superficie, in parte attivo ed in parte quiescente, che interferisce con parte della pista di accesso al cantiere dell'imbocco prevista. Le evidenze morfologiche di questo dissesto sono descritte al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Il sondaggio VI02\_5 (2019) è attrezzato con inclinometro; la campagna di monitoraggio è tutt'ora in corso.



Figura 26 –Porzione di versante in cui è previsto l'imbocco lato Bari della Galleria Melito; la freccia gialla indica la posizione dell'imbocco

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 28 di 58

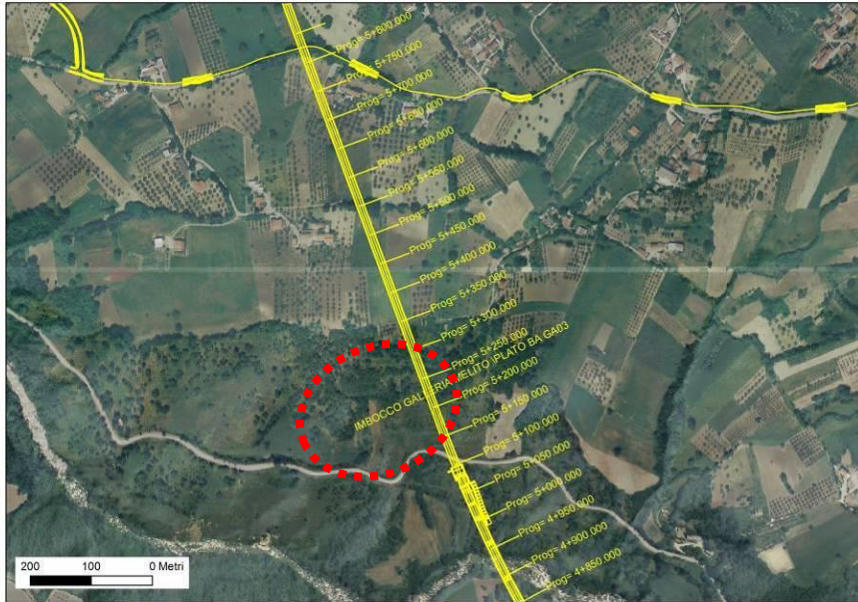


Figura 27 – Stralcio su ortofoto non in scala dell'imbocco lato Bari della galleria Melito (in rosso).

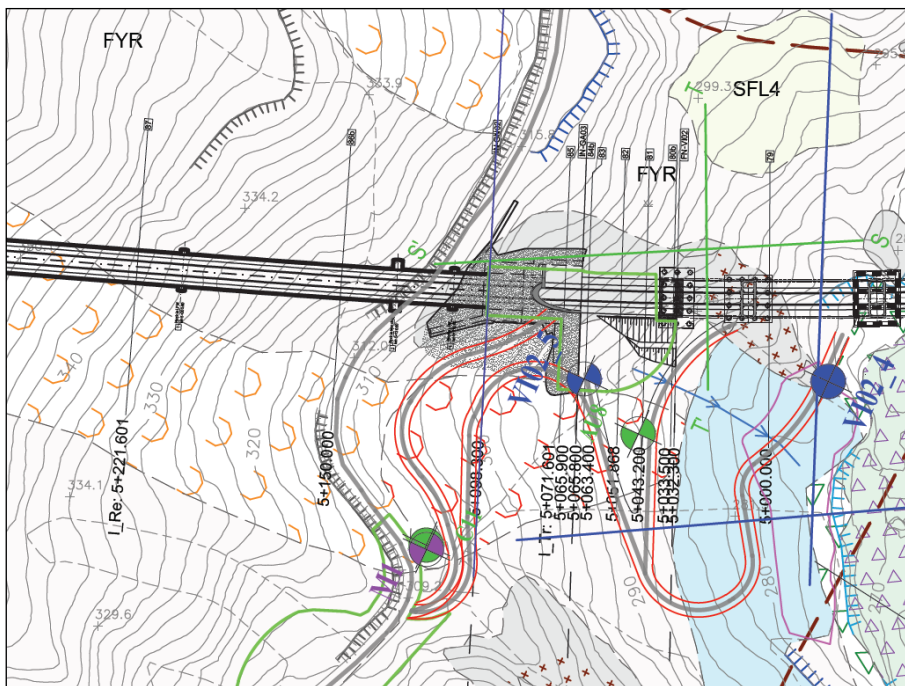


Figura 28 - Stralcio non in scala della carta geomorfologica (IF2801EZZN6GE0103004A) dell'imbocco lato Bari della Galleria Melito.

**Interferenze elementi geomorfologici / opera**

La frana citata nel paragrafo precedente non interferisce direttamente con lo scavo dell'imbocco della galleria, ma con la realizzazione delle piste di accesso al cantiere. Questa interferenza sarà descritta in dettaglio nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Non si riscontrano altre criticità dal punto di vista geomorfologico per lo scavo dell'imbocco.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>29 di 58</b>

L'interferenza con le fasce di pericolosità da alluvione è descritta nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

### 2.3.2 Galleria Melito, da pk 5+086 a 9+556

La Galleria Melito attraversa il versante in destra orografica del fiume Ufita, caratterizzato dalla presenza di diverse frane, anche di notevole estensione, sia attive che quiescenti e stabilizzate, a partire dalla pk 7+050 fino all'imbocco lato Napoli (pk 9+550).

Essendo la tratta caratterizzata da coperture medio-alte, comprese tra 80 m e 135 m, (pk 7+050 – 9+000) tutti gli elementi geomorfologici individuati connessi a processi gravitativi, non interessano direttamente la galleria se non in prossimità dell'imbocco lato Napoli. Ciò nonostante, al fine di caratterizzare geomorfologicamente il territorio attraversato si illustrano i fenomeni franosi riconosciuti. Tali fenomeni, costituiti da colamenti lenti e movimenti complessi con tendenza retrogressiva, modellano il versante con forme a dossi, contropendenze, zone di accumulo nel fondovalle, dando vita a morfologie facilmente individuabili attraverso il rilevamento di terreno, l'analisi del DTM-Lidar, e delle fotografie aeree. Inoltre, l'analisi dei Permanent Scatterers su immagini SAR (PS-InSAR) è stata utile per definire, nei casi dubbi, l'attività del movimento franoso, per lo meno a livello superficiale.

Procedendo dall'imbocco lato Bari (sud) all'imbocco lato Napoli (N) per un primo tratto, di versante piuttosto lungo, fino alla pk 7+000 ca. il versante non presenta forme che indichino l'esistenza di corpi franosi significativi. La morfologia del versante è piuttosto regolare e si può ipotizzare che essa sia il risultato di un rimodellamento di antiche superfici di origine fluviale ad opera di acque di ruscellamento più o meno concentrato, che hanno determinato lo sviluppo di incisioni più o meno marcate.

Successivamente, prendendo come riferimento le progressive del tracciato, tra la pk 7+000 e la pk 7+600, in località Orticcello si osservano invece due colamenti lenti che interessano un settore di versante molto esteso. Si tratta di un versante in cui le forme legate alla gravità (principalmente scarpate e variazioni di pendenze) sono rimodellate o rivegetate e spesso sono obliterate dall'attività antropica.

Pertanto la maturità delle forme ha permesso di definire come stabilizzato il primo dissesto; il secondo invece è stato definito come attivo, principalmente sulla base dei dati interferometrici (PS-InSAR), che in questo settore evidenziano movimenti significativi, come visibile nelle figure seguenti (Figura 30).

Trattandosi comunque di colamenti i movimenti osservabili con i dati satellitari sono da considerarsi relativamente superficiali, e coinvolgono verosimilmente solo i primi metri di coltre e substrato. Si ribadisce inoltre che in questo settore non sono presenti opere in esterno e la galleria di linea ed il cunicolo parallelo si collocano a profondità tali da non essere coinvolte da questi fenomeni.

Alla pk 7+500 circa è presente un inclinometro SME2: il monitoraggio è tutt'ora in corso.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione tecnico - illustrativa	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RG	<b>DOCUMENTO</b> GN0200 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 30 di 58

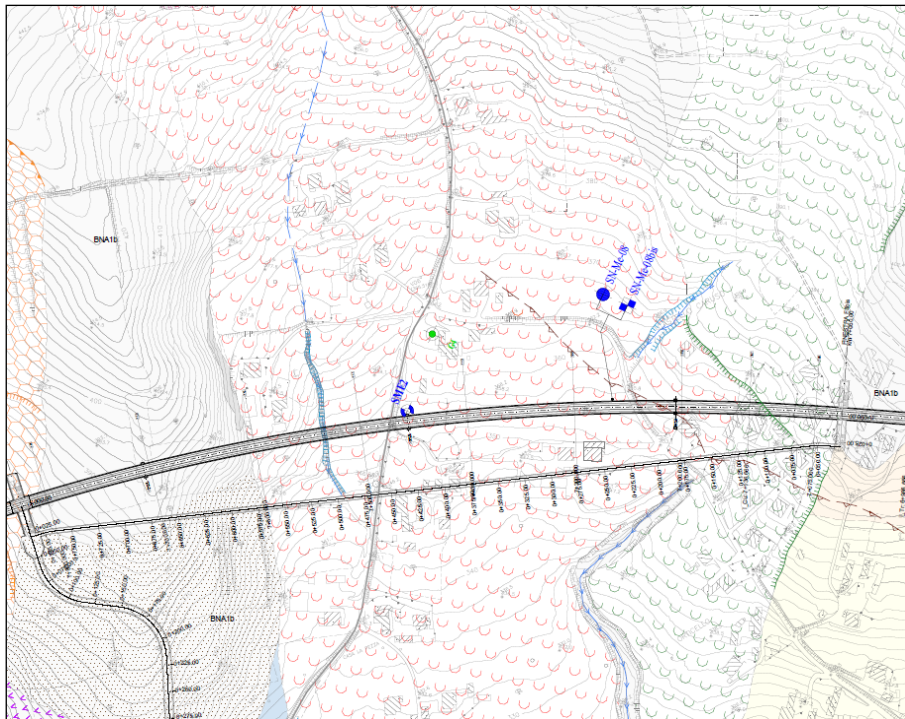


Figura 29 – Stralcio della carta geomorfologica prodotta (IF2801EZZN6GE0103005B) tra la pk 7+000 e 7+700

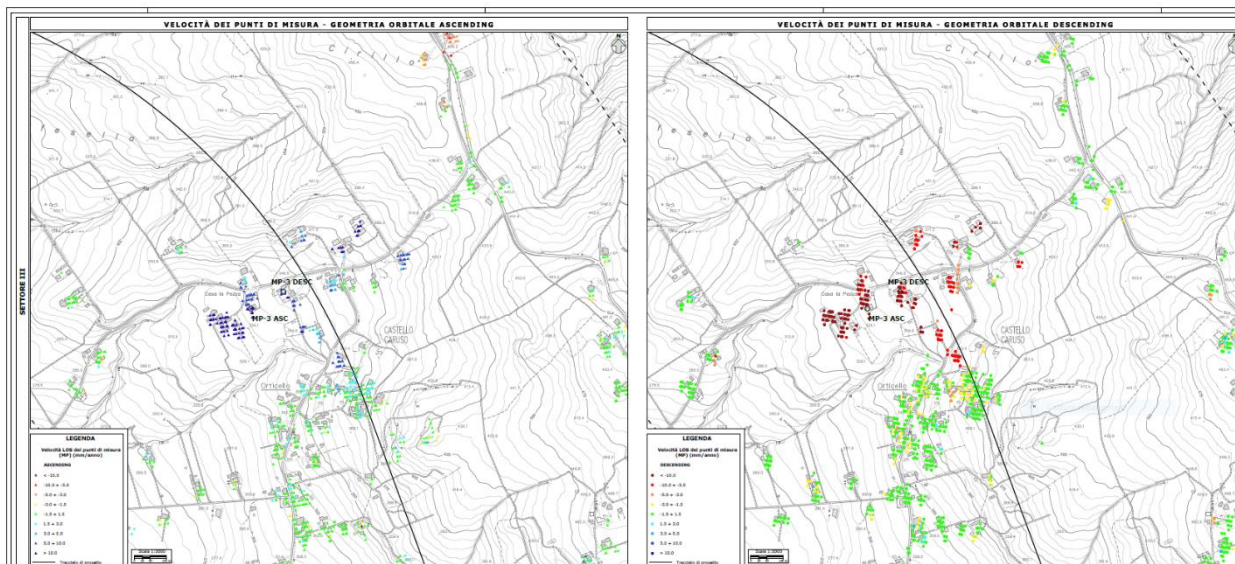


Figura 30 – Stralcio non in scala della carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi DinSAR nel periodo ottobre 2014 – marzo 2020, allegata alle analisi di monitoraggio con interferometria satellitare.

Superato un breve settore in cui non sono presenti fenomeni franosi, l'intero versante tra la pk 7+825 e la pk 8+600 circa, è caratterizzato da una frana complessa di cui la parte centrale è evidentemente attiva (Figura 33 e Figura 34). L'area interessata da questo movimento è di circa 500 m in senso trasversale e circa 1,7 km in senso longitudinale.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>31 di 58</b>

Oltre alle nicchie principali (Figura 35) si osservano numerosi elementi attivi minori all'interno del corpo di frana, come trincee, valleciole, contropendenze, variazioni di pendenza e numerose nicchie / orli di scarpata secondari a direzione media E-W all'interno del corpo di frana.

Tra le pk 8+500 e 8+600 le scarpate minori all'interno del corpo di frana sono più rimodellate ed il versante si presenta con dossi e contropendenze, sebbene con forme più dolci rispetto al settore precedente. Sulla base di queste evidenze di terreno, supportate dall'analisi dei dati lidar, parte del movimento è stata definita come quiescente (Figura 34).

Tra la progressiva 8+600 e la progressiva 8+800 ca. il tracciato corre poi in un settore ove in superficie sono localmente preservate morfologie relative ad antiche superfici stabili di modellamento fluviale. Si tratta tuttavia di lembi di superfici relitte ricompresi fra il settore in frana precedente ed altri settori in frana presenti ad ovest, sud-ovest e anche, più distante, a nord. I fenomeni franosi presenti ad ovest saranno descritti in dettaglio nel paragrafo successivo, perché sono quelli che interessano l'imbocco lato Napoli.



Figura 31 – Foto del versante interessato dal dissesto attivo, scattata da monte; in secondo piano il settore definito come quiescente.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GN0200 001</td> <td>B</td> <td>32 di 58</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	32 di 58
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	32 di 58												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>																	



**Figura 32 – Particolare di un trench rilevato nel settore di versante attivo.**



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>33 di 58</b>

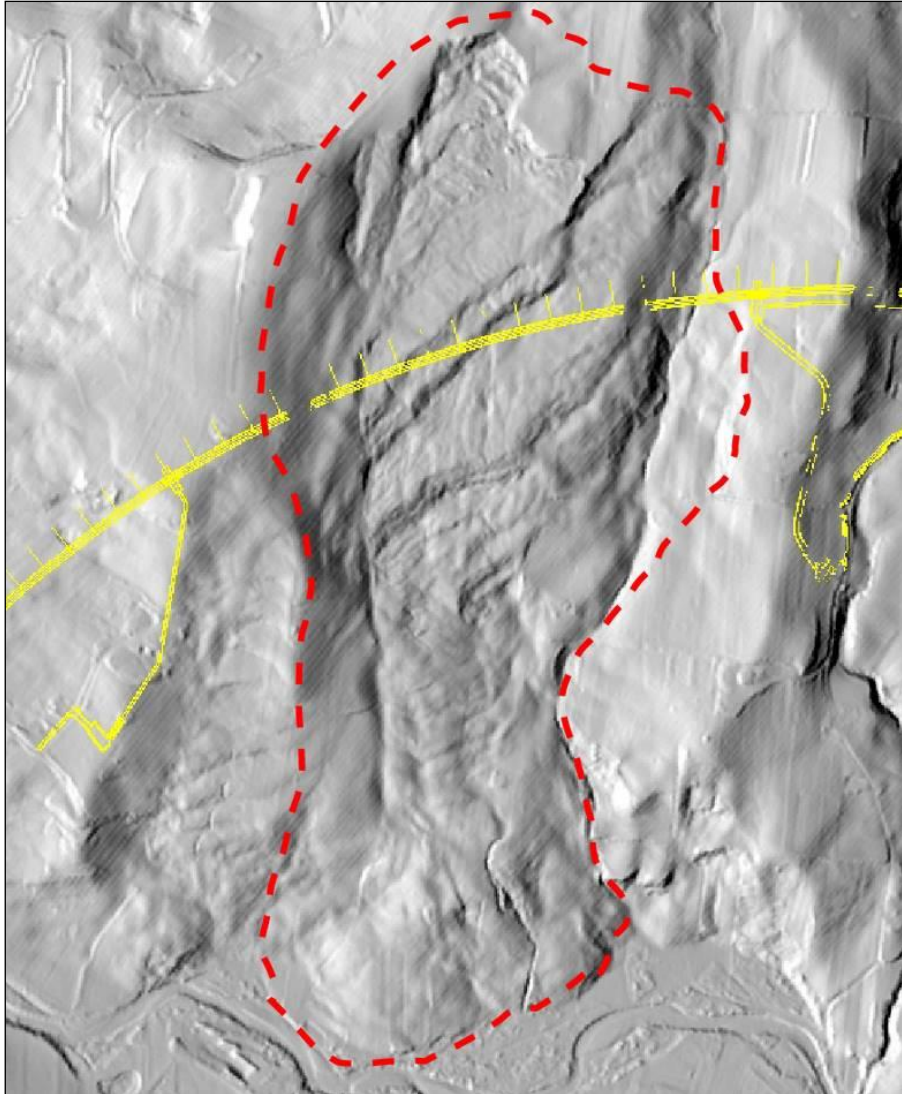


Figura 33 - Frana complessa lungo il tracciato della galleria Melito tra la pk 7+825 e 8+600. In giallo il tracciato in progetto. Base: hillshade da DTM LiDAR

**Interferenze elementi geomorfologici / opera**

Essendo la tratta caratterizzata da coperture medio-alte, comprese tra 80 m e 135 m (pk 7+050 – 9+000), tutti gli elementi geomorfologici individuati connessi a processi gravitativi, non interessano direttamente la galleria se non in prossimità dell'imbocco lato Napoli, di cui però si parlerà nel successivo paragrafo..

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>34 di 58</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>						

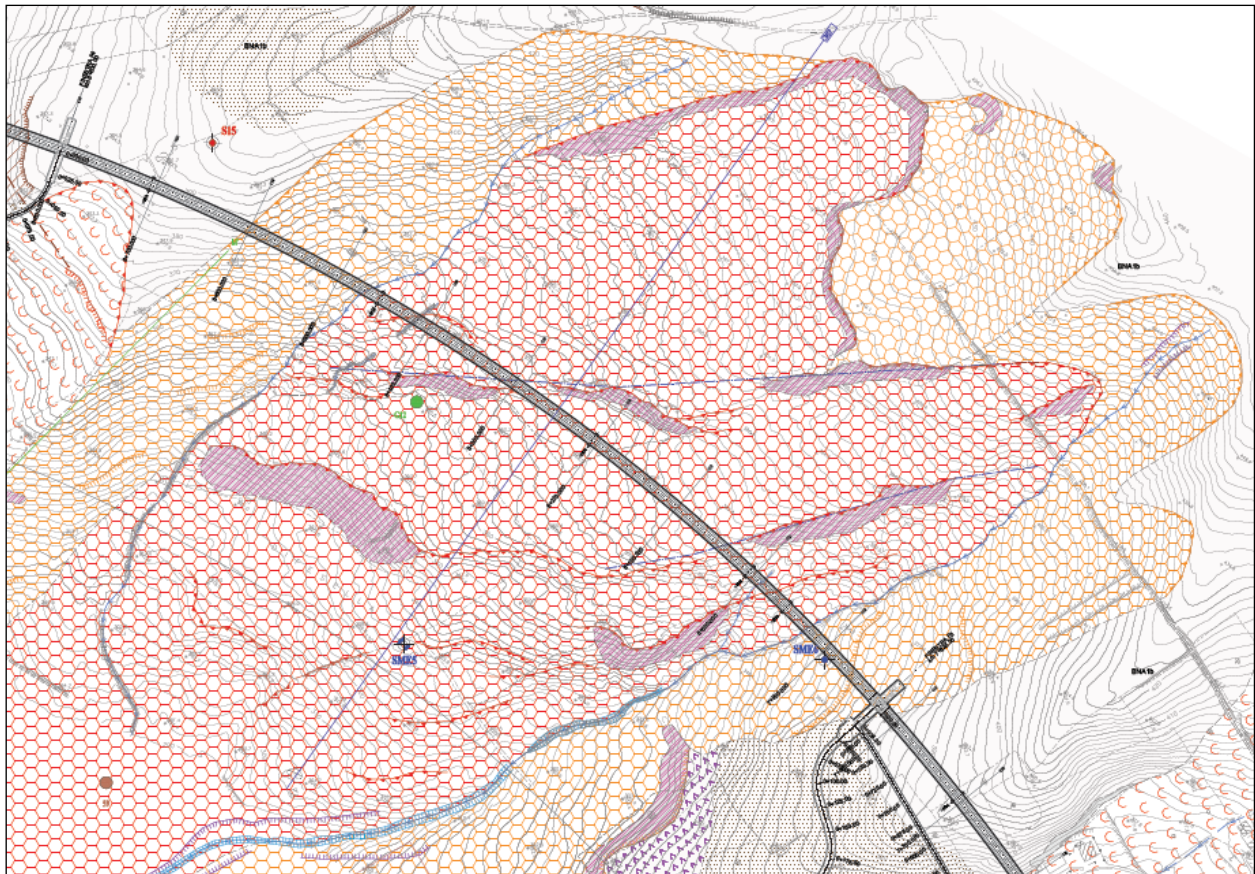


Figura 34 – Stralcio della carta geomorfologica prodotta (IF2801EZZN6GE0103006B) tra la pk 7+825 e 8+600



Figura 35 – Nicchia principale di frana

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 35 di 58

### 2.3.1 Imbocco Galleria Melito lato Napoli, pk 9+556

Lo studio geologico ha individuato, in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale Melito lato Napoli, le seguenti unità geologiche:

- ✓ Formazione della Baronia - BNA1b (Pliocene Inf. ) rappresentata da una litofacies sabbiosa con arenarie e sabbie da cementate a poco cementate con strati di argilla e silt.
- ✓ Formazione della Baronia – BNA2 Litofacies pelitica (Pliocene Inf.) rappresentata da argille più o meno siltose e marnose, silt più o meno argillosi sabbiosi e marne litoidi

Sul versante est della valle Ufita nel tratto all'aperto compreso fra le gallerie Melito e Rocchetta pur non essendo stato rilevato a livello morfologico un movimento franoso attivo, è stata rilevata una coltre di oltre 10m di spessore con caratteristiche meccaniche mediocri paragonabili a quella del versante ovest caratterizzato invece est da una frana attiva per colamento con spessori dell'ordine di 5+7m. Le indagini condotte in sede di PE hanno confermato la successione stratigrafica prevista in sede di PD, tuttavia i rilievi strumentali eseguiti fino ad oggi non consentono ancora una chiara lettura dei possibili fenomeni evolutivi in atto; le considerazioni tecnico progettuali contenute nel prosieguo del documento potranno quindi essere riviste e meglio dettagliate in sede di sviluppo del PED, in funzione dei dati acquisiti nel corso della campagna di monitoraggio del pendio in corso.

In corrispondenza dell'imbocco della presente galleria sono stati eseguiti i sondaggi:

- SME10 – Campagna Indagini 2019
- F12 – Campagna Indagini 2017
- S17Bis – Campagna Indagini 2017
- S17 – Campagna Indagini 2015

Sono inoltre presenti due stendimenti sismici (STR\_PE08 e SRT\_PE09), uno longitudinale e uno trasversale, derivante dalla Campagna Indagini 2019.

E' segnalata la presenza di falda alla profondità di circa 6m da p.c., e si prevede il suo ribasso durante le fasi di scavo attraverso drenaggio.

Si rimanda alla relazione geomorfologica generale per la trattazione dettagliata del quadro geomorfologico inerente l'area in argomento.

## 2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel seguito si riporta un inquadramento delle caratteristiche idrogeologiche principali per il cui dettaglio ed approfondimento si rimanda alla relazione idrogeologica di progetto (elaborato IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.01.0.2.001A).

### **COMPLESSI IDROGEOLOGICI**

L'area di studio è stata suddivisa in diversi complessi idrogeologici a grado di permeabilità differente, distinguendo poi negli ammassi rocciosi e terreni attraversati dalle opere settori con comportamento idrogeologico omogeneo. I sistemi di flusso idrico sotterraneo possono svilupparsi all'interno di un solo complesso idrogeologico, quando questo è limitato lateralmente da complessi meno permeabili, oppure possono attraversare più complessi permeabili adiacenti. La classificazione dei complessi è basata sia su una rianalisi critica dei test di permeabilità eseguiti nei sondaggi realizzati nell'ambito del Progetto Definito e del Progetto Preliminare, sia sull'analisi dei nuovi test realizzati durante la campagna di indagini del progetto Esecutivo.

In generale sono stati distinti complessi permeabili per porosità e complessi permeabili per fratturazione. I primi sono essenzialmente i complessi costituiti da depositi sciolti superficiali (depositi quaternari) dove, essendo assenti fenomeni di cementazione o di metamorfismo, è presente una porosità primaria significativa. I secondi sono i complessi sviluppati in litotipi del substrato pre-quaternario, che essendo caratterizzati da fenomeni di consolidamento e/o cementazione possiedono una permeabilità primaria per porosità non significativa e comunque

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GN0200 001</td> <td>B</td> <td>36 di 58</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	36 di 58
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	36 di 58								

di numerosi ordini di grandezza inferiore rispetto alla permeabilità per fratturazione e/o fenomeni di dissoluzione chimica (carsismo s.l.).

L'attribuzione del grado di permeabilità ad ogni complesso idrogeologico attraversato dal tracciato di progetto è basata sui dati di permeabilità misurati nei sondaggi e disponibili in letteratura. Laddove non sono disponibili valori misurati o quando i dati disponibili non garantiscono adeguate affidabilità e rappresentatività statistica, la stima della permeabilità è stata basata su un'analisi critica dei dati geologici di terreno e sull'analogia con formazioni con caratteristiche idrodinamiche simili. Durante le fasi di rilevamento di terreno è stata prestata particolare attenzione alla descrizione dello stato di fratturazione e del grado di cementazione.

Va altresì specificato che i valori di conducibilità idraulica forniti si riferiscono ad una scala decametrica o pluri-decametrica, significativa per la dimensione delle opere in progetto. A piccola scala (metrica o pluri-metrica), come già ricordato in precedenza, potrebbero essere incontrati valori anche più elevati di quelli indicati nel presente rapporto e negli elaborati correlati, dal momento che a tale scala la permeabilità potrebbe essere governata dalle caratteristiche idrauliche di singole fratture. Questi elementi tuttavia spesso risultano poco interconnessi a scala maggiore, risultando ininfluenti per considerazioni idrogeologiche a scala medio-grande quale quella di interesse per il presente lavoro.

### **CLASSIFICAZIONE DEI COMPLESSI**

#### Complessi dei terreni di copertura

#### **Complesso argilloso-limoso (CAL)**

##### Unità interessate:

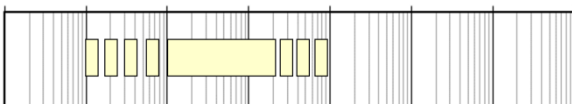
- ec – depositi eluvio-colluviali
- dc – depositi detritico-colluviali
- frane – depositi franosi derivanti da terreni argilloso-marnosi e in cui sono ricompresi fenomeni gravitativi quali i colamenti (co), gli scivolamenti rotazionali-traslativi (sc), i crolli (cr), i movimenti complessi (mc) e i soliflussi (sl)

È costituito da argille limose e argille sabbiose a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; localmente si rinvengono passaggi di sabbie argillose e limi argilloso-sabbiosi a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquicludi e acquitardi porosi e di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

##### Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]

1.E-10   1.E-09   1.E-08   1.E-07   1.E-06   1.E-05   1.E-04   1.E-03



#### **Complesso sabbioso-limoso (CSL)**

##### Unità interessate:

- SFL4 – subsistema del Fiume Ufita
- SFL3 – subsistema di Benevento
- an - depositi alluvionali antichi

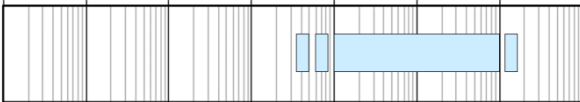
È costituito da sabbie e sabbie limose a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; localmente si rinvengono lenti e/o livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>37 di 58</b>

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media.

*Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]*

1.E-10   1.E-09   1.E-08   1.E-07   1.E-06   1.E-05   1.E-04   1.E-03



### **Complesso ghiaioso-sabbioso (CGS)**

Unità interessate:

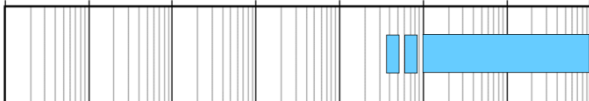
- ar - depositi alluvionali recenti
- at – depositi di origine antropica

È costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; localmente si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da angolose ad arrotondate; talora sono presenti paleosuoli e livelli limoso-argillosi.

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta.

*Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]*

1.E-10   1.E-09   1.E-08   1.E-07   1.E-06   1.E-05   1.E-04   1.E-03



Complessi delle unità del substrato

### **Complesso argilloso-marnoso (CAM)**

Unità interessate:

- FYR - Unità a dominante argilloso-marnosa del Flysch Rosso
- FYRcaot – Depositi caotici del Flysch Rosso (FYRca: Litofacies argilloso-marnosa; FYRcb: Litofacies argilloso-marnosa ad elementi ruditici; FYRcc: Litofacies ruditica a matrice argilloso marnosa)
- ANZma - Argille marnose della Molasse di Anzano (Formazione di Altavilla)
- BNA2 – Litofacies pelitica della Formazione della Baronia
- BNA3a – Interstrati limoso-argillosi contenuti nelle arenarie del Membro di Apollosa (BNA3) della Formazione della Baronia

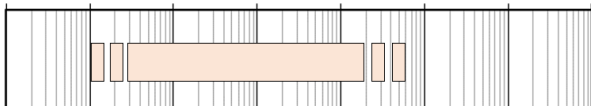
È costituito da argille, argille siltose, argille limoso-marnose e argille marnose a struttura scagliosa o indistinta, talora stratificata, con intercalazioni di sottili livelli di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi e livelli di calcareniti e litareniti quarzose. Sono comprese le diverse litofacies dei depositi caotici nei quali, a prescindere dalla percentuale relativa di blocchi e matrice, la componente pelitica risulta sempre quella relativamente maggiore.

Costituiscono acquicludi e acquitardi porosi e di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde scarsamente alimentate o con assenza di alimentazione contenute nei livelli sabbioso-arenacei. Costituiscono degli elementi tamponanti per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 38 di 58

*Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]*

1.E-10   1.E-09   1.E-08   1.E-07   1.E-06   1.E-05   1.E-04   1.E-03



## 2.5 PRINCIPALI ELEMENTI DI NOVITÀ RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO

Gli approfondimenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici si basano sugli studi, rilievi e indagini realizzati in fase di Progettazione Definitiva (2017), denominato di seguito PD, integrati con rilievi di terreno, analisi fotointerpretativa ed analisi dei risultati della campagna geognostica integrativa di Progetto Esecutivo (PE).

Si elencano di seguito i principali elementi di novità a livello geologico, geomorfologico e idrogeologico del PE rispetto al PD. Per tutte le implicazioni che tali variazioni assumono rispetto all'opera in progetto si rimanda ai paragrafi specifici contenuti nel capitolo in cui è descritto il modello geologico e geomorfologico in asse al tracciato.

Le differenze più sostanziali riguardano una diversa caratterizzazione litostratigrafica di alcune unità. In generale sono stati ridefiniti spazialmente alcuni limiti geologici sulla base delle nuove indagini geognostiche e di terreno.

- **Flysch Rosso**

Nel Progetto Definitivo, questa unità è stata distinta in "Flysch Rosso (FYR)" e in "Flysch Rosso - membro calcareo" (FYR2). In sede di PD, All'interno del FYR è stata distinta una litofacies calcareo clastica in strati medi e spessi denominata FYRa. Il FYR e il FYR2 sono stati descritti in rapporto di eteropia. La descrizione fornita nel PD è congruente con quella riportata nel foglio CARG – Ariano Irpino.

Nel Progetto Esecutivo, l'analisi dettagliata delle litofacies campionate da numerosi sondaggi all'interno del Flysch Rosso ha permesso il riconoscimento di un membro riferibile a un caotico in termini geologici, o a un "bimrock" (block-in-matrix rock; Medley, 1994) in termini geomeccanici. L'introduzione di questa sotto-unità nei profili geologici di linea e delle finestre ha infatti una valenza sia dal punto di vista della corretta collocazione paleostratigrafica di tali terreni, sia dal punto di vista di un'adeguata caratterizzazione ingegneristica funzionale alla parametrizzazione geotecnica dell'ammasso. All'interno del membro caotico si è effettuata un'ulteriore suddivisione di litofacies, in funzione dei diversi rapporti esistenti tra blocchi/clasti e matrice nei diversi settori del tracciato. Pertanto, si sono riconosciute un FYRca (blocchi/clasti < 10%, matrice > 90%), un FYRcb (blocchi/clasti ~ 20%, matrice ~ 80%) e un FYRcc (blocchi/clasti ~ 40%, matrice ~ 60%).

Va comunque specificato che, coerentemente con il Progetto Definitivo, nel Progetto Esecutivo sono stati osservati e rappresentati su carte e profili geologici il membro argilloso-marnoso FYR e il membro calcareo FYR2.

- **Formazione della Baronia**

Nel Progetto Definitivo, in accordo con quanto riportato nel Foglio 433 "Ariano Irpino", la Formazione della Baronia è stata suddivisa in tre Membri (BNA1, BNA2 e BNA3) parzialmente eteropici sia lateralmente che lateralmente.

La campagna geognostica integrativa ed una revisione delle campagne precedenti ha permesso di introdurre alcune modifiche di natura litologica nella descrizione della formazione.

In particolare nella tratta di Iscalonga e nei pressi dell'imbocco lato Napoli della Galleria Rocchetta sono state riconosciute all'interno del Membro di Apollosa (BNA3), a più livelli stratigrafici e con una certa continuità laterale, argille più o meno limose grigie e marne grigie – denominate con la sigla BNA3a – intercalate alle sabbie ed arenarie.

I rapporti latero verticali tra i membri e le litofacies della formazione spesso sono complessi e di difficile definizione, specialmente nelle tratte in cui le gallerie raggiungono coperture elevate ed i dati sono molto scarsi.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>39 di 58</b>

Le novità di carattere specifico sono sintetizzate nell'elenco seguente; per una descrizione più dettagliata del modello si faccia riferimento ai rispettivi capitoli sul modello geologico di riferimento per tratte omogenee.

- Traslazione spazialmente significativa del limite stratigrafico tra il Membro di Apollosa (BNA3) e la litofacies pelitica (BNA2) della Formazione della Baronia, che in progetto definitivo era posto alla pk 16+050 e che in progetto esecutivo interseca il tracciato alla pk 15+100 circa.
- Introduzione della litofacies argillosa BNA3a all'interno delle sabbie ed arenarie del Membro di Apollosa tra la pk 16+150 e la piana di Apice.
- Individuazione di un "caotico" in termini geologici, o a un "bimrock" (block-in-matrix rock; Medley, 1994) in termini geomeccanici sulla base di un'analisi dettagliata carote di sondaggio realizzate nella nuova campagna geognostica all'interno del Flysch Rosso;
- Individuazione di una zona di deformazione di potenza da metrica a pluridecаметrica sviluppata all'interno delle sotto-unità del Flysch Rosso, che suggerisce una strutturazione geometrica di tipo duplex, con strutture ripetute e possibili sviluppi di piani con meccanismi in fuori sequenza.
- Individuazione di diverse faglie presunte basate su evidenze geomorfologiche.

### 3 GEOTECNICA – GEOMECCANICA

#### 3.1 APPROCCIO METODOLOGICO DELLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-GEOMECCANICA DEL FLYSCH ROSSO

Le principali risultanze della caratterizzazione geotecnica-geomeccanica delle formazioni interagenti con le opere in progetto, elaborata nell'ambito del Progetto Definitivo sono state integrate e sviluppate sulla base degli approfondimenti di indagine previsti con la Campagna Geognostica integrativa del Progetto Esecutivo. Quest'ultima ha consentito di raccogliere ulteriori e più specifici elementi conoscitivi funzionali all'accurata definizione del comportamento fisico – meccanico dei terreni e degli ammassi litoidi sui quali insisteranno le opere, coerentemente con gli scopi ed il livello di dettaglio della fase progettuale corrente.

In particolare, l'insieme di indagini in situ e prove di laboratorio previsto in sede di PE ha fornito più validi elementi conoscitivi per la conseguente attività di caratterizzazione fisico-meccanica del Flysch Rosso. Questa è stata condotta secondo i più recenti approcci scientifici nell'ambito dell'attività di consulenza specialistica fornita dal Prof. Gianfranco Urciuoli (Docente dei corsi di Fondamenti di Geotecnica e Stabilità dei Pendii e Sicurezza del Territorio presso l'Università di Napoli Federico II).

La modellazione del comportamento fisico-meccanico del Flysch è stata basata, in particolare, sull'applicazione di teorie e approcci procedurali scaturiti da esperienze direttamente maturate in tali terreni, basate su:

- modellazione del comportamento fisico-meccanico dei terreni coinvolti tramite caratterizzazione strutturale relativa al volume rappresentativo (classificazione e schemi strutturali di ESU -1977 – per le formazioni strutturalmente complesse);
- caratterizzazione della resistenza allo stato critico su base sperimentale con verifica rispetto alle correlazioni empiriche di letteratura;
- approfondimento di studio sugli aspetti di mutua interazione componente lapidea e pelitica nei riguardi del comportamento meccanico ed idraulico;
- caratterizzazione idro-chemo-meccanica dei terreni in campo statico.

La presenza all'interno dell'ammasso di una componente lapidea variamente disposta (in strati o elementi isolati) e di una matrice argillosa che si alterna alla roccia, oppure in talune circostanze è continua e ingloba gli elementi lapidei, rende molto complessa la caratterizzazione alla scala dell'ammasso. Fra i terreni a struttura complessa dell'Appennino meridionale, il Flysch Rosso è quello che merita la maggiore attenzione sotto il profilo ingegneristico, per l'elevata tettonizzazione a cui è stato sottoposto nella sua storia geologica e per l'elevata

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>40 di 58</b>

plasticità della matrice pelitica che quindi presenta basse resistenza e rigidità e spiccata suscettibilità al rigonfiamento.

Date queste premesse, lo studio geologico-tecnico e geotecnico condotto ha dovuto affrontare i problemi di cui si è scritto. In primo luogo, è stato condotto un attento esame in sito delle cassette dei sondaggi per individuare le componenti litologiche delle formazioni, l'orditura degli strati di roccia, la natura della componente pelitica. Inoltre, dalle risultanze delle perforazioni teleguidate è stato possibile individuare i contatti fra le formazioni e fra le facies.

Quindi per ogni facies individuata nella prima parte della relazione sono stati descritti la natura della componente lapidea e di quella pelitica ed il rapporto volumetrico dell'una e dell'altra rispetto all'ammasso.

La sperimentazione è stata eseguita presso il laboratorio geotecnico dell'Università degli Studi di Napoli Federico (campagna 1) sui campioni argillosi delle matrici pelitiche individuate presso il laboratorio geotecnico dell'Università degli Studi di Potenza (campagna 2) e della campagna sperimentale del progetto definitivo (campagna 3).

La resistenza meccanica è stata determinata rappresentando nello stesso piano di Mohr i risultati delle prove di taglio diretto e delle prove di compressione triassiale, per ogni tipo di matrice individuata. E' stata tracciata una retta di regressione dei dati sperimentali; sono stati così determinati la coesione intercetta e l'angolo di attrito. Il modulo di deformabilità è stato determinato a partire dalle prove di torsione che hanno consentito di determinare prima il modulo di taglio iniziale  $G_0$  e poi quello operativo; da tale modulo si è passati alla stima di  $E$  attraverso le relazioni elastiche che legano i due parametri.

Successivamente è stata caratterizzata la componente lapidea alla scala dell'ammasso, sulla base della natura della roccia e del suo grado di fratturazione espresso attraverso l'indice RMR di Beniaowski.

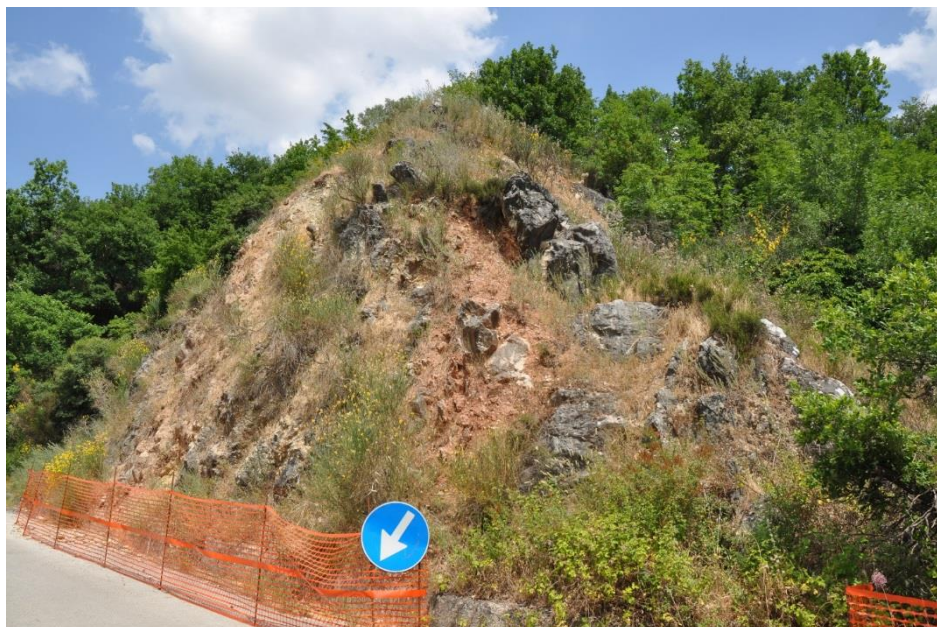
Per quanto riguarda l'ammasso, si è fatto riferimento alla resistenza della matrice, il cui angolo di attrito è stato incrementato per tenere conto della presenza della componente lapidea, quando questa in volume supera l'aliquota del 25%.

Per il modulo di deformabilità dell'ammasso si è fatto riferimento ad un modello di composizione dei litotipi. La formulazione proposta per la determinazione del modulo elastico equivalente in direzione degli strati ( $E_h$ ) ed in direzione ortogonale ad essi ( $E_v$ ) è funzione delle caratteristiche elastiche della matrice pelitica e della roccia, nonché della percentuale volumetrica della porzione lapidea rispetto alla matrice. Si tratterebbe in questo caso di un modello elastico anisotropo che avrebbe validità se gli strati rocciosi fossero continui. In mancanza di continuità è lecito far riferimento al mezzo elastico lineare omogeneo ed isotropo, il cui modulo di deformabilità è il minore dei due, cioè  $E_v$ .

Il Flysch Rosso è un deposito calcareo-pelitico di colore rossastro ascrivibile al Cretacico superiore-Paleogene, presente in sito con potenze di 300-500 m, in cui si riconoscono almeno due facies: quella inferiore costituita da un'alternanza di calcari torbiditici e marne rosse o verdastre e quella superiore con netta prevalenza pelitica. I termini pelitici sono presenti in vari livelli.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 41 di 58



**Figura 3.1. Flysch Rosso**

Il Flysch Rosso, così come una rilevante parte dei terreni attraversati dal tracciato ferroviario ed in particolare dalla galleria Grottaminarda tra le Pk 2+705 e Pk 4+715 e dalla galleria Melito tra le Pk 5+080 e Pk 7+145, è un terreno a struttura complessa, ossia un terreno contenente particolarità di vario genere (definite appunto strutture) che conferiscono all'ammasso caratteri di disomogeneità ed anisotropia, più specificamente individuabili come corpi solidi (frammenti argillosi o lapidei, lenti sabbiose,...) o discontinuità (fessure, superfici di taglio,...).

I terreni a struttura complessa, per definizione, contengono strutture in misura tale da condizionare il comportamento meccanico dell'ammasso, che di conseguenza non è agevolmente interpretabile sulla base dei modelli comunemente utilizzati in Geotecnica di mezzo continuo deformabile e mezzo rigido discontinuo.

La parte pelitica del Flysch Rosso, se soggetta a meccanismi di detensionamento, si ammorbidisce con conseguente decadimento delle proprietà meccaniche (resistenza, deformabilità, compressibilità). Per effetto dell'assorbimento di acqua, il materiale comincia a rammollire in prossimità delle fessure; da qui il fenomeno progredisce fino a poter trasformare il terreno in un materiale di bassa consistenza con inclusioni di argilla o marna ancora integre. Questi fenomeni di degrado sono fortemente condizionati da aspetti di natura chimica e sono esaltati se il terreno si trova a contatto con acqua distillata o comunque povera di ioni salini, in quanto la naturale acqua di porosità del Flysch Rosso si caratterizza per un'elevata concentrazione ionica (trattandosi di un terreno di origine marina).

Con questa breve introduzione si è inteso mettere in evidenza i caratteri particolari del Flysch Rosso che fanno di questo terreno un materiale complesso e non modellabile in maniera convenzionale: in particolare si deve tener conto dell'interazione meccanica fra componente lapidea e componente pelitica e del comportamento viscoso della componente pelitica.

## **3.2 ASPETTI GENERALI DEL COMPORTAMENTO MECCANICO DEL FLYSCH ROSSO**

### *Ammasso*

Nel Flysch Rosso, oltre che una caratterizzazione di natura litologica (peraltro già deducibile in buona misura dalle indagini a corredo del progetto definitivo), è stato necessario sviluppare una caratterizzazione strutturale relativa all'ammasso.

Per quanto riguarda gli aspetti strutturali si è fatto riferimento alla classificazione di ESU (1977), relativa alle formazioni strutturalmente complesse, secondo cui il Flysch Rosso appartiene al gruppo B, cioè a quello dei

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 58</b>

materiali litologicamente eterogenei, costituiti da elementi rocciosi e da argille, assemblati secondo una delle seguenti configurazioni:

- B1, sequenze ordinate di strati di roccia ed argille ed argilliti, più o meno giuntati e fessurati;
- B2, insieme caotico di strati lapidei disarticolati ed argille da intensamente fessurate e giuntate a scagliettate;
- B3, argille e argilliti scagliettate per effetto di intense e ripetute sollecitazioni di taglio di tipo tettonico inglobanti elementi lapidei.

Nel primo caso (B1) gli strati lapidei sono continui per distanze significative anche rispetto ai problemi al finito (decine o centinaia di metri), sono disposti secondo una o più famiglie sub-parallele e ad interassi variabili dalle decine di centimetri ai metri. A causa delle vicende tettoniche subite, gli strati possono presentarsi curvi, piegati o con direzioni diverse all'interno della stessa formazione; inoltre anche lo spessore, la spaziatura ed il grado di fratturazione di tali strati possono essere sensibilmente variabili.

Per effetto della loro continuità e frequenza gli strati lapidei, a seconda della loro orientazione nel problema al finito, regolano in maniera più o meno preponderante la resistenza e la deformabilità dell'ammasso. Le deformazioni si concentrano all'interno della matrice pelitica; in casi particolari la configurazione dei litotipi è tale da consentire (nei problemi di collasso) alla superficie di rottura di svilupparsi interamente negli strati argillosi, mobilitando la resistenza disponibile di questi ultimi. Per tale motivo piuttosto che schematizzare il terreno come stratificato, secondo la sua reale litologia, è preferibile adottare il modello di mezzo continuo equivalente, la cui resistenza dipende da quella delle componenti lapidea ed argillosa e dalla direzione delle sollecitazioni rispetto all'orditura degli strati.

I flysch caoticizzati (B2) rispetto a quelli a struttura ordinata hanno subito sollecitazioni tettoniche più intense; quindi si presentano con gli strati lapidei disarticolati, continui per lunghezze modeste (alcuni metri) e diretti secondo direzioni variabili, in quanto spostati dalla loro posizione originale. Anche la matrice argillosa o argillitica si presenta intensamente fessurata o addirittura scagliettata per la sua tormentata storia geologica.

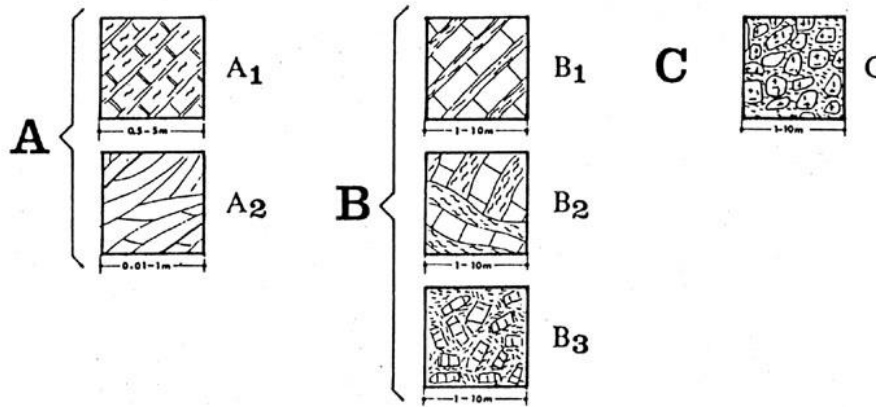
In questi terreni, essendo minore la continuità degli strati lapidei, è più alta la probabilità che le superfici di rottura si sviluppino negli strati argillosi e che questi regolino il comportamento dell'intero ammasso. D'altro canto, non essendo più riconoscibili direzioni di prevalente orientazione degli strati lapidei il mezzo nella sua globalità deve essere considerato isotropo.

Il flysch è fortemente caoticizzato (B3) quando ha subito una storia tettonica estremamente gravosa, che ha prodotto il completo smantellamento degli strati lapidei, trasformati in insiemi di blocchi e pezzame lapideo di varie dimensioni. In questo caso la componente lapidea è del tutto influente sulla resistenza meccanica dell'ammasso se non presente in maniera rilevante (> 25%).

Anche la permeabilità in grande dell'ammasso risente in maniera significativa della presenza degli strati lapidei che in genere sono fortemente fratturati e, se continui, costituiscono percorsi preferenziali di circolazione dell'acqua, così come le stesse fessure della matrice pelitica (queste ultime con un ruolo meccanico minore).

Nella seguente figura sono rappresentati gli schemi strutturali di ESU (1977) che devono essere intesi come cubi di dimensioni 5 x 5 m o 10 x 10 m, affinché al loro interno siano rappresentate tutte le strutture della formazione. La finalità dello studio proposto da questo raggruppamento è modellare il comportamento idro-meccanico di questi cubi ed assumerlo valido per l'intero ammasso.

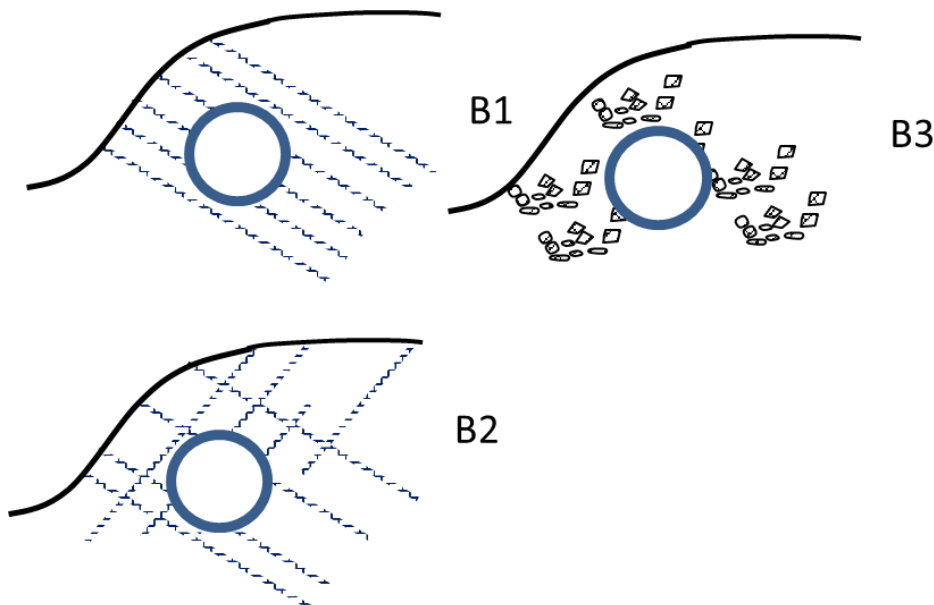
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 43 di 58



**Figura 3.2. Terreni strutturalmente complessi. Dimensioni del volume in cui sono rappresentate le strutture.**

Nella seguente figura è riportato uno schema delle possibili disposizioni della sezione della galleria rispetto alla componente lapidea dei terreni circostanti, in dipendenza della configurazione degli strati. I problemi di scavo e l'interazione fra rivestimento e terreno variano in dipendenza delle configurazioni rappresentate e dell'orientazione degli strati.

Questi flysch si presentano quasi sempre ammorbiditi nella parte più prossima al piano campagna. La matrice diventa meno consistente e le discontinuità tendono progressivamente ad obliterarsi. L'ammorbidimento è spesso provocato dall'infiltrazione di acqua piovana che dilava gli ioni salini dell'acqua di porosità (la cui origine è marina) e provoca fenomeni di alterazione di natura essenzialmente chimica, che interessano uno spessore di alcuni metri ed eccezionalmente della decina di metri, a partire dal piano campagna. Al fenomeno chimico descritto si possono sovrapporre fenomeni meccanici dovuti alla dislocazione e decompressione dei terreni, il cui effetto fenomenologico consiste in una apparente perdita di sovraconsolidazione.



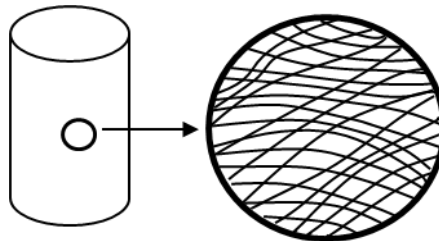
<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>44 di 58</b>

**Figura 3.3. Schemi della galleria e dei terreni circostanti**

Nei corpi di frana (scorrimenti e colate di terra) l'ammorbidimento della matrice argillosa può essere significativo.

#### *Elemento di volume*

Quando gli stress tettonici sono stati particolarmente intensi, la fatturazione raggiunge livelli molto elevati e la componente argillosa si presenta suddivisa in scaglie. Le argille a scaglie del Flysch Rosso sono costituite da un fitto aggregato di lamine millimetriche (scaglie) estremamente consistenti e di solito ben serrate fra di loro



**Figura 3.4. Struttura della componente pelitica del Flysch Rosso (argille e scaglie)**

Le discontinuità fra le scaglie costituiscono un sistema che conferisce debolezza al materiale, ma che si attiva solo per valori del deviatore maggiori della resistenza residua. Per valori minori il terreno è molto rigido, in quanto le deformazioni interessano la matrice; successivamente iniziano gli scorrimenti fra le scaglie che imprimono al mezzo una spiccata e repentina deformabilità, a cui segue una rottura duttile, senza dilatanza. Ciò è in contrasto con l'elevata consistenza e la sovraconsolidazione del materiale e dipende dal fatto che le deformazioni che producono la rottura sono dovute allo scorrimento fra le scaglie e non alle variazioni di volume della matrice. Durante la rottura si sviluppa una superficie che raccorda le discontinuità esistenti, lungo la quale le due parti del provino si muovono in modo relativo. A causa di questo meccanismo, benché la matrice costituente le scaglie sia fortemente consistente e sovraconsolidata, il provino presenta un comportamento duttile e contraente, perché la deformazione misurata al contorno non è dovuta alla deformazione della matrice, bensì allo scorrimento fra le scaglie. Data questa situazione, si può di solito assumere che resistenza di picco e resistenza di stato critico siano di fatto coincidenti. Le verifiche geotecniche delle opere di progetto potranno essere eseguite considerando disponibile la resistenza di stato critico in tutti i problemi in cui le rotture attese sono di neo-formazione.

La resistenza della componente pelitica del Flysch Rosso investigata mediante prove di compressione triassiale può essere diversa da quella ottenuta da prove di taglio diretto perché nel secondo caso le scaglie o altre inclusioni lapidee o consistenti possono attraversare la superficie di scorrimento imposta.

La resistenza di stato critico dipende dalla plasticità del materiale e, nel caso se ne ravvisasse la necessità, potrà essere verificata rispetto alle correlazioni empiriche disponibili in letteratura.

Quando invece si esaminano riattivazioni lungo superfici esistenti, come ad esempio nell'analisi di stabilità di frane pregresse (è il caso della frana di Grottaminarda), sarà considerata disponibile la resistenza residua lungo l'intera superficie di scorrimento preesistente.

Per le argille a scaglie la determinazione della resistenza residua può essere un'operazione complessa ed incerta, per la possibilità che le scaglie attraversino la superficie di rottura imposta dalla macchina. Per evitare questi problemi la resistenza residua dovrebbe essere determinata su provini di argilla ricostituiti in laboratorio o in alternativa tramite correlazioni sperimentali con il contenuto in argilla, CF, ed il limite liquido,  $w_L$ .

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 45 di 58

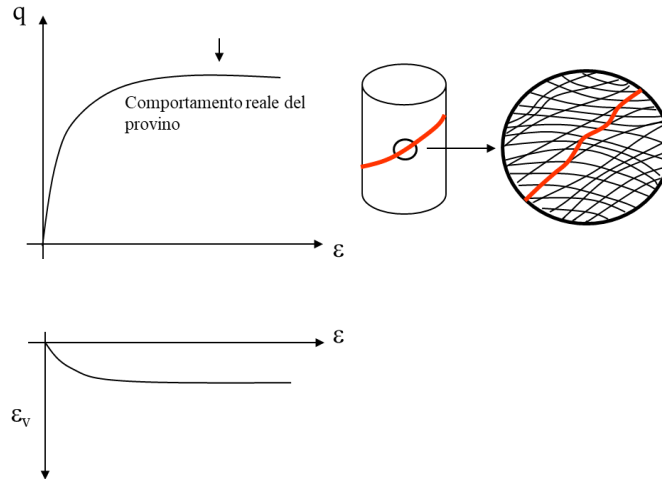


Figura 3.5. Comportamento meccanico della componente pelitica del Flysch Rosso e rappresentazione di una possibile superficie di scorrimento all'interno di un ipotetico provino di compressione triassiale

### 3.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEL FLYSCH ROSSO

La caratterizzazione meccanica dell'ammasso, come accennato in precedenza, risulta piuttosto difficile, in quanto il complesso matrice-componente lapidea non si presta ad esperimenti di laboratorio convenzionali. In letteratura sono presenti alcuni tentativi di superare questa difficoltà mediante lo sviluppo di approcci empirici basati su case history e studi di laboratorio su bimrocks, che in virtù del rapporto volumetrico matrice/roccia, delle relative caratteristiche meccaniche (angolo di attrito interno, coesione e resistenza a compressione dei blocchi lapidei) definiscono le caratteristiche meccaniche dell'ammasso.

Tra le diverse formulazioni ed approcci presenti in letteratura si è considerato ragionevolmente cautelativo l'approccio proposto da Lindquist<sup>1</sup> e Goodman che dopo numerosi test in laboratorio (con blocchi diversamente orientati e vari rapporti tra blocco e matrice), e test sul campo (studio del comportamento delle fondazioni della diga Scott ubicata a nord di San Francisco – California, fondata su una formazione complessa, detta Franciscan melange), identificarono semplici relazioni lineari tra le proprietà di resistenza dell'ammasso e l'incidenza volumetrica dei blocchi lapidei, nonché dell'orientamento dei blocchi; gli Autori definirono un abaco che viene presentato nel seguito.

Tale approccio è basato sulle considerazioni che seguono.

- L'angolo di attrito interno aumenta all'aumentare della proporzione volumetrica dei blocchi a causa dell'aumento della tortuosità della superficie di rottura; in particolare l'angolo di attrito interno dell'ammasso assume lo stesso angolo della matrice fino a quando il volume dei blocchi raggiunge il 25% del volume totale; esso subisce incrementi fino a 15° laddove la porzione lapidea raggiunge il 75% del volume totale;

<sup>1</sup> A Conceptual empirical approach for the overall strength of unwelded bimrocks. Aut.:H. Sonmez, K.E. Kasapoglu & A. Coskun;C. Tunusluoglu; E.W. Medley; R.W. Zimmerman - SRM Regional Symp. "Rock Eng. in Difficult Ground Conditions, Soft Rock and Karst" - Dubrovnik, Croatia, 29-31 Oct. 2009;

Systematic characterization of melange bimrocks and other chaotic soil/rock mixtures. Aut.:Edmund W. Medley. - Final version as sent to Felsbau Editor (Prod Wolf Schubert) for Felsbau March 1999 edition.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 46 di 58

al di sopra della percentuale volumetrica del 75% non si riscontrano ulteriori incrementi.

- La coesione potrebbe diminuire all'aumentare della proporzione volumetrica dei blocchi a causa dei contatti blocco-matrice; l'entità di questa diminuzione dipende dal fatto che se la superficie di scorrimento si sviluppa in parte lungo interfacce, queste potrebbero essere prive di coesione; ciò viene trascurato nella presente relazione.
- L'orientamento dei blocchi lapidei (in particolare dei blocchi più grandi) influenza la geometria della superficie di rottura. Questa si sviluppa intorno ai blocchi e, poiché i contatti tra matrice e blocchi lapidei costituiscono delle superfici di debolezza, la rottura si forma proprio in quelle zone.

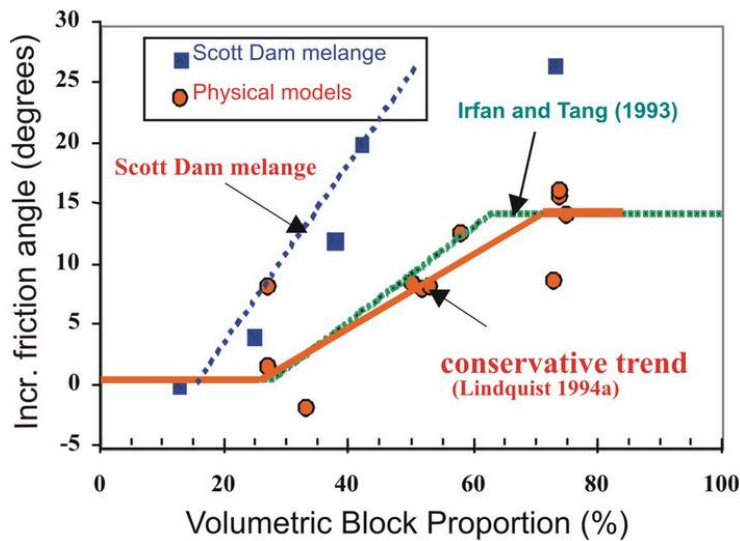


Figura 3.6. Relazione tra l'angolo di attrito interno dell'ammasso e della matrice in funzione della proporzione volumetrica della componente lapidea.

Alla luce di quanto rappresentato, dunque, nell'ambito della stessa formazione in virtù della variazione volumetrica della porzione lapidea, può cambiare radicalmente il comportamento meccanico dell'ammasso a seconda del maggiore o minore volume della roccia; si riporta l'esempio della formazione delle Argille grigie marnoso scagliose – Unità del Flysch Rosso (FYRagms):

Proporzione volumetrica (%)	MATRICE	LAPIDEO	AMMASSO
Peliti 90% Lapideo 10%	Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 20 Coesione Drenata [kPa] = 75 Angolo di Attrito $\phi'$ = 16° Modulo di Def. calotta [MPa] = 210 Modulo di Def. base [MPa] = 270	CALCARI Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 22° Modulo di Def. calotta [MPa] = 10000 Modulo di Def. base [MPa] = 10000	Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 20,5 Coesione Drenata [kPa] = 75 <b>Angolo di Attrito <math>\phi'</math> = 16°</b> Modulo di Def. calotta [MPa] = 210 Modulo di Def. base [MPa] = 270
Peliti 40% Lapideo 60%	Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 20 Coesione Drenata [kPa] = 75 Angolo di Attrito $\phi'$ = 16° Modulo di Def. calotta [MPa] = 210 Modulo di Def. base [MPa] = 270	CALCARI Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 22° Modulo di Def. calotta [MPa] = 10000 Modulo di Def. base [MPa] = 10000	Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ] = 22 Coesione Drenata [kPa] = 75 <b>Angolo di Attrito <math>\phi'</math> = 26,5°</b> Modulo di Def. calotta [MPa] = 600 Modulo di Def. base [MPa] = 750

Analoghe considerazioni valgono per la caratterizzazione delle proprietà elastiche dell'ammasso del Flysch Rosso; anche in questo caso la stima del modulo elastico di deformabilità avviene in funzione della percentuale volumetrica della parte lapidea e di quella pelitica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>47 di 58</b>

A tal proposito tra gli studi proposti in letteratura sono state prese in esame le trattazioni fornite da Salamon (1968) e Gerrard (1982)<sup>2</sup>; quest'ultimo ha determinato le proprietà elastiche "equivalenti" dell'ammasso caratterizzato da comportamento anisotropo, partendo dal comportamento isotropo degli strati di matrice e di roccia che compongono l'ammasso (costituito da un sistema composto a strati alterni di matrice e roccia).

La formulazione proposta per la determinazione del modulo elastico equivalente in direzione orizzontale ( $E_h$ ) ed in direzione verticale ( $E_v$ ), sono funzione delle caratteristiche elastiche della matrice e della roccia, nonché della percentuale volumetrica della porzione lapidea rispetto alla matrice

L'aumento della porzione volumetrica della roccia determina un incremento del modulo elastico di deformabilità, tale incremento, trattandosi di ammasso con comportamento anisotropo, è sensibilmente maggiore nella direzione degli strati (qui supposta orizzontale).

### 3.4 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA FORMAZIONE DELLA BARONIA

L'attività di approfondimento conoscitivo è stata rivolta, nello specifico, all'individuazione e la caratterizzazione delle matrici rocciose ricorrenti nei sondaggi geognostici di PD e PE. E' stata condotta un'estesa attività di analisi geomeccanica delle carote di sondaggio finalizzata all'implementazione dell'approccio di caratterizzazione degli ammassi tettonicamente indisturbati ma con variabilità litologica (molassic rocks) secondo Hoek – Marinos.

Sono state pertanto individuate più sotto-facies nell'ambito delle facies già identificate in PD (BNA2 / BNA3), con l'elaborazione di scenari di previsione di occorrenza alle basse – medio – elevate profondità.

#### 3.4.1.1 FACIES – BNA2

Lo scavo della galleria Rocchetta (dall'imbocco della galleria Rocchetta lato Bari fino a alla pk 15+125) e della galleria Melito (da pk 7+020 all'imbocco della galleria Melito lato Napoli) interessano l'Unità BNA2 ( Pliocene Inf.) litofacies pelitica della Formazione della Baronìa, con caratteristiche prevalenti di argilla marnosa più o meno siltosa consistente. La caratterizzazione si è mossa dal confronto della classe geomeccanica, dei risultati delle prove di laboratorio e in foro rispettivamente delle gallerie Melito e Rocchetta. Dal confronto è emerso che la formazione è prevalentemente omogenea in termini di matrice rocciosa tra le gallerie ed è stato dunque possibile svolgere una caratterizzazione geomeccanica unica per le due opere, tenendo comunque presente le diverse coperture in calotta raggiunte durante lo scavo della galleria Rocchetta.

#### 3.4.1.2 FACIES – BNA3

Lo scavo della galleria Rocchetta interessa per un tratto consistente (da pk 15+125 all'imbocco della galleria Rocchetta lato Napoli) l'Unità BNA3 (Membro di Apollosa – Pliocene Inf.) caratterizzata da alternanza di arenarie di spessore metrico con intervalli di calcareniti e marne calcaree e sabbie grigie da fini a grossolane più o meno siltose, con ridotta cementazione. Dall'analisi delle stratigrafie di sondaggio è emersa la presenza di diverse facies:

- BNA3 – facies 1: sabbie da fini a grossolane, poco cementate
- BNA3 – facies 2: arenarie con intervalli di calcareniti e marne calcaree
- BNA3a : argille più o meno limose grigie e marne grigie

Per ognuna delle facies sopra elencate è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica/ geomeccanica differente in relazione alle caratteristiche più o meno litoidi del materiale oggetto di studio. In particolare, per il "BNA3 – facies 2" si è proceduto alla caratterizzazione geomeccanica della matrice e dell'ammasso roccioso seguendo l'iter logico operativo descritto al Capitolo di riferimento, mentre per il "BNA3 – facies 1" e "BNA3a" è stata svolta la caratterizzazione propria dei terreni, descritta al Capitolo di riferimento.

<sup>2</sup> A physically meaningful homogenization approach to determine equivalent elastic properties of layered soil - Peijun Guo and Dieter F.E. Stolle – NCR Research Press

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 48 di 58

## 4 SEZIONE DI INTRADOSSO

Il seguente capitolo illustra le scelte progettuali di base per quanto concerne l'allestimento interno della galleria.

Per le gallerie Grottaminarda e Melito è previsto lo scavo con sistema meccanizzato ricorrendo ad un'unica TBM tipo EPB. In sede di istruttoria alla Relazione di Sistema, l'U.O. Gallerie di Italferr si è espressa in favore dell'adozione della sezione tipo identificata nel Manuale di Progettazione RFI per gallerie a doppio binario scavate appunto con sistema meccanizzato, nel caso specifico di linee con velocità di progetto inferiori o uguali a 200 km/h. Il diametro interno netto risulta essere pari a 11.00 m.

Nei paragrafi che seguono sono quindi illustrate le configurazioni tipiche. A seguire si fornisce un quadro descrittivo dettagliato per ciascuna componente impiantistica /idraulica / tecnologica delle gallerie.

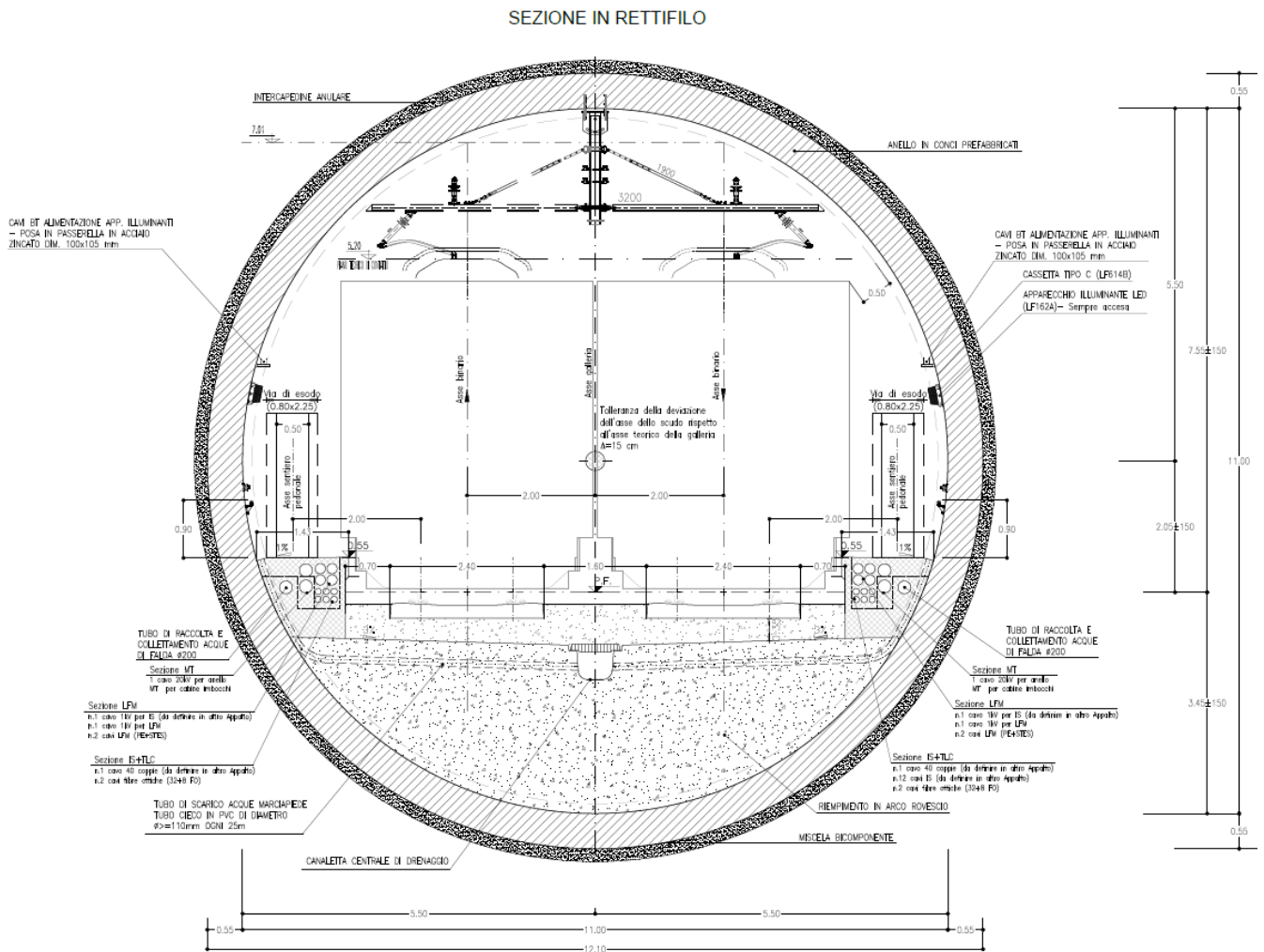


Figura 4.1. sezione di intradosso galleria Melito (caso rettilineo)



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>49 di 58</b>

## 4.1 CONFIGURAZIONE FUNZIONALE GENERALE

La sezione interna della galleria Grottaminarda è conforme alla sezione tipo in galleria naturale prevista dal Manuale di Progettazione RFI per gallerie scavate appunto con sistema meccanizzato, per velocità di progetto inferiori o uguali a 200 km/h, dotate di armamento di tipo tradizionale. Il diametro interno netto risulta essere pari a 11.00 m (Tavole n. 36 – 37, rispettivamente per configurazione in rettilineo ed in curva).

Il rivestimento in conci prefabbricati (calcestruzzo Classe C35/45) è del tipo ad anello universale, con spessore 55 cm.

L'intasamento dell'intercapedine anulare a tergo conci è previsto con malta bi-componente.

La galleria non prevede un sistema di drenaggio delle acque di infiltrazione dall'ammasso, fatta eccezione due tratte soggette a carico idraulico medio-elevato per le quali si prevede di installare aste drenanti spinte per circa 12 m oltre i rivestimenti (cfr Par 5.2). Tale configurazione consente, sostanzialmente, di eliminare ogni possibile effetto di alterazione del regime idrogeologico naturale connesso al drenaggio eventualmente operato dalla galleria medesima. I carichi idraulici teorici attesi (sulla base delle informazioni desumibili dall'esame della documentazione di PE) sono del tutto compatibili con le risorse resistenti dei rivestimenti definitivi.

La sezione di intradosso è stata elaborata prevedendo soluzione specifica per la collocazione dei cavidotti aderente allo standard previsto dal Manuale di Progettazione RFI.

## 4.2 RACCOLTA E COLLETTAMENTO ACQUE DI INFILTRAZIONE AMMASSO

Laddove previsto, il sistema di intercettazione delle acque di infiltrazione sarà costituito da aste drenanti (tubazioni PVC rivestite con calza TNT) installate entro perforazioni di diametro 100 mm realizzate con passo minimo di 7.2 m (una perforazione ogni due conci), spinte per circa 12 cm oltre il profilo teorico di scavo.

Le aste drenanti scaricheranno direttamente entro pozzetti dedicati (uno per ciascuna asta drenante) ricavati nel volume gettato in opera del marciapiede, in posizione affacciata rispetto alla canalizzazione impianti. Le acque drenate scaricate in galleria in corrispondenza dei pozzetti saranno poi convogliate in direzione dell'imbocco mediante tubazioni D250 inglobate nel getto del marciapiede. Le tubazioni saranno collocate alla quota di 35 cm sotto il piano di calpestio del marciapiede (quota generatrice superiore tubazione). Questa configurazione consente di eliminare l'interferenza diretta che si avrebbe fra la tubazione medesima e le canalizzazioni laterali che, in corrispondenza delle nicchie, staccano dalla canalizzazione longitudinale per raggiungere gli armadi di nicchia.

Il sistema consente il convogliamento delle acque per gravità in direzione Napoli.

All'esterno del settore drenato saranno previsti pozzetti di ispezione delle tubazioni di collettamento acque di infiltrazione con passo non inferiore a m 25.

## 4.3 RACCOLTA E COLLETTAMENTO ACQUE DI MARCIAPIEDE E PIATTAFORMA FERROVIARIA

il sistema di raccolta e collettamento delle acque di marciapiede prevede che:

- le acque vengano convogliate, trasversalmente, sul limite esterno del marciapiede, avendo la superficie di questo pendenza del 1%;
- le acque raggiungano i punti di raccolta costituiti da pozzetti ubicati ogni 25 m (secondo la scansione prevista dal Progetto Definitivo), per effetto della pendenza longitudinale della linea (12‰);
- dai pozzetti le acque siano convogliate, mediante tubazioni in PVC cieco di diametro 110mm verso la canaletta centrale di drenaggio posta in asse ai binari.

Le acque di piattaforma percolanti attraverso il ballast saranno altresì raccolte nella canaletta centrale di drenaggio.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GN0200 001</td> <td>B</td> <td>50 di 58</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	50 di 58
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GN0200 001	B	50 di 58													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>																		

Negli elaborati grafici rappresentanti la sezione tipo di intradosso nelle differenti configurazioni (rettifilo / curva / nicchia) i tubi di scarico delle acque di infiltrazione dal marciapiede alla canaletta centrale risultano posizionati all'interno della tolleranza di scavo prevista in intradosso. Come detto i tubi delle acque di scarico del marciapiede sono previsti installati ogni 25 m di sviluppo della galleria, da ambo i lati (marciapiede binario pari / marciapiede binario dispari).

Tale passo consentirà di gestire eventuali disassamenti della galleria rispetto al teorico tracciamento in quanto, nella presente fase di progettazione, si è verificato come anche il massimo errore, consentito da capitolato, nel mantenimento del tracciato di progetto in corso di scavo, possa essere recuperato con opportuna manovra di correzione entro una distanza che risulta essere dello stesso ordine del suddetto passo di installazione.

Si consideri, inoltre, come la tolleranza prevista dai requisiti di capitolato – pari a 15 cm, sia da ritenersi assolutamente cautelativa rispetto alla precisione conseguita con gli attuali sistemi di guida. L'installazione delle tubazioni di scarico del marciapiede, in quanto attività di completamento idraulico/impiantistico della sezione di galleria, sarà effettuata a scavo concluso e tracciato galleria effettivamente realizzato del tutto noto.

Sarà quindi possibile regolare la posizione di installazione delle tubazioni suddette in funzione della reale disponibilità di spazio che risulterà dalla realizzazione dei marciapiedi e completamento delle installazioni idraulico/impiantistiche, conservando integralmente la funzionalità del sistema di drenaggio dei marciapiedi prevista nel Progetto Definitivo posto a base gara e le prerogative di funzionamento individuate nei capitolati tecnici.

#### 4.4 NICCHIE

Il Progetto Esecutivo prevede la realizzazione di nicchie LFM e tecnologiche in numero sostanzialmente analogo a quello previsto dal Progetto Definitivo. Sono state effettuate, laddove opportuno, locali, minori, modifiche alle progressive di ubicazione, con logica di semplificazione costruttiva e minimizzazione delle interferenze

Sono previsti, per ciascuna nicchia tipo (tecnologica /LFM) due sezioni tipologiche di scavo e consolidamento denominate tipo 1 e tipo 2. La seconda si caratterizza per l'intensificazione degli interventi di preconsolidamento presostegno e contenimento del cavo, rispetto alla sezione 1. Di seguito sono proposte le tabelle descrittive degli interventi tipologici per nicchie LFM ed una tabella con indicazione dei casi di applicazione stimati in via previsionale per i singoli manufatti presenti lungo la galleria in oggetto. In corso d'opera le evidenze raccolte in fase di avanzamento della fresa consentiranno di finalizzare la previsione attuale, in funzione del contesto geomeccanico realmente incontrato.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>LOTTO</b> <b>CODIFICA</b> <b>DOCUMENTO</b> <b>REV.</b> <b>FOGLIO</b> <b>IF28</b> <b>01</b> <b>E ZZ RG</b> <b>GN0200 001</b> <b>B</b> <b>51 di 58</b>

TABELLA RIASSUNTIVA - NICCHIA TIPO 1		
PRE-SPRITZ FRC AL CONTORNO	Sp.=5cm	
SPRITZ-BETON FRC AL FRONTE	Sp=0.10m	
	Sp=0.20m FINE SCAVO	
PRESOSTEGNO AL CONTORNO (EVENTUALE) (*)	N° 9 TUBI IN ACCIAIO Ø127mm sp.10mm L=6m, VALVOLATI (1V/m) p=0.40m ±20%	
PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N° 9 ELEMENTI IN VTR CEMENTATI CON MISCELE CEMENTIZIE L=6m ±20%	
RIVESTIMENTO PROVVISORIO	CENTINE METALLICHE	HEA 160 p=1.00m ±20%
	SPRITZ-BETON FRC AL CONTORNO	Sp=0.17m
RIVESTIMENTO DEFINITIVO	SOLETTONE DI BASE Sp=0.60m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 60Kg/mc)	
	CALOTTA Sp=0.50m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 50Kg/mc)	
	TAMPONE DI CHIUSURA Sp=0.50m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 50Kg/mc)	
SPRITZ REGOLARIZZAZIONE	Sp.=3cm	
(*) LA VARIABILITA' INDICATA E' RELATIVA ALL'INCIDENZA DEL CONSOLIDAMENTO (N° INTERVENTI E LUNGHEZZA)		

TABELLA RIASSUNTIVA - NICCHIA TIPO 2		
PRE-SPRITZ FRC AL CONTORNO	Sp.=5cm	
SPRITZ-BETON FIBRORINFORZATO AL FRONTE	Sp=0.10m	
	Sp=0.20m FINE SCAVO	
PRESOSTEGNO AL CONTORNO (EVENTUALE) (*)	N° 9 TUBI IN ACCIAIO Ø127mm sp.10mm L=6m, VALVOLATI (1V/m) p=0.40m ±20%	
PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N° 12 ELEMENTI IN VTR CEMENTATI CON MISCELE CEMENTIZIE L=6m ±20%	
RIVESTIMENTO PROVVISORIO	CENTINE METALLICHE	HEA 180 p=0.90m ±20%
	SPRITZ-BETON FIBRORINFORZATO AL CONTORNO	Sp=0.20m
RIVESTIMENTO DEFINITIVO	SOLETTONE DI BASE Sp=0.60m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 60Kg/mc)	
	CALOTTA Sp=0.60m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 50Kg/mc)	
	TAMPONE DI CHIUSURA Sp=0.60m, IN CLS ARMATO (INCIDENZA 50Kg/mc)	
SPRITZ REGOLARIZZAZIONE	Sp.=3cm	
(*) LA VARIABILITA' INDICATA E' RELATIVA ALL'INCIDENZA DEL CONSOLIDAMENTO (N° INTERVENTI E LUNGHEZZA)		

	LFM			TECNOLOGIE		
	TOT.	TIPO 1	TIPO 2	TOT.	TIPO 1	TIPO 2
GN02	21	13	8	2	1	1

**Figura 4.2. Descrizione interventi nicchie**

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico - illustrativa	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GN0200 001	REV. B	FOGLIO 52 di 58

## 5 SCAVO MECCANIZZATO – COMPATIBILITA' ED IDONEITA' RISPETTO AL CONTESTO GEOLOGICO – IDROGEOLOGICO

### 5.1 INTERAZIONE DELLO SCAVO CON IL CONTESTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

La formazione del Flysch Rosso è costituita essenzialmente da argille scagliose limoso-sabbiose con una struttura articolata caratterizzata da particolarità di vario genere, più specificamente consistenti nella presenza frequente di corpi argillosi, elementi lapidei o lenti di sabbia, che conferiscono all'ammasso disomogeneità ed anisotropia di comportamento.

La parte pelitica della formazione del Flysch Rosso, se soggetta a fenomeni di detensionamento, tende ad assorbire acqua e a rammollire, con conseguente decadimento delle caratteristiche meccaniche di resistenza e deformabilità. Il fenomeno ha inizio in prossimità delle fessure per poi progredire all'interno della massa producendo una modificazione del terreno in un materiale dalle scadenti caratteristiche fisico-meccaniche con inclusioni di argilla o marna ancora integre. La matrice pelitica mostra un comportamento reologico, con una spiccata tendenza a sviluppare deformazioni viscosse anche molto differite nel tempo.

Ne consegue che lo scavo di gallerie nella suddetta formazione, specie nella sua *facies* pelitica, è caratterizzata da condizioni molto impegnative sia in termini di sicurezza che di necessità di consolidamenti e di dimensionamento dei rivestimenti provvisori e definitivi.

L'impiego dello scavo meccanizzato mediante TBM di tipo EPB ha, in un tale contesto geologico e geotecnico, rispetto ad un sistema meccanizzato tradizionale di consolidamento, scavo e rivestimento, il vantaggio di ridurre in maniera significativa il detensionamento nell'ammasso sia per effetto della contropressione esercitata al fronte di scavo che dell'immediata posa in opera del rivestimento definitivo in anelli di conci prefabbricati con contestuale riempimento del vuoto anulare tra estradosso del rivestimento e sagoma di scavo effettuato mediante miscela bicomponente a rapido indurimento.

### 5.2 INTERAZIONE DELLO SCAVO CON IL CONTESTO IDROGEOLOGICO

Lo scavo con TBM di tipo EPB consente nello specifico contesto di minimizzare il disturbo sugli acquiferi interessati dalla realizzazione delle gallerie, per i motivi di seguito elencati:

- possibilità di avanzare con la costruzione della galleria applicando una contropressione al fronte che, bilanciando la spinta litostatica ed idraulica, ne annulla il gradiente evitando l'innescio di moti di filtrazione;
- possibilità di intasare il vuoto anulare tra l'estradosso del rivestimento delle gallerie e la sagoma di scavo con una miscela impermeabile;
- possibilità di avere un'elevata impermeabilità del rivestimento sia per effetto delle caratteristiche intrinseche del calcestruzzo utilizzato che delle guarnizioni di tenuta tra conci adiacenti.

Sulla scorta degli studi e approfondimenti idrogeologici di PE e delle analisi effettuate, nelle more dei naturali sviluppi che seguiranno, in corso d'opera a seguito delle evidenze raccolte in fase di avanzamento della macchina, è stato elaborato uno scenario operativo/esecutivo che esclude effetti perturbativi apprezzabili indotti dallo scavo sul regime idrogeologico, sia in fase di avanzamento della TBM, sia in fase di esercizio dell'opera (essendo previste gallerie dotate di impermeabilizzazione full round e prive di sistemi di drenaggio delle acque di circolazione entro l'ammasso). E' previsto dunque che l'attività di scavo non introduca perturbazioni sul regime idrogeologico naturale.

In fase di esercizio la galleria sarà non drenante su tutta l'estensione, fatta eccezione per le

Lungo tutto lo sviluppo della galleria sono stati tuttavia individuati due settori specifici laddove, allo stato attuale, si prevedono carichi idraulici non compatibili con le condizioni attese per l'esercizio dell'opera (carico idraulico teorico in calotta stimato sino a 90/100 m). Trattasi di due settori di estesa ca 200 m compresi fra le pk: 7+800 – 7+825 e 6+675 - 6+475.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>53 di 58</b>

In particolare la prestazione richiesta al sistema di guarnizione dei conci prefabbricati corrisponde ad una tenuta idraulica di 8 bar (nel lungo termine). Progettualmente si è associata tale limite prestazionale della guarnizione ad un carico idraulico limite agente sulla calotta galleria di 60/70 m (anche in considerazione della teorica crescita della pressione di falda, con legge idrostatica, dalla calotta all'arco rovescio). Pertanto la predisposizione della sezione tipo drenante è associata al superamento di tale soglia di carico idraulico teorico.

Tale drenaggio sarà operato mediante predisposizione di una batteria simmetrica (lato binario pari / dispari) di aste drenanti della lunghezza di 12 m costituite da tubazioni in PVC D77 rivestite con calza di geotessuto, installate ogni 7.2 m. Le aste scaricheranno in pozzetti posti sotto marciapiede e collegati tra loro da tubazione di collettamento acque verso l'imbocco lato Napoli della galleria.

L'apprestamento del sistema di drenaggio sui due settori sopra menzionati (nel PCL, tra le p.k. 6+475 e 6+675, e nel BNA2, tra le p.k. 7+625 e 7+825) sarà, in ogni caso, subordinato alle evidenze che si raccoglieranno in fase di scavo mediante:

- la restituzione di informazioni di natura idrogeologica durante l'avanzamento della macchina;
- i dati raccolti dai dispositivi installati sugli anelli strumentati (celle di pressione in estradosso anello, barrette estensimetriche gabbia armatura);
- il monitoraggio delle pressioni interstiziali a mezzo piezometri radiali installati dalla galleria in corrispondenza dei settori in questione.

Sarà, inoltre, dato seguito al monitoraggio piezometrico da piano campagna su tutto il lasso temporale che precede la realizzazione dell'opera per elaborare un quadro conoscitivo quanto più completo dei livelli di falda attesi a quota cavo.

L'effettiva necessità di provvedere al drenaggio dell'ammasso sarà quindi stabilita su base osservazionale, in corso d'opera, con possibilità di adeguare intensità e tipologia di interventi in funzione delle reali condizioni idrogeologiche rilevate a quota cavo.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>54 di 58</b>

## 6 SPECIFICHE TECNICHE TBM

### 6.1 CENNI GENERALI

La proposta migliorativa prevede l'adozione della tecnica di scavo meccanizzato delle gallerie Grottaminarda e Melito ricorrendo a TBM tipo EPB. Si è individuata una medesima macchina per l'esecuzione dello scavo di entrambe le gallerie, alla luce del comune quadro geomeccanico e contesto morfologico.

Nei paragrafi che seguono si fornisce un inquadramento degli aspetti tecnici/tecnologici salienti dello scavo meccanizzato.

### 6.2 TESTA DI SCAVO: CONFIGURAZIONE UTENSILI

Lo scavo della Galleria Grottaminarda interesserà formazioni litologicamente eterogenee del Flysch Rosso.

Dagli esiti dei rilievi condotti sul campo e attraverso sondaggi, si è avuta riprova della possibilità di inclusioni calcaree (anche di ordine metrico) all'interno della porzione superiore del Flysch (facies pelitica prevalente), specie in corrispondenza del passaggio tettonizzato che interessa la Galleria Grottaminarda nel tratto di approccio dell'imbocco lato Napoli.

Sulla base del quadro conoscitivo che scaturirà dalle suddette integrazioni e approfondimenti, saranno definiti i layout ottimali della testa di scavo, con riferimento a parametri specifici quali:

- Rapporto di apertura (opening factor) e rigidità della struttura della testa;
- Dotazione tipologia utensili di scavo (dischi, taglienti, ripper);
- Spaziatura utensili di scavo;
- Numero ed ubicazione delle linee di iniezione sulla testa di scavo.

La testa di scavo dovrà pertanto essere, pertanto, progettata per poter gestire efficacemente condizioni di avanzamento anche in presenza di fronti misti (inclusioni calcaree più competenti in matrice pelitica), prevedendo idonei dispositivi per l'agevole sostituzione degli utensili di scavo in relazione alla variabilità litologica dell'ammasso da scavare. La progettazione della testa di scavo dovrà essere elaborata per conseguire un efficiente avanzamento nei due contesti inquadrabili come estremi entro le quali si svilupperanno tutte le condizioni di lavoro previste ovvero:

- fronti costituiti da materiale argilloso, localmente anche di elevata plasticità, nei passaggi entro la facies prettamente pelitica del Flysch Rosso (FYR)
- fronti misti con prevalenza di inclusi litoidi caciruditi anche caratterizzati da una certa continuità rispetto alla scala del fronte stesso e dotati di caratteristiche meccaniche medio-elevate (facies litofacies ruditica a matrice argilloso marnosa del Flysch Rosso - FYRcc), ovvero fronti caratterizzati dalla presenza diffusa di bancate calcaree, intervallate da livelli più marnosi (facies calcarea FYR2 del Flysch Rosso).

Il grado di dettaglio con il quale è stato elaborato il profilo geologico di previsione del Progetto Esecutivo, consentito dall'ampia disponibilità di indagini dirette e indirette effettuate nel settore in disamina, consente di individuare, con elevato margine di affidabilità, la posizione e l'estensione dei settori nei quali si attendono determinate condizioni fisico meccaniche del fronte e, pertanto, di pianificare i fermi macchina necessari al ricondizionamento della testa di scavo per ottenere una configurazione degli utensili quanto più idonea all'ammasso da scavare. La testa sarà concepita, pertanto, per consentire una rapida sostituzione degli utensili con possibilità di variarne la tipologia (disc cutters/rippers). Rimandando ad approfondimenti successivi propri della fase costruttiva (procedure di scavo, organizzazione dei fermi di manutenzione), è allo stato attuale pianificato un

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>55 di 58</b>

un fermo macchina per interventi di adeguamento della testa di scavo indicativamente alla pk 6+000 della galleria Melito, essendo prevista oltre tale progressiva la presenza di ammassi a carattere più marcatamente litoide, ovvero la maggiore frequenza di facies flyschoidi con maggiore incidenza delle inclusioni calciruditiche / livelli calcarei.

La testa di scavo sarà munita di grizzly bars sulle aperture (opening ratio prevista attorno al 40 %) per evitare l'ingresso in camera di scavo di elementi litoidi di dimensioni critiche; la coclea di estrazione sarà altresì concepita per mitigare possibili effetti abrasivi / danneggiamenti per la presenza di materiale calcareo nel muck.

Sono previste linee di iniezione addizionali direttamente sulla testa per il condizionamento del materiale al fronte e l'efficace gestione dei processi di scavo laddove si attende l'attraversamento di passaggi argillosi con associato rischio clogging. Il settore centrale della testa sarà, per tale ragione, concepito con rapporto di apertura maggiorato alle usuali applicazioni EPB per evitare l'accumulo di materiale fine a rischio clogging; le aperture, come detto, saranno equipaggiate con grizzly bars per la contestuale gestione del rischio associato all'ingresso di inclusi rocciosi di dimensioni non compatibili con l'estrazione attraverso coclea dalla camera verso i nastri.

Si rimanda alla nota tecnica allegata al presente documento per approfondimento delle procedure di scavo e le dotazioni specifiche previste per le differenti componenti tecniche e tecnologiche della macchina.

### 6.3 CONICITA' SCUDO

Allo scopo di gestire efficacemente le differenti condizioni che potranno presentarsi in fase di scavo, inclusi fermi macchina programmati e imprevisti, si procederà a specifiche valutazioni tecniche inerenti la dotazione di cuscinetto (main drive) di tipo sferico per l'ottenimento della variazione locale del profilo di scavo senza rendere necessari interventi sulla testa (struttura e dotazione utensili).

Il contesto geomeccanico e le coperture in gioco richiedono l'apprestamento di uno scudo dotato di conicità non inferiore a 20 mm radiali, allo scopo di ridurre le pressioni agenti sullo scudo in condizioni di avanzamento all'interno dei passaggi più spingenti e consentire una più agevole gestione della ripartenza dopo fermi macchina.

### 6.4 MODALITÀ DI AVANZAMENTO, PRESSIONI IN CAMERA DI SCAVO

Le analisi effettuate indicano la necessità di avanzare in modalità "closed" per l'intero sviluppo della galleria Grottaminarda, con il mantenimento di pressioni di terra in camera di scavo (valore medio al piano dei centri) sino a 4.5 bar allo scopo di contenere i fenomeni di plasticizzazione dell'ammasso a livello del nucleo-fronte.

### 6.5 CONDIZIONAMENTO DEI TERRENI

Sono stati elaborati gli esiti delle prove di caratterizzazione fisica condotte in laboratorio sui provini prelevati nel Flysch Rosso, nell'ambito delle Campagne Geognostiche pregresse. In particolare si è applicata la classificazione da letteratura inerente il rischio clogging, analizzando le proprietà indice e l'indice di consistenza dei campioni afferenti alle differenti litologie costituenti il Flysch Rosso. Ne è emerso un quadro caratterizzato da potenziale clogging alto / medio alto.

Dovrà pertanto prevedersi additivazione polimerica ad hoc per la mitigazione del rischio clogging, congiuntamente all'iniezione degli ordinari agenti schiumogeni in camera di scavo.

### 6.6 DOTAZIONI SPECIALI

Allo scopo di gestire efficacemente passaggi potenzialmente critici lungo il tracciato, la macchina potrà essere dotata dei seguenti dispositivi:

- sistema di perforazione per la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo in avanzamento rispetto al fronte;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RG</b>	DOCUMENTO <b>GN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>56 di 58</b>

- sistema di perforazione per la realizzazione di un ombrello di iniezioni di consolidamento al contorno del cavo ed al fronte, nonché di aste drenanti, in avanzamento rispetto al fronte di scavo;
- celle di pressione sullo scudo per rilevazione stato tensionale indotto da rilasci tensionali dell'ammasso;
- sistema di controllo dimensionale del vuoto anulare tra estradosso dello scudo e profilo di scavo, di tipo automatizzato, basato sulle soluzioni tecnico-tecnologiche presentate nell'Offerta tecnica di gara per la Galleria Rocchetta;
- possibilità di iniettare agenti lubrificanti dall'interno dello scudo all'interfaccia tra questo ed il terreno.

## 6.7 GESTIONE DELLO SCAVO IN PRESENZA DI GAS

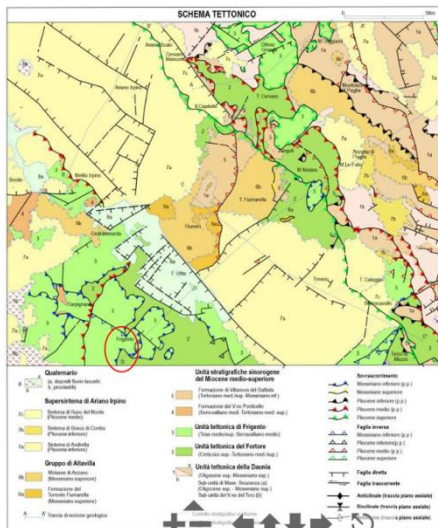
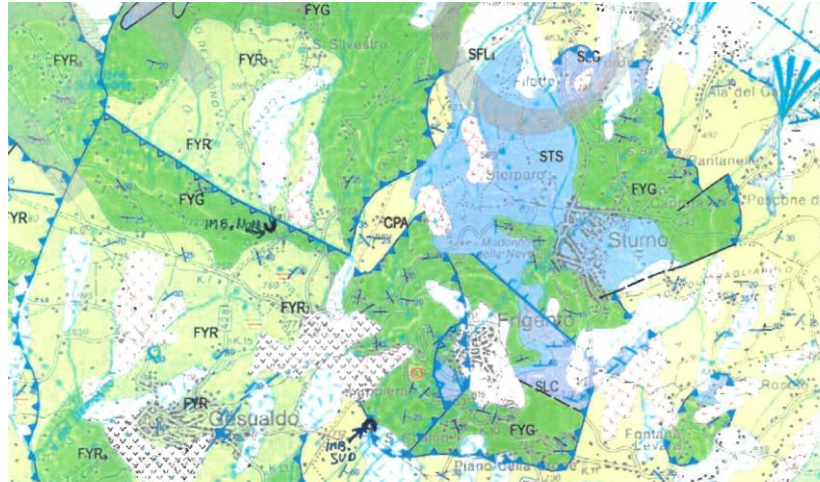
E' possibile il rinvenimento all'interno della formazione Flyschoidi di sacche di gas. A questo proposito si sottolinea come il Progetto Definitivo identifichi, per le gallerie in argomento, la classe di rischio 1b (NIR 28: *Gallerie/tratti per le quali l'analisi geologica strutturale porta a prevedere flussi di grisù, ma non ci sono elementi di riscontro desunti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi) effettuate in fase di progetto e dalla porzione d'opera già realizzata. In definitiva le manifestazioni gassose sono possibili ma con portate prevedibilmente modeste o con modalità che si ritiene non portino a condizioni di rischio*). Sempre nel progetto definitivo si fa riferimento ad analisi svolte per la determinazione del rischio gas (bibliografia, presenza di termini geologici favorevoli alla presenza di gas) nonché rilievi di gas a boccaforo, analisi gascromatografica su campioni di acqua prelevati da piezometro. Non si ha tuttavia disponibilità di tale documentazione (fatta eccezione per l'analisi gascromatografica su uno/due campioni di acqua prelevati da piezometro). Durante la più recente campagna indagini (estate 2017) si è verificata una sola volta la situazione di dover interrompere la perforazione, per decisione della DL, per venute gas (si tratta del sondaggio ENS5 realizzato entro la formazione della Baronia, facies pelitico-marnosa del F. Miscano).

A scopo di indagine si è effettuata ricerca relativa ad opere similari (scavo meccanizzato) condotte in contesti geologicamente assimilabili: trattasi delle gallerie Pavoncelli (tunnel idraulico) e cunicolo di sicurezza della galleria stradale Piani San Filippo nell'ambito del collegamento viario Lioni-Grottaminarda. Le gallerie interessano formazioni Flyschoidi assimilabili geologicamente a quelle interessate dallo scavo delle gallerie Grottaminarda e Melito (Rocchetta). Vi è evidenza di come nel corso dello scavo della galleria Pavoncelli siano occorse venute grisutose di entità significativa e con frequenza non trascurabile che hanno reso necessari interventi di adeguamento in corso d'opera della macchina e del backup. Si ha riscontro di un allestimento antideflagrante in configurazione ATEX parziale (macchina Herrenknecht) per la TBM destinata alla galleria di sicurezza San Filippo (diametro ridotto di scavo costituirebbe elemento ostativo di per sé all'approntamento di una configurazione ATEX completa, in ottemperanza ai requisiti/specifiche NIR 28 – (es. installazione tunnel nastro).



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione tecnico - illustrativa		<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RG	<b>DOCUMENTO</b> GN0200 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 57 di 58

Ubicazione in pianta su foglio CARG (433 Ariano Irpino della Galleria San Filippo)



La Campagna di indagine del Progetto Esecutivo ha previsto che presso ciascuna postazione di indagine venissero effettuati il rilievo e la registrazione in continuo di gas metano a boccaforo in fase di perforazione.

Nei sondaggi effettuati nell'area dell'opera in oggetto non sono state avute evidenze di gas.

Le evidenze raccolte dalle suddette registrazioni hanno dunque confermato la classe di rischio 1b secondo la NIR 28, individuata nel PD. Non si ritiene pertanto necessaria l'adozione di una configurazione anti-deflagrante completa per la macchina di scavo delle gallerie Grottaminarda e Melito.

Come detto la TBM, in osservanza alle prescrizioni delle Specifiche Tecniche TBM del Progetto Definitivo, oltre a essere conforme alla direttiva macchine EN 16191, sarà equipaggiata con sistemi per poter gestire, attraverso il sistema di monitoraggio, il rischio potenziale di concentrazioni di gas.

Al riguardo la TBM sarà attrezzata con sistemi di monitoraggio che consentiranno di valutare l'intercettazione di eventuali depositi gristosi: sensori saranno disposti in corrispondenza della testa TBM e del sistema di allontanamento dello smarino mediante coclea e nastro, così da segnalare eventuali concentrazioni di gas ed attivare procedure di sicurezza. Trattandosi di una classe di rischio 1B non sono invece previsti, così come già

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico - illustrativa</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RG</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>58 di 58</b>

definito anche in sede di Progetto Definitivo, specifici apprestamenti di compartimentazione e ventilazione supplementare.

Particolare attenzione dovrà essere posta anche all'eventualità che il gas si presenti disciolto in acqua, andando a monitorarne l'eventuale presenza nei pozzetti di scarico delle acque drenate. Le informazioni raccolte durante lo svolgimento dei lavori consentiranno, nell'ambito del Progetto Esecutivo di dettaglio, di valutare eventuali nuovi scenari al momento non prevedibili e di definire compiutamente gli eventuali interventi di presidio integrativi, sia nel breve che nel lungo termine.

## 7 RIVESTIMENTO IN CONCI PREFABBRICATI

L'anello di rivestimento sarà formato da 8+1 conci prefabbricati dello spessore di 55 cm e lunghezza 1.80 m; il vuoto anulare residuo tra l'estradosso del rivestimento e la sagoma di scavo sarà intasato dalla coda dello scudo con miscela bicomponente a rapido indurimento.

La sezione tipo ha le seguenti caratteristiche:

- raggio interno: 5,40 m
- diametro scavo: 12,30 m
- tipologia anello: universale
- numero conci: 8+1
- spessore conci: 0,55 m
- lunghezza conci: 1,80 m
- Rck: 45 MPa
- guarnizione singola in EPDM di tipo integrato, accoppiata a cordolino/piattina idrofilica – a garanzia di tenuta idraulica dei giunti (sia longitudinali che radiali);
- connettori longitudinali per la connessione tra conci di anelli contigui.

## 8 RIEMPIMENTO A TERGO DEL RIVESTIMENTO

L'iniezione dell'intercapedine anulare a tergo del rivestimento sarà effettuata con malta / miscela bicomponente (tramite le linee di iniezione integrate nello scudo di coda), realizzandosi in tal modo una configurazione sostanzialmente impermeabile, o comunque a conducibilità idraulica significativamente inferiore a quella propria degli ammassi interessati dallo scavo.

L'installazione immediatamente a tergo dello scudo del rivestimento definitivo costituito da anelli in conci prefabbricati muniti di idoneo sistema a guarnizione elastomerica a tenuta idraulica ed il completo intasamento dell'intercapedine anulare con miscela bicomponente, offre garanzia di un comportamento complessivo dell'opera a ridotta interferenza con l'acquifero in fase di scavo e nell'esercizio dell'opera.

La messa in opera del riempimento a tergo conci costituito da miscela bicomponente è prevista da linee di iniezione integrate nello scudo di coda, conformemente ai requisiti prestazionali esplicitati nel documento Specifiche Tecniche Scavo Meccanizzato del PD. Ogni linea sarà dotata di dispositivo di pompaggio autonomo per garantire pieno controllo dei volumi iniettati da ciascuna linea.

Il controllo del completo riempimento dell'intercapedine anulare a tergo conci sarà quindi operato, in modo automatizzato, mediante strumentazione basata su tecnologia della tomografia ultrasonica