

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA

SCALA:

-

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

NN1X 10 D 69 RG GE0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	S. Giugliano 	Dicembre 2020	S. Giugliano 	Dicembre 2020	M. D'Avino 	Dicembre 2020	M. Comedini Dicembre 2020



File: NN1X10D69RGGE0001001A.doc

n. Elab.:

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	2 di 87

INDICE

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE	10
4.1	INQUADRAMENTO STRUTTURALE	10
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	15
4.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	22
4.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	26
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	29
5.1	INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEL COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO (ANNO 2020) 29	
5.2	INDAGINI PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA COMPLETAMENTO METRO DI SALERNO (ANNO 2019)	35
5.3	INDAGINI BIBLIOGRAFICHE ANNI 2000-2002.....	36
6	ASSETTO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO.....	41
6.1	ASSETTO STRATIGRAFICO LUNGO IL TRACCIATO	41
6.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO.....	48
6.2.1	<i>Permeabilità dei terreni</i>	49
6.2.2	<i>Ricostruzione dell'andamento della falda.....</i>	52
6.2.3	<i>Potenziale interazione tra la falda e la rete idrografica superficiale.....</i>	55
6.2.4	<i>Potenziale interazione tra le opere e pozzi esistenti.....</i>	55
7	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO	56

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	3 di 87

8	INQUADRAMENTO SISMICO.....	61
8.1	PREMESSA	61
8.2	AREE SISMOGENETICHE DI INTERESSE	62
8.3	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	68
8.3.1	<i>Generalità.....</i>	68
8.3.2	<i>Vita utile e classe d'uso.....</i>	68
8.3.3	<i>Stati limite e probabilità di superamento</i>	70
8.3.4	<i>Accelerazione di riferimento su suolo rigido a_g.....</i>	71
8.3.5	<i>Azioni sismiche di progetto.....</i>	73
8.3.6	<i>Risposta sismica locale.....</i>	74
8.4	ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE	78
9	CONCLUSIONI.....	81
10	BIBLIOGRAFIA	84

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	4 di 87

TAVOLE DI RIFERIMENTO

Id	Scala	Codifiche Italferr																				
		N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 1 di 6	1:2000/0200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 2 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 3 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 4 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	4	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 5 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	5	A
Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico - Tavola 6 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	1	0	0	6	A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 1 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 2 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	2	A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 3 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	3	A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 4 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	4	A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 5 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	5	A

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	5 di 87

Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tavola 6 di 6	1:2000/200	N	N	1	X	1	0	D	6	9	N	6	G	E	0	0	0	2	0	0	6	A
--	------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ELABORATI DI RIFERIMENTO

Id	Scala	Codifiche Italferr																				
		N	N	1	X	1	0	D	6	9	S	G	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A
Indagini geognostiche – Sondaggi dal BH1 al BH13	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	S	G	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A
Indagini geognostiche – Sondaggi dal BH14 al BH26, prove penetrometriche, pozzetti con prove di carico su piastra e prelievi in alveo	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	S	G	G	E	0	0	0	5	0	0	2	A
Indagini geognostiche bibliografiche	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	S	G	G	E	0	0	0	5	0	0	3	A
Monitoraggio piezometrico – Letture da Marzo 2020 a Luglio 2020	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	S	G	R	H	0	0	0	5	0	0	1	A
Indagini geofisiche - Prove Down-Hole, MASW ed HVSR	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	I	G	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A
Indagini geofisiche eseguite nel PFTE	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	I	G	G	E	0	0	0	5	0	0	2	A
Prove di laboratorio eseguite sui campioni dei sondaggi BH11, BH12 e BH13	-	N	N	1	X	1	0	D	6	9	P	R	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 6 di 87

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e Sismica redatta per l'Adeguamento del PRG di Pontecagnano (lotto 10). Il modello geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area di studio è stato ricostruito mediante i dati raccolti dalle indagini geognostiche eseguite nell'ambito del Progetto Definitivo del Completamento della Metropolitana di Salerno (Tratta Arechi-Pontecagnano Aeroporto) e comprendenti:

- n. 26 sondaggi a carotaggio continuo, realizzati sino a profondità massima di 50 m da p.c., con esecuzione di prove SPT e prove di permeabilità tipo Lefranc ed installazione di piezometri per il monitoraggio della falda e di tubazioni per prove geofisiche;
- n.1 sondaggio a distruzione di nucleo, realizzato sino alla profondità di 15 m da p.c. con l'installazione di un piezometro Casagrande;
- n. 2 prove penetrometriche CPTu/ DPSH e n. 1 prova penetrometrica statica CPTu;
- n. 5 prove geofisiche MASW e n. 9 prove geofisiche Down Hole nei sondaggi precedentemente eseguiti;
- n. 14 prove HVSR.

Inoltre, sono stati utilizzati sia i dati derivanti dalla fase di Fattibilità Tecnica ed Economica del suddetto progetto, comprendente n. 12 prove penetrometriche sismiche e n. 12 prove MASW ed HVSR, sia da fonti bibliografiche, comprendenti 17 sondaggi, 3 prove penetrometriche e 2 prove sismiche down-hole eseguite tra il 2000 ed il 2002, oltre alle stratigrafie di pozzi ad uso idropotabile reperite tramite la banca dati nazionale ISPRA.

Pertanto, per quanto sopra detto, nel suddetto studio, si farà riferimento a tutte le suddette indagini.

In sintesi, nei paragrafi seguenti, verranno approfondite le seguenti tematiche:

1. Inquadramento geografico;
2. Inquadramento geologico dell'area di studio comprendente gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici;
3. Descrizione delle indagini eseguite a supporto della progettazione ed analisi dell'assetto geologico ed idrogeologico;
4. Analisi della pericolosità e del rischio geologico-geomorfologico;
5. Inquadramento sismico dell'area, definizione dell'azione sismica e della magnitudo di riferimento, analisi del rischio di liquefazione.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 7 di 87

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. 06/05/2008, integrazione al D.M. 14/01/2008.
- Circ. Min. II.TT. 02/02/2009, n. 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008”.
- Circ. Min. II.TT. 05/08/2009, “Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», G.U. n.42 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.8.
- RFI DTC SI AG MA IFS 002 A del Dic. 2018: Manuale di progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 7 – Geologia.
- Tariffa IG di RFI in vigore nel 2018.
- RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-2018 “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Sez. 3 – Rilievi geologici e indagini geognostiche”.
- D.M. 11.03.1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle opere di fondazione”. (DPR. 5 ottobre 2010, n. 207 artt. 52-53).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	8 di 87

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La tratta oggetto del presente studio (Figura 3-1) è ubicata nella regione Campania, nel Comune di Pontecagnano (SA), in una zona prevalentemente pianeggiante.

La piana del Sele, ampia circa 500 km², è limitata da un lungomare sabbioso e pressoché rettilineo, allungato tra le città di Salerno e Agropoli (Figura 3-2). A nord è delimitata dai rilievi montuosi dei monti Picentini, che circondano tutta la piana, interrotta solo dalla valle del Sele che si inoltra all'interno dei rilievi con direzione E-W. A sud il confine è costituito dal corso del Fiume Sele.

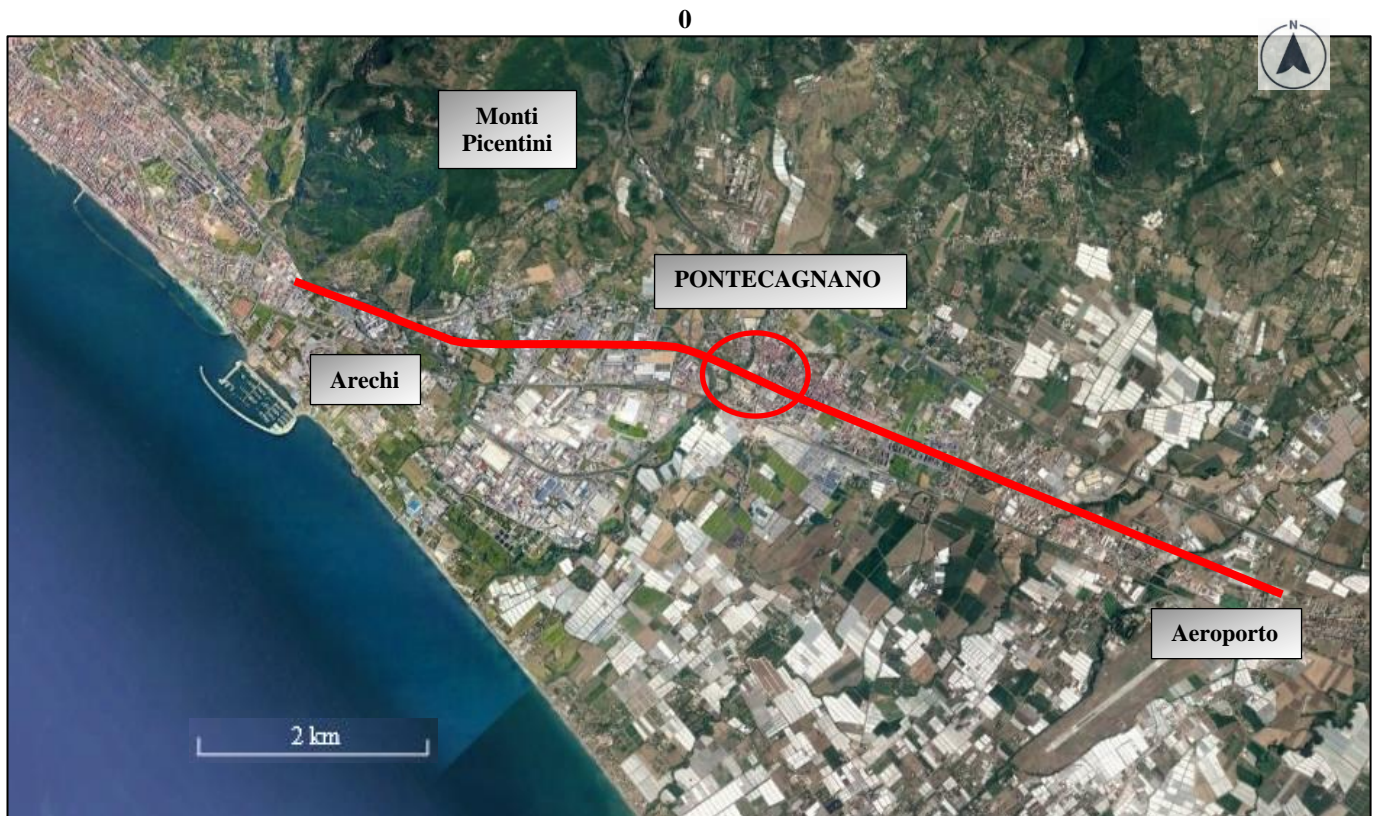



Figura 3-1 – Immagine aerea dell’area di Salerno e Pontecagnano. La linea spezzata rossa evidenzia il tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l’area di Pontecagnano, oggetto di studio. (Google Earth).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	9 di 87



Figura 3-2 – Immagine aerea della Piana del Sele (immagine fuori scala)

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 10 di 87

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

Nei paragrafi seguenti si riporta l'inquadramento tettonico e strutturale, l'inquadramento geologico regionale, l'inquadramento geomorfologico e l'inquadramento idrogeologico dell'area di studio.

4.1 INQUADRAMENTO STRUTTURALE

La Regione Campania presenta un assetto geologico-strutturale molto complesso. Al suo interno è possibile distinguere un settore a morfologia collinare e montuosa occupato dalla catena appenninica ed un settore costiero, ad occidente, caratterizzato dalla presenza di ampie depressioni strutturali occupate attualmente da pianure alluvionali (Piana campana e Piana del Sele). La Campania è inoltre caratterizzata da quattro importanti centri vulcanici: il Roccamonfina, nel Casertano al confine tra Lazio e Campania, il Vesuvio e i Campi Flegrei nel napoletano, il complesso vulcanico dell'isola di Ischia. Gli eventi che hanno generato l'assetto geologico-strutturale della Campania sono strettamente connessi agli eventi che hanno generato il quadro strutturale della penisola italiana.

Il segmento di catena sud-appenninica ricadente nel Foglio Salerno è costituito da una pila di falde originata dalla deformazione sia di domini bacinali (Unità Lagonegrese *Auct.* e Sicilide *Auct.*) che di domini di piattaforma carbonatica (Piattaforma Campano-Lucana in D'Argenio et alii, 1973; Unità della Piattaforma Carbonatica Appenninica *sensu* Mostardini & Merlini, 1986), con età comprese tra il Mesozoico ed il Terziario. Il *multilayer* tettonico è composto, procedendo dall'alto verso il basso, dall'Unità Sicilide, composta dal Gruppo delle Argille Variegate (AV) in sovrapposizione sull'unità di piattaforma carbonatica qui denominata Unità M.ti Lattari – M.ti Picentini (UMLP) che a loro volta poggiano sulle unità del Bacino di Lagonegro affioranti nelle finestre tettoniche del settore centro orientale del Foglio 467 "Salerno" in Figura 4-1. Dati regionali derivanti da pozzi per la ricerca di idrocarburi (Dondi & Papetti, 1965) consentono di riconoscere al di sotto delle unità Lagonegresi un'ulteriore unità strutturale, più profonda, costituita da successioni riferibili alle unità della piattaforma Apula interna (*sensu* Mostardini & Merlini, 1986) al cui top si rinvenivano depositi calcareo-evaporitici del Miocene superiore. Durante il Miocene superiore il trasporto tettonico delle falde verso i settori più esterni della catena è stato coevo alla deposizione di successioni silicoclastiche in bacini di tipo *piggy-back* (Unità del Bacino di Salerno – Montecorvino Rovella) poggianti sui livelli strutturalmente più elevati (AV) della catena. Il *multilayer* tettonico così formato è stato successivamente disarticolato dalla tettonica estensionale plio-pleistocenica coeva all'apertura del Tirreno ed agente sia su faglie a basso angolo che su faglie ad alto angolo. Le strutture estensionali ad alto angolo legate a quest'ultima fase deformativa permettono di distinguere nell'area del foglio (Figura 4-1) due settori principali differentemente dislocati. Il settore meridionale, compreso tra Battipaglia e Salerno (Figura 4-1), è caratterizzato dalla presenza delle unità strutturalmente più elevate (AV ed Unità del Bacino di Salerno - Montecorvino Rovella)

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	11 di 87

ribassate verso l'area tirrenica lungo una fascia ad andamento irregolare costituita da segmenti (master faults) ad orientazione SW-NE (es. tratto Capo d'Orso – Salerno) WNW-ESE (es. bordo meridionale del gruppo M. te Stella – M. te Tobenna).

Il settore posto a nord di questi lineamenti espone principalmente le successioni mesozoiche dell'UMLP e, limitatamente alle finestre tettoniche, le unità del sottostante livello strutturale Lagonegrese. Dalla distribuzione in pianta delle unità stratigrafiche della UMLP si riconosce in questo settore del foglio una geometria a duomo di scala deca-chilometrica la cui porzione centrale, localizzabile tra la valle dell'Irno e Giffoni Valle Piana, espone i termini più antichi (Carnico – Norico) dell'UMLP, che ringiovaniscono radialmente verso nord e verso ovest fino a mostrare i termini cretacei nei rilievi a nord di Nocera ed il Giurassico superiore nei monti Lattari. Sui vari termini della pila tettonica descritta poggiano in discordanza potenti successioni conglomeratiche del Pleistocene inferiore (supersintema Eboli – CE; Figura 4-1) che segnano il passaggio da una sedimentazione marina a condizioni continentali ed un sollevamento generalizzato di questo segmento di catena (Brancaccio *et alii* 1991, Cinque *et alii*, 1993).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	12 di 87

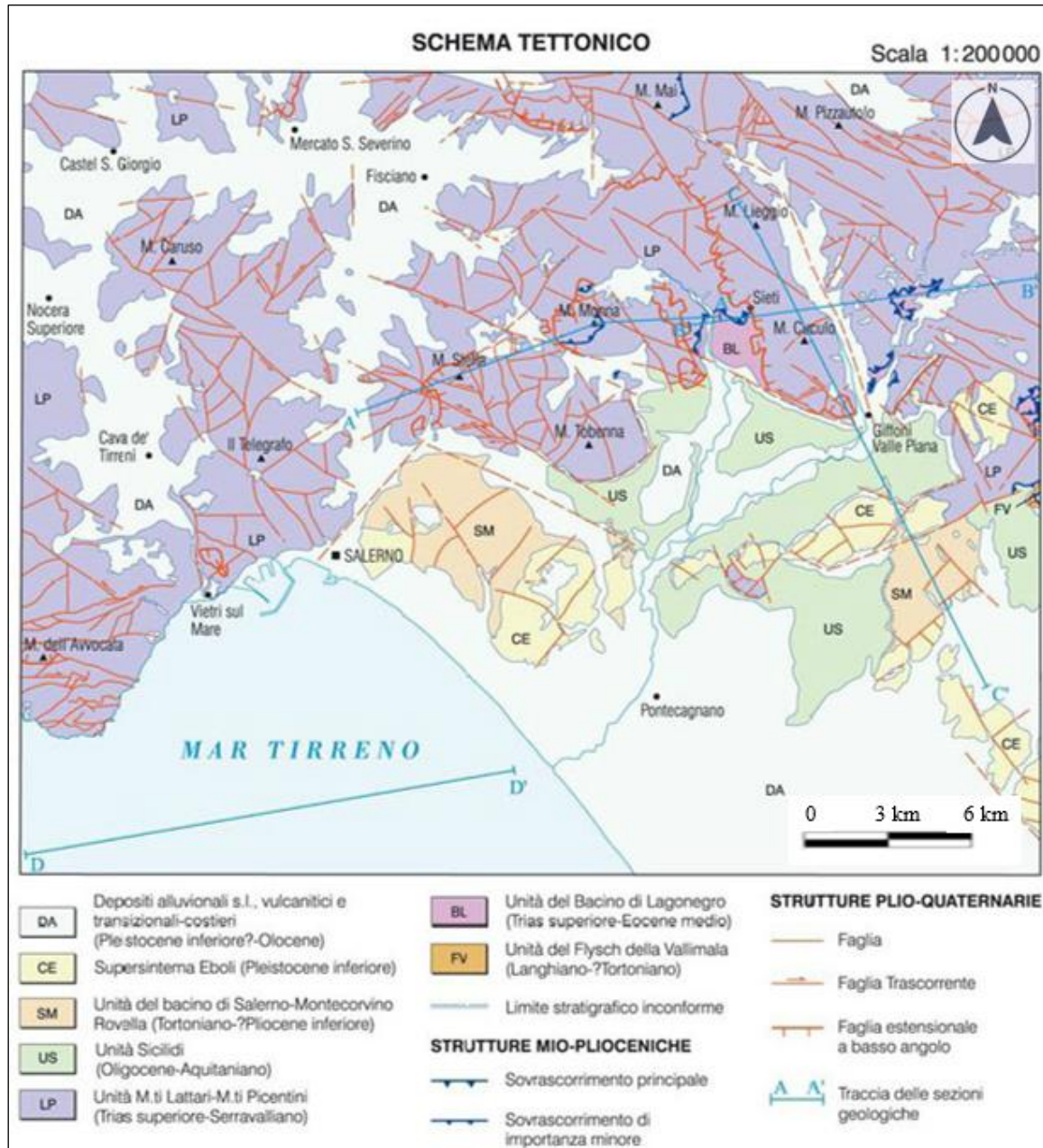


Figura 4-1 – Schema tettonico dell'area di Salerno (Carta geologica d'Italia, Foglio N. 467 "Salerno", 2009). Immagine non in scala

Dal punto di vista strutturale la Piana del Sele corrisponde alla parte continentale di una depressione (graben peritirrenico) che si prolunga all'interno del Golfo di Salerno, circondata a monte da unità terrigene terziarie e da unità carbonatiche mesozoiche (Capaldi et al., 1988). In questa depressione, allungata in direzione WSW-ENE (Figura 4-2), le indagini sismiche segnalano, al di sopra dell'unità carbonatica mesozoica e delle sovrastanti coltri terrigene, fino a 3300 m di terreni di età compresa tra il tardo Neogene ed il Quaternario. La parte superiore di questo

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	13 di 87

riempimento, fino ad un massimo di 2400 m di potenza, è rappresentata da depositi Plio-Quaternari che testimoniano le fasi di forte approfondimento della struttura in corrispondenza del sollevamento dei rilievi appenninici ai bordi (Penisola Sorrentina, Monti Picentini e Monti del Cilento).

La zona è stata soggetta ad una intensa attività neotettonica disgiuntiva che ha interessato ampiamente il massiccio dei Monti Picentini, alla base del quale le depressioni della Piana del Sele e della Valle del Sele sono state colmate da spesse coltri clastiche pedemontane. Tra queste coltri la formazione più antica è rappresentata dai Conglomerati di Eboli, del Pleistocene inferiore (Cinque *et al.*, 1988), che fungono da raccordo tra rilievi montuosi e piana costiera. Anche i Conglomerati di Eboli mostrano evidenze di fasi dislocative, con formazione di versanti di faglia che bordano la piana, loro sollevamento e conseguente smantellamento con deposizione di sedimenti fluviali nella Piana del Sele. La fascia esterna della piana è invece colmata da sedimenti fluviali e marini del Pleistocene medio-superiore ed Olocene, soggetti a sollevamento nel Pleistocene superiore, secondo Cinque *et al.* (1988), in considerazione delle quote relativamente elevate alle quali si rinvengono i coevi depositi litorali. Le quote della piana si innalzano gradualmente fino a circa 100 metri, formando dunque una grande unità fisiografica, alla quale si giustappone ad oriente l'unità rappresentata dalla valle del Fiume Sele. La terza unità fisiografica è costituita dalle colline perimetrali alla piana.

Gli eventi tettonici responsabili del sollevamento a blocchi dei Conglomerati di Eboli e del loro sganciamento altimetrico dai retrostanti versanti alimentatori, rappresenta l'ultima intensa fase deformativa evidenziabile nell'area. A valle di questi lineamenti neotettonici la pianura alluvionale recente (ascrivibile probabilmente all'intervallo alto Pleistocene medio-attuale) non presenta evidenze di grosse dislocazioni, a parte qualche localizzato, e non del tutto certo, disturbo per faglia, con rigetti valutabili intorno ad una decina di metri o poco più.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	14 di 87

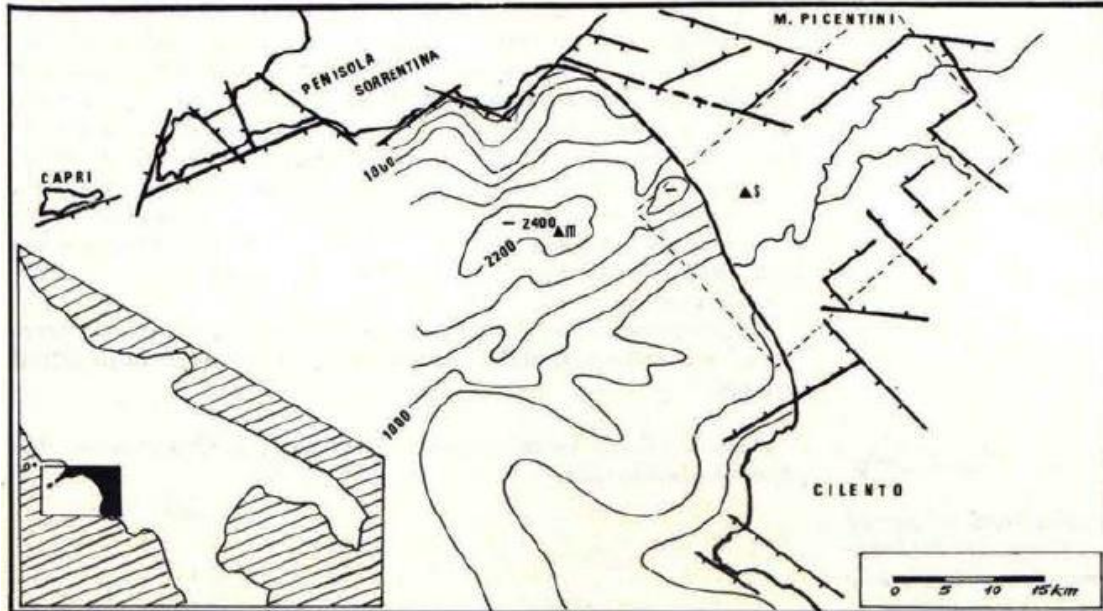


Figura 4-2 – Principali faglie marginali del graben occupato dalla Piana del Sele e isopache in m dei depositi plio quaternari (da Bartole & alii, 1984) nel Golfo di Salerno. Le linee a tratto spesso indicano le faglie ed i trattini laterali il loro labbro ribassato.

Analizzando una sezione trasversale dell'Italia meridionale tra il Mar Adriatico e il Mar Tirreno (Piana Sele) è possibile riconoscere la strutturazione complessiva dell'Appennino. Esso è costituito dall'orogene vero e proprio, a cui sono associati l'avampaese e l'avanfossa (Figura 4-3). L'avampaese è il primo elemento che si trova percorrendo la sezione da E. È costituito dal bassopiano calcareo che va ad occupare la maggior parte del territorio pugliese (Gargano, Murge e Salento). Le rocce calcaree che costituiscono tale bassopiano sono prevalentemente di origine marina di età cretacea (140÷70 milioni di anni fa). In epoche recenti, tale banco è stato sommerso nella sua parte orientale mentre il suo margine occidentale è andato a incunarsi sotto gli Appennini. Solo in corrispondenza del promontorio garganico il margine della piattaforma e il suo passaggio all'adiacente bacino marino profondo sono esposti sulla terraferma. Tra l'avampaese e la catena montuosa esiste una zona pianeggiante chiamata avanfossa. Essa ha avuto origine in seguito allo scontro dei due blocchi continentali, che hanno prodotto l'accavallamento dei vari elementi rocciosi. Questo si è tradotto in una fase di subsidenza con la creazione di una depressione, riempita nel tempo dall'accumularsi di sedimenti alluvionali. Questa zona nella sezione d'interesse corrisponde alla fossa Bradanica, che occupa l'area W-SW della Piattaforma Apula per una larghezza variabile tra i 20 ed i 40 km. È costituita da una successione pliocenica-quadernaria di materiale argilloso, sabbioso e conglomeratico potente, in alcuni punti, anche 1000 m (Casnedi, 1988) che è andata a riempire il precedente substrato tortoniano-messiniano (Miocene superiore) costituito da marne ed evaporati.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	15 di 87

Al colmamento dell'avanfossa Bradanica nel Pleistocene medio ha fatto seguito un'emersione generalizzata, ed un'ulteriore migrazione verso SE dell'asse della fossa che ha raggiunto l'attuale posizione nel Golfo di Taranto (Pescatore *et al.*, 1970; Casnedi, 1988). Il segmento di catena riguardante la Piana del Sele è costituito da un *multilayer* tettonico originato dalla deformazione dei domini mesozoici-terziari e da quelli della piattaforma carbonatica appenninica (Mostardini & Merlini, 1986).

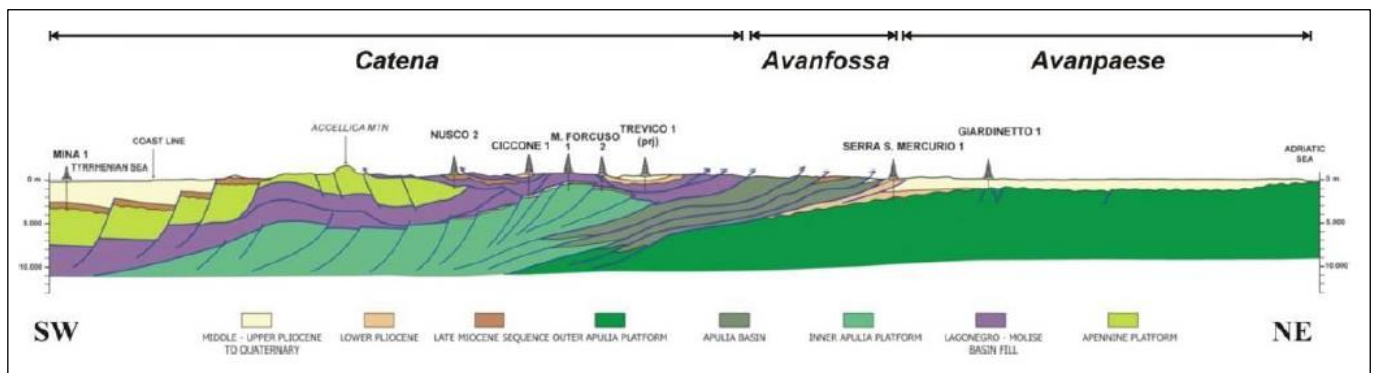


Figura 4-3 – Rappresentazione schematica dei rapporti geometrici tra le varie unità tettoniche dell'Appennino lungo la sezione Golfo di Salerno – Golfo di Manfredonia (sezione geologica n°6 modificata da Mostardini & Merlini, 1986).

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Il territorio oggetto degli interventi in progetto si sviluppa lungo la Piana del Sele, nel settore centro settentrionale della pianura, per una lunghezza di 8,8 km circa ed affiancherà la linea ferroviaria Salerno – Battipaglia nei pressi del comune di Pontecagnano. Per quanto concerne la cartografia geologica di riferimento, la cartografia CARG in scala 1: 50.000 copre l'intero territorio oggetto del presente studio. Lo stralcio delle Carta Geologica, Foglio 467 "Salerno", scala 1: 50.000, ISPRA, in Figura 4-4 (legenda nelle Figure 4-5a e 4-5b), è localizzato lungo il tratto campano del margine tirrenico dell'Appennino meridionale. Questo settore si presenta alquanto articolato per la presenza dei golfi di Napoli e Salerno, individuati da NW a SE dal settore vulcanico Flegreo, dalla Penisola di Sorrento e dal promontorio del Cilento. La penisola Sorrentina insieme all'isola di Capri, sua naturale estensione nel Tirreno, si protende per oltre 30 km in direzione NE-SW e, a differenza del Promontorio Flegreo legato al vulcanismo omonimo di età quaternaria e del Promontorio del Cilento, costituito da successioni bacinali e silicoclastiche di età giurassico-miocenica, è formata da successioni di piattaforma e di rampa carbonatica di età mesozoica. La Piana del Sele e l'antistante Golfo di Salerno costituiscono rispettivamente la porzione emersa e la porzione sottomarina di una importante depressione morfostrutturale (depressione del Sele) evidenziata da una forte anomalia gravimetrica negativa che si allunga in direzione WSW-ENE lungo il lato meridionale della penisola di Sorrento (Marani *et alii*, 2004). Tale depressione è riempita da alcune migliaia di metri di depositi quaternari, in

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	16 di 87

larga parte di natura epiclastica (es. supersintema Eboli), derivanti dalla rapida erosione dei rilievi carbonatici durante fasi di sollevamento iniziate a partire dal Pleistocene inferiore (Brancaccio *et alii*, 1991), di fatto contemporaneamente all'inizio della subsidenza nella depressione del Sele. Nel Quaternario assieme alla depressione della Piana del Sele-Golfo di Salerno si delineano anche le depressioni del Golfo di Napoli e, più a nordovest, della piana del Volturno (Milia & Torrente, 2000). Queste depressioni costiere riflettono una forte tettonica estensionale quaternaria a cui si è accompagnata l'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del complesso Somma-Vesuvio, responsabile della spessa coltre di vulcanoclastiti che ricoprono quasi ubiquitariamente i rilievi del territorio campano.

La Piana del Sele, come detto, è una pianura alluvionale che occupa la parte emersa del *graben* peritirrenico del Golfo di Salerno. La parte più interna di questo *graben* a partire dal Pliocene fu riempita da un'enorme quantità di sedimenti (dello spessore di 2000 m), associata ad una lenta e progressiva subsidenza Quaternario. All'interno della piana la distribuzione spaziale ed altimetrica di questi depositi è molto caratteristica ed appare strettamente influenzata dall'evoluzione tettonica dell'area: i terreni più recenti sono incastrati in quelli più antichi procedendo dalla periferia verso il centro della depressione (Brancaccio *et al.*, 1995). Il basamento della piana (del Miocene superiore) è formato da argille marnose con frequenti intercalazioni arenacee, alla cui sommità sono presenti calcari evaporitici e sedimenti derivati dall'accumulo dei frustoli di diatomee (Ortolani *et al.*, 1979). La parte più interna di tale depressione è occupata da successioni conglomeratiche che si estendono da Salerno ad Eboli, frutto dell'erosione che ha interessato i Monti Picentini in seguito alle condizioni climatiche fredde e ai movimenti tettonici del Pleistocene inferiore (Sintema di Eboli) (Pappone *et al.*, 2009). Questi depositi alluvionali, in massima parte in facies di media e bassa conoide, testimoniano, come accennato in precedenza, le fasi di più forte e rapido sollevamento dei massicci carbonatici bordieri (Monti Picentini) e la contemporanea subsidenza anche sul settore orientale del *graben* (Brancaccio *et al.*, 1987).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	17 di 87

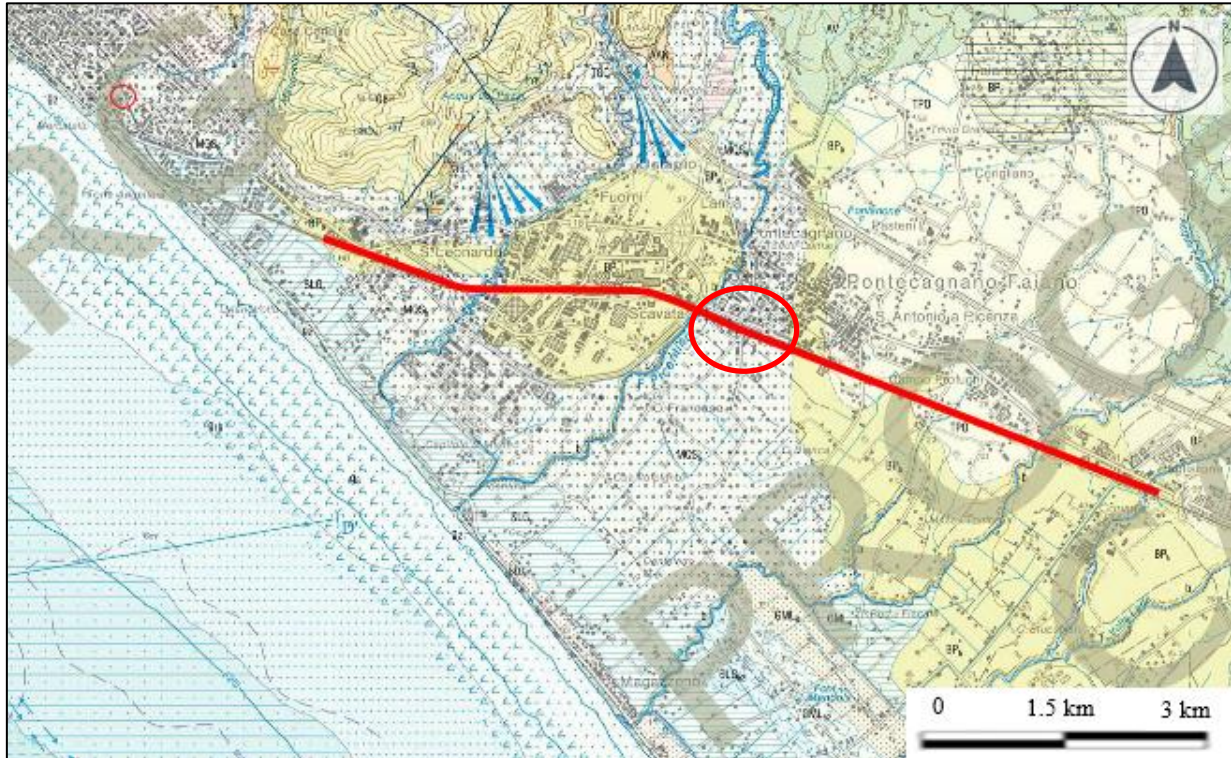


Figura 4-4 – Stralcio, non in scala, delle Carta Geologica, Foglio 467 “Salerno”, scala 1: 50.000, ISPRA. La linea spezzata rossa evidenziata il tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l’area di Pontecagnano, oggetto di studio.

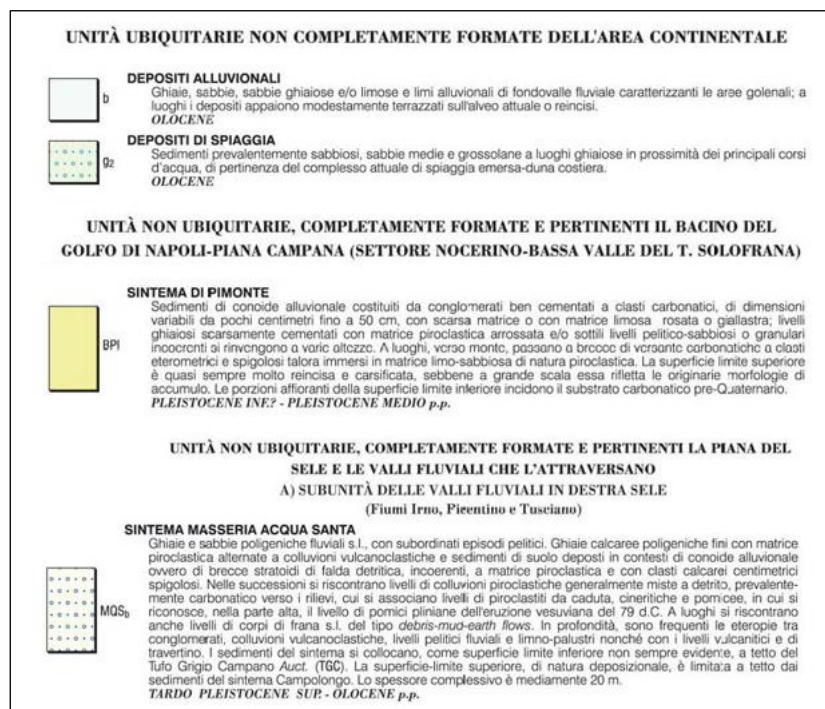


Figura 4-5a – Stralcio della legenda della Carta Geologica, Foglio 467 “Salerno”, scala 1: 50.000, ISPRA.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	18 di 87

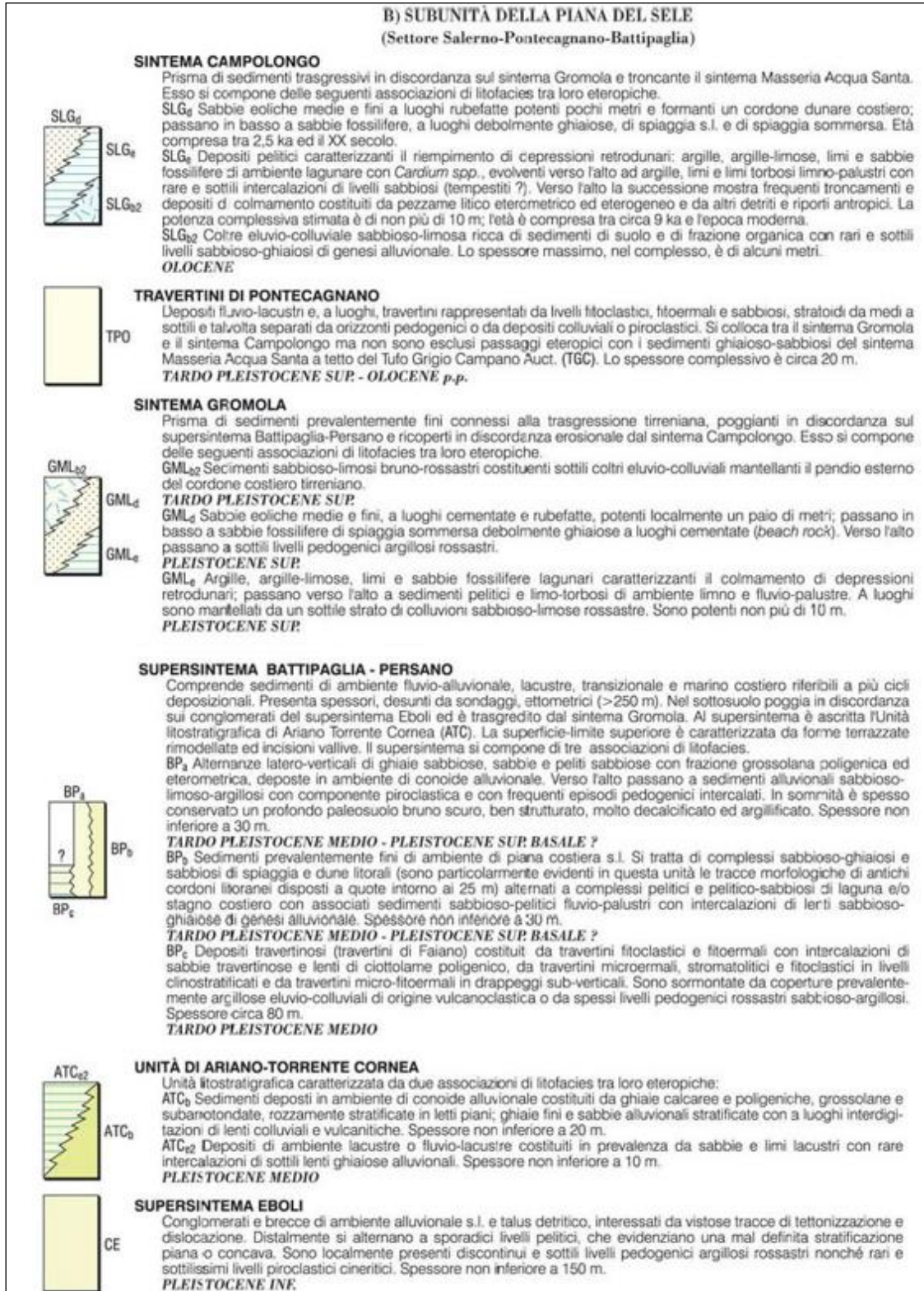


Figura 4-5b – Stralcio della legenda della Carta Geologica, Foglio 467 “Salerno”, scala 1: 50.000, ISPRA.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 19 di 87

Di seguito si descrivono le formazioni affioranti presso l'area di progetto (Figura 4-4, tratta evidenziata in rosso), le quali si succedono dal basso verso l'alto secondo il seguente ordine stratigrafico:

- **Subunità della Piana del Sele (Settore Salerno – Pontecagnano – Battipaglia):** depositi di questa Subunità rappresentano tutto il Pleistocene e l'Olocene e costituiscono le principali unità di paesaggio della Piana alluvionale e costiera del Sele. Questa subunità è costituita da due importanti supersintemi (supersintema Battipaglia-Persano; supersintema Eboli), da due unità sintemiche (sintema Campolongo; sintema Gromola) e da due unità litostratigrafiche (Travertini di Pontecagnano; unità di Ariano-Torrente Cornea), di cui seguono le descrizioni delle unità riscontrate nell'area di studio:

- **Supersintema Battipaglia – Persano (BP):** I sedimenti del supersintema occupano una posizione morfo-crono-stratigrafica compresa tra i conglomerati del supersintema Eboli (CE), a monte, ed i primi depositi tirreniani del sintema Gromola (GML), a valle. In relazione agli ambienti di sedimentazione la porzione più recente, di questo supersintema viene distinta nelle seguenti associazioni di litofacies, probabilmente fra loro eteropiche: **BPa)** Porzione deposta in ambiente di conoide alluvionale - Alternanze latero verticali di ghiaie sabbiose, sabbie e, subordinatamente, peliti sabbiose con frazione grossolana poligenica ed eterometrica proveniente dalle locali serie mesozoiche. Verso l'alto passano a sedimenti alluvionali sabbioso-limoso-argillosi con componente piroclastica e con frequenti episodi pedogenici intercalati. In sommità è spesso conservato un paleosuolo bruno scuro, ben strutturato, molto decalcificato ed argillificato. Spessore non inferiore a 30 m. (Tardo Pleistocene Medio-Pleistocene Superiore basale?); **BPb)** Porzione deposta in ambiente di piana costiera - Sedimenti sabbiosi e pelitici, eteropici di quelli della porzione precedente. Si tratta di complessi sabbioso ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia e dune litorali (evidenti sono le tracce morfologiche di antichi cordoni litoranei disposte a quote intorno ai 25 m) alternati a complessi pelitici e pelitico-sabbiosi di laguna e/o stagno costiero con associati sedimenti sabbioso-pelitici di ambienti fluvio-palustri. Localmente sono intercalate lenti ghiaiose e sabbioso-ghiaiose di ambiente alluvionale. Spessore non inferiore a 30 m. (Tardo Pleistocene Medio-Pleistocene Superiore basale?); **BPc)** Depositi travertinosi (travertino di Faiano). Questi depositi, affioranti nell'area di Pontecagnano-Faiano, sono costituiti in gran parte da incrostazioni carbonatiche su supporti vegetali di varia natura (piante superiori, muschi, alghe e cianobatteri) e subordinatamente da sabbie calcaree. Tali depositi formano corpi sedimentari terrazzati, la cui origine è da ricondursi ad acque scorrenti sovrassature in carbonato di calcio. Al Supersintema Battipaglia-Persano è ascritta la seguente unità litostratigrafica:

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	20 di 87

- *Travertini di Pontecagnano (TPO)*: Costituisce un'unità di tipo litostratigrafico rappresentata da un'associazione di litofacies travertinose formatesi in ambiente di piana fluvio-lacustre ed alluvionale s.l. Essa si colloca dal punto di vista crono-stratigrafico tra il sintema Gromola e il sintema Campolungo; gli affioramenti sono rari e non sono esclusi possibili passaggi eteropici con i sedimenti ghiaioso-sabbiosi del sintema Masseria Acqua Santa. Questa unità si sviluppa esclusivamente in pianura (Pontecagnano) ed a tetto del Tufo Grigio Campano (TGC). La potenza, stimata per mezzo di alcuni sondaggi, non supera la ventina di metri. Tardo Pleistocene superiore-Olocene *p.p.*).
- *Sintema Campolungo (SLG)*: I depositi di questo sintema costituiscono un prisma di sedimenti trasgressivi e progradazionali accrezionato sul fronte della Piana nel corso dell'Olocene, con spessore crescente da terra, dove sono ubicati i depositi più antichi, verso mare. Tale spessore è stimabile in circa 20 m all'altezza della costa attuale. Si tratta di una successione sedimentaria di depositi eolici, marino costieri, lagunari e palustri di età olocenica s.l., organizzati in più cicli sedimentari separati da discordanze di natura erosionale rappresentate da superfici di discontinuità connesse alle fasi trasgressivo-regressive responsabili della loro genesi. Il sintema è limitato a tetto dalla superficie topografica, con morfologie dunari ben conservate ed estese su tutta la piana costiera del Sele, da Paestum a Salerno. La base è rappresentata, nel sottosuolo, dalla superficie erosionale determinata dalla regressione tardo-wurmiana. In definitiva, le associazioni di litofacies presenti nel sintema Campolungo possono essere così di seguito sintetizzate. **SLGd**) Sabbie eoliche medie e fini a luoghi rubefatte formanti un cordone dunare costiero potente pochi metri; verso il basso passano a sabbie fossilifere, a luoghi debolmente ghiaiose, di spiaggia s.l. e di spiaggia sommersa. Verso terra sono eteropiche di "e". Età compresa tra 2,5 ka ed il XX secolo. **SLGe**) Depositi pelitici caratterizzanti il riempimento di depressioni retrodunari: argille, argille-siltose, limi e sabbie fossilifere di ambiente lagunare con *Cardium spp.*, evolventi verso l'alto ad argille, limi e limi torbosi limno-palustri con rare e sottili intercalazioni di livelli sabbiosi (tempestiti?). Lo spessore complessivo non supera i 10 m. Sono particolarmente evidenti i rapporti di eteropia con gli altri sedimenti del sintema. Età compresa tra circa 9 ka e l'epoca moderna. **SLGb2**) Depositi colluviali sabbioso-limosi ricchi di sedimenti di suolo e di frazione organica; disposti lungo il margine interno della depressione retrodunare, mantellano i fianchi di deboli pendii o rivestono il fondo di vallecicole, dove comprendono rari e modesti episodi alluvionali debolmente ghiaiosi. Nel complesso sono eteropici dei sedimenti in facies lagunare e limno-palustre del sintema e presentano uno spessore massimo di alcuni metri. (Olocene).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	21 di 87

- **Subunità delle Valli fluviali in destra del Sele (Fiumi Irno, picentino e Tusciano):** I depositi di questa subunità sono riferibili a tutto il Pleistocene e sono pertinenti le principali unità di paesaggio fluviali che caratterizzano indistintamente tanto la Piana del Sele che i settori vallivi solcanti il rilievo dei Monti Picentini. In particolare, nell'area di Piana dominano le più recenti facies fini alluvionali e marino-transizionali spesso eteropiche di facies esclusivamente di ambiente di piana costiera. Segue la descrizione dell'unità riscontrata nell'area di studio:

- **Sintema Masseria Acqua Santa (MQS):** Questo sintema caratterizza la complessa sedimentazione delle basse valli dei fiumi Irno, Picentino e Tusciano con passaggi eteropici a sedimenti detritico-alluvionali disposti al piede dei rilievi. Cronostratigraficamente i sedimenti si collocano a tetto del Tufo Grigio Campano (TGC), nel tardo Pleistocene sup.-Olocene inf. A valle la superficie-limite superiore di origine deposizionale scompare sotto i sedimenti del sintema Campolongo (SLG); nella zona del Tusciano, morfologicamente, essa dà luogo ad un corpo alluvionale che si incastra nel sintema Fasanara (NSR) e la cui base scende al di sotto del livello del mare attuale. Nelle valli del Picentino e dell'Irno, la superficie-limite superiore coincide o con la superficie dei conetti detritico-alluvionali laterali o con le spianate dei terrazzi fluviali (almeno due ordini di cui uno ben evidente). La superficie limite-inferiore è una superficie erosiva impostata tanto sui depositi del substrato calcareo mesozoico locale e tanto sui depositi conglomeratici e travertinosi più antichi (BP, CE, GML e NSR) sospesi sul fondovalle. Nel complesso il sintema è composto da ghiaie e sabbie poligeniche fluviali s.l., con subordinati episodi pelitici. I conoidi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie calcaree poligeniche fini supportate da matrice piroclastica, alternate a colluvioni vulcanoclastiche e sedimenti di suolo. Le falde detritiche sono composte prevalentemente da breccie stratoidi incoerenti a matrice piroclastica e con clasti calcarei centimetrici spigolosi. A luoghi nella successione si riscontrano livelli di corpi di frana s.l. del tipo *debris-mud-earth flows*. Sono eteropici di conglomerati e sabbie fluviali, colluvioni vulcanoclastiche, livelli limno-palustri, vulcanitici e di travertino nel sottosuolo. Nel complesso la potenza dei depositi di questo sintema, estrapolata mediante stratigrafie di sondaggi geognostici, si aggira mediamente intorno ai 20 m. (Tardo Pleistocene sup.-Olocene).

- **Unità ubiquitarie non completamente formate dell'area continentale:**

- **Depositi alluvionali (b):** Sedimenti fluviali e alluvioni ghiaiose; sabbie, sabbie ghiaiose e/o limose e limi di fondovalle fluviale caratterizzanti le aree golenali dei principali corsi d'acqua (F. Irno,

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 22 di 87

F. Picentino, F. Tusciano, T. Asa, T. Cornea, ecc.); a luoghi appaiono disposti in modesti, limitati e discontinui terrazzamenti in alveo o chiaramente reinceise. (Olocene).

Riassumendo, la tratta in esame, che si sviluppa lungo il tracciato evidenziato in rosso in Figura 4-4, interseca i depositi alluvionali caratterizzati da ghiaie, sabbie, sabbie ghiaiose e/o limose e limi alluvionali di fondovalle fluviale caratterizzanti le aree golenali (**b**); depositi pelitici caratterizzanti il riempimento di depressioni retrodunari: argille, argille limose, limi e sabbie fossilifere di ambiente lagunare con spessori inferiori a 10 m (**SLGe**); depositi fluvio-lacustri e travertini rappresentati da livelli fitoclastici, fitotermali e sabbiosi, stratoidi da medi a sottili e talvolta separati da orizzonti pedogenici o da depositi colluviali o piroclastici, lo spessore complessivo è di circa 20 m (**TPO**); due litofacies del supersintema Battipaglia – Persano: alternanze latero-verticali di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti sabbiose con frazione grossolana poligenica ed eterometrica con spessore non inferiore a 30 m (**BPa**) e sedimenti prevalentemente fini di ambiente di piana costiera, si tratta di complessi sabbioso ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia e dune litorali con spessori non inferiori a 30 m (**BPb**); ghiaie calcaree fini con matrice piroclastica e sedimenti di suolo deposti in contesti di conoide alluvionale, lo spessore è di circa 20 m (**MQSb**).

4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è situata in una zona pianeggiante, con quote comprese tra i 5 m s.l.m. (in corrispondenza della fermata Arechi) ed i 50 m s.l.m. (in prossimità dell'Aeroporto di Salerno Costa D'Amalfi). La Piana del Sele corrisponde alla parte continentale di una depressione che si prolunga all'interno del Golfo di Salerno, circondata a monte da unità terrigene terziarie e da unità carbonatiche mesozoiche (Capaldi et al., 1988). Come già descritto nel paragrafo 4.1, la zona è stata soggetta ad una intensa attività neotettonica disgiuntiva che ha interessato ampiamente il massiccio dei Monti Picentini, alla base del quale le depressioni della Piana del Sele e della Valle del Sele sono state colmate da spesse coltri clastiche pedemontane. Questa pianura si affaccia sul Mar Tirreno con una falcata che va dalla periferia sud di Salerno fin alle colline di Agropoli e che stabilisce un raccordo di costa bassa tra la scoscesa Costiera Amalfitana e le coste, solo un poco meno acclivi, del promontorio cilentano. Essa ha una estensione totale di circa 300 km² e si spinge sino alla base dei Monti Picentini, verso Nord e Nord-est, e fin sotto le colline terrigene che preannunciano il massiccio dei Monti Alburni, verso Est. Verso Sud-ovest, infine, la piana si addentra a lambire le dorsali calcaree del Monte Soprano e Monte Sottano, nonché, presso Agropoli, i primi contrafforti flyschoidi del Cilento. Il perimetro della piana è vagamente assimilabile ad un triangolo (Figura 4-6), ma l'unico lato pressoché dritto è la sua fronte marittima. I margini interni, decorrenti ai piedi dei primi rilievi appenninici, risultano invece zigzaganti a causa dell'alternarsi di scarpate di faglia ai bordi ad orientazione NW-SE e NE-SW.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	23 di 87

Nell'ambito della piana del Sele si possono distinguere differenti sottounità, che corrispondono a tre ordini di terrazzi fluviali, con due fasi litorali riconoscibili, e ad una fase di deiezione, rappresentata dalle ampie conoidi di Eboli e Battipaglia (Figura 4-6). I tre ordini di terrazzi sono inoltre ben evidenti lungo il corso del F. Sele e passano gradualmente in prossimità della costa a facies palustri/litorali che possono costituire una quarta unità fisiografica, di formazione molto recente.

Il terrazzo di primo ordine, denominato informalmente "Complesso di Persano" (Amato et al. 1991), occupa la parte posta a quote più elevate ed appare maggiormente smembrato dall'erosione. Il terrazzo si può inquadrare cronologicamente nel Pleistocene medio, successivamente alla fase di dislocazione dei Conglomerati di Eboli, sigillando le scarpate di faglia che delimitano la fascia collinare e rappresentando dunque il riempimento di una depressione di subsidenza.

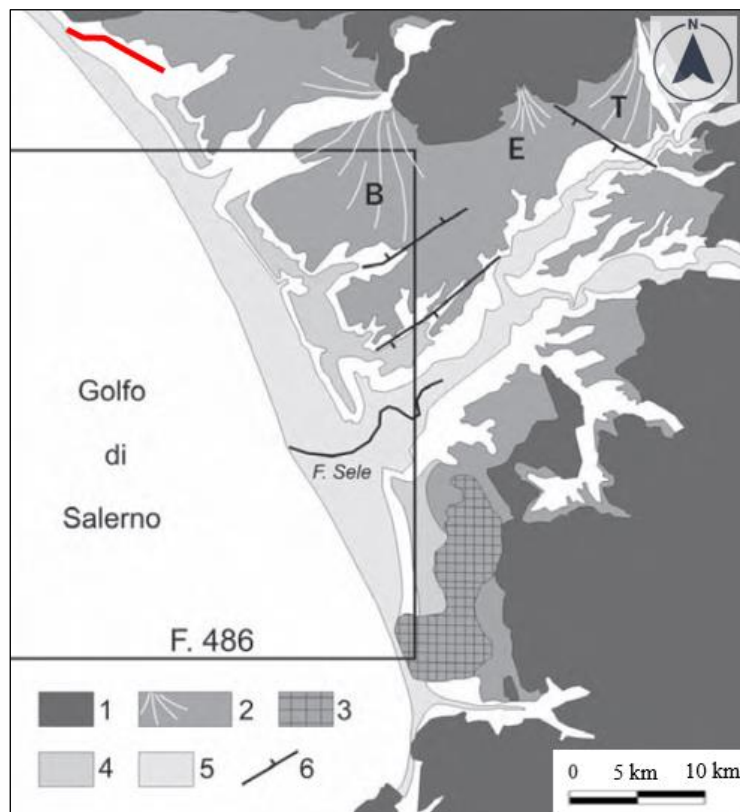


Figura 4-6 – Schema delle principali superfici geomorfologiche della Piana del Sele (Note illustrative Carta geologica d'Italia, Foglio 486). 1) rilievi collinari e montuosi; 2) lembi del terrazzo deposizionale policiclico associato ai sedimenti del Pleistocene medio e superiore con principali conoidi contribuenti; B) conoide di Battipaglia; E) conoide di Eboli; T) conoide del T. Tenza; 3) area con morfologia da deposizione travertinosa policiclica e divagante (Pleistocene medio Olocene); 4) lembi del terrazzo deposizionale associato al paleocordone tirreniano di Gromola ed ai coevi depositi transizionali; 5) piana costiera olocenica e correlate superfici di fondo-valle fluviale modestamente reincise; 6) principali faglie che disturbano il terrazzo mediopleistocenico. In rosso è stata evidenziata la tratta in esame. (Immagine fuori scala)

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 24 di 87

Il terrazzo di II ordine si incastra in quello precedente e rappresenta il riempimento dell'area tettonicamente ribassata a seguito della deposizione del Complesso di Persano. Questo terrazzo che si prolunga verso la costa e si individua anche lungo la valle del F. Sele, sospeso a circa 15 metri di quota, sulla base delle evidenze aerofotografiche sembra correlabile con la deposizione delle ampie conoidi di deiezione di Eboli e Battipaglia. Testimonianza di tale correlazione è la presenza di paleoalvei che dipartendosi dal corpo delle conoidi, incidono il terrazzo di I ordine prolungandosi e congiungendosi con le analoghe tracce individuate sulla superficie del terrazzo di II ordine. Il margine esterno del terrazzo di II ordine si prolunga sino al contatto con il cordone dunare definito di Gromola (Brancaccio, 1987). Questo cordone dunare si individua, sebbene talora appaia appiattito e poco rilevato sulla pianura limitrofa, fino nei pressi di Pontecagnano; il suo andamento è comunque evidenziato da deviazioni brusche dei tracciati dei corsi d'acqua che solcano la piana.

Il terrazzo di III ordine, olocenico, comprende invece la parte prossima alla fascia costiera e borda con continuità il Sele sino in prossimità della costa. A questo terrazzo sono associate anche le vallecole incise dai corsi d'acqua, che discendono dalle alture collinari retrostanti ed appare meno facilmente riconoscibile sia per la riduzione del dislivello che lo separa da quello più alto, sia perché i due ordini appaiono separati da scarpate molto addolcite dall'erosione.

Il più importante corso d'acqua che percorre la piana e che ne sta all'origine, coi suoi apporti detritici, è il Fiume Sele. Esso perviene sulla piana pochi chilometri dopo l'immissione del F. Tanagro e, attraversandola, riceve prima le acque del Torrente Tenza (uscente dalla finestra tettonica di Campagna) e poi, quando è a soli 7 km dalla foce, quelle del F. Calore. Altri importanti corsi d'acqua che hanno contribuito alla crescita della piana, rappresentati in Figura 4-7, sono, da nord verso sud, il Torrente Fuorni, il Fiume Picentino, i torrenti Asa e Rialto, il Fiume Tusciano, il Fosso Capodifiume (corso di risorgiva carico solo di soluzioni carbonatiche) ed il Fiume Solofrone.

Gran parte della piana è fittamente re-incisa, sia dai sopracitati corsi d'acqua maggiori che da numerose vallecole di basso ordine gerarchico che hanno origine sulla piana stessa. Sebbene si tratti di incisioni poco profonde ed ampiamente svasate, ne consegue che le antiche superfici di accumulo sono ridotte a lembi terrazzati o, laddove è stata più fitta la dissezione, a dossi allungati e altimetricamente accordanti che hanno sommità planari o dolcemente convesse. L'involuppo geometrico di questi relitti rivela che la piana nel suo insieme va innalzandosi verso l'interno (cioè verso NE) fino a raggiungere quote di oltre 100 metri laddove alle alluvioni del Sele si sono sommate le deiezioni del T. Tenza.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	25 di 87

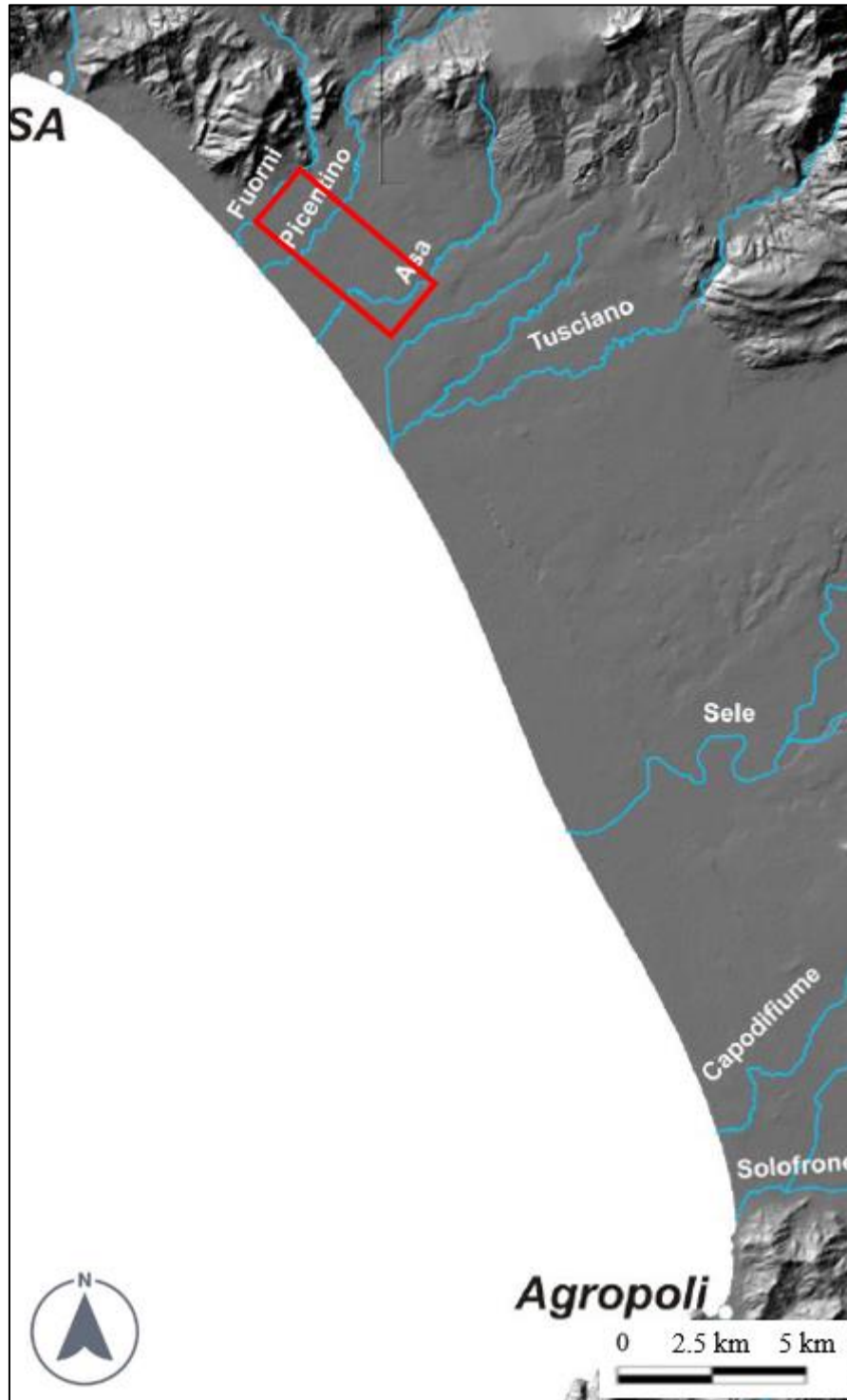


Figura 4-7 – Rete idrografica della Piana del Sele, da Salerno ad Agropoli. Il rettangolo rosso identifica l’area oggetto di studio. Immagine fuori scala.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 26 di 87

4.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi più estesi e produttivi della Campania sono costituiti dai complessi delle successioni carbonatiche mesozoiche e paleogeniche con un'elevata infiltrazione efficace la quale contribuisce alla formazione di cospicue falde di base. Le portate in uscita dai massicci carbonatici della Regione, come sorgenti, ammontano a circa 70 m³/s, mentre i travasi sotterranei verso le piane sono di circa 27 m³/s (Ducci et al. 2006, Celico et al. in SOGESID 2006). L'area in esame, fa parte dell'ampio e complesso sistema idrogeologico della piana del Sele, costituita da depositi quaternari (Figura 4-8).

Il deflusso verso la piana avviene secondo due direttrici preferenziali orientate NE-SW, le quali coincidono con due antichi coni di deiezione sepolti del Tusciano e del Sele che drenano le limitrofe strutture carbonatiche, dalle quali la piana riceve una cospicua alimentazione. Nell'area in esame, rientrando nella porzione NW della Piana del Sele, i sedimenti continentali di riempimento sono organizzati in modo da formare un'alternanza di terreni a diversa permeabilità che, nel loro insieme, costituiscono un acquifero multifalda. L'acquifero di tale unità è quindi costituito da sedimenti plio-quaternari molto eterogenei ghiaioso-sabbiosi e limo-argillosi tra loro eteropici. I litotipi che costituiscono il sottosuolo della piana del Sele presentano frequenti variazioni litologiche e granulometriche sia in orizzontale che in verticale e globalmente vengono distinti in un unico complesso idrogeologico denominato *complesso dei depositi plio-quaternari* (Figura 4-8). L'acquifero risulta pertanto caratterizzato da una notevole eterogeneità granulometrica (a cui sono da mettere in relazione notevoli variazioni di permeabilità) e da una sostanziale caoticità dei rapporti geometrici tra i vari litotipi.

La circolazione idrica sotterranea, di conseguenza, è condizionata dall'interdigitazione di strati e lenti a maggiore o minore permeabilità relativa; pertanto localmente sono sempre presenti più falde sovrapposte le cui caratteristiche (quota piezometrica, spessori, ecc.) possono essere differenti, anche in punti molto vicini tra loro e lungo la stessa verticale.

Le unità idrogeologiche presenti nell'area di studio (cfr. elaborati "Carta idrogeologica e profilo idrogeologico", codifiche da NN1X10D69N6GE0002001A a NN1X10D69N6GE0002006A) sono state così distinte:

- *Depositi a permeabilità medio-alta (MA)*: Questa classe comprende i corpi sedimentari principalmente ghiaiosi a composizione eterometrica da angolosi ad arrotondati in base al meccanismo deposizionale coinvolto, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante. La permeabilità, esclusivamente per porosità, si attesta mediamente tra 10⁻⁵ e 10⁻³ m/s.

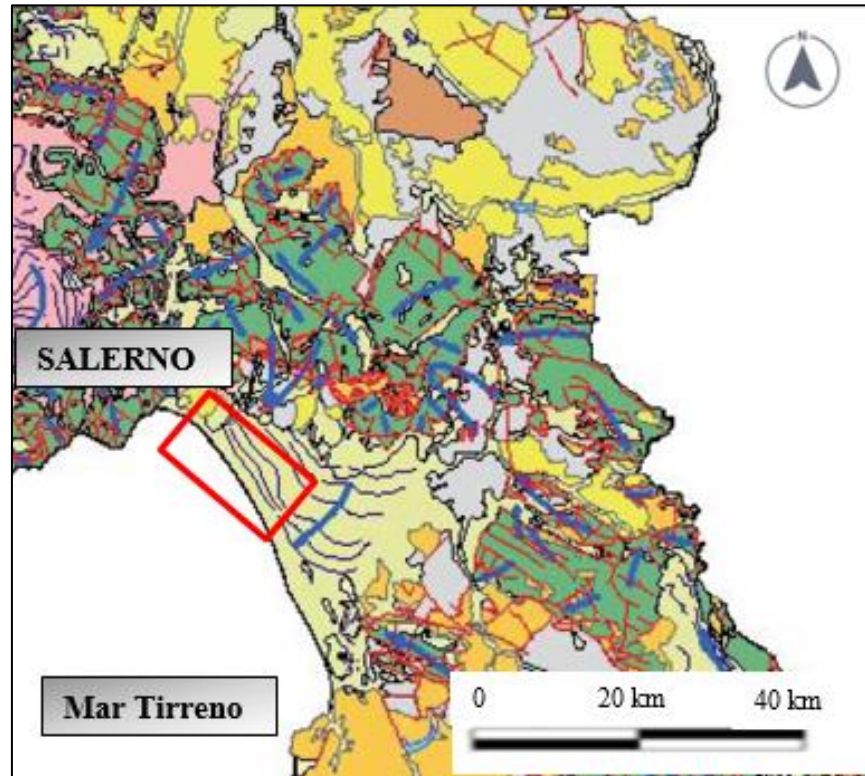
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	27 di 87

- *Depositi a permeabilità media (M):* Questa classe comprende i corpi sedimentari prevalentemente sabbiosi (e a basso contenuto di frazione fine) principalmente legati a paleodune eoliche. La permeabilità, esclusivamente per porosità, si attesta mediamente tra 10^{-6} e 10^{-5} m/s.
- *Depositi a permeabilità medio bassa (MB):* Questa classe comprende i corpi sedimentari prevalentemente limoso-sabbiosi e sabbioso-limosi legati a deposizione in ambiente fluvio-lacustre retrodunare e/o a deposizione fluviale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, si attesta mediamente tra 10^{-7} e 10^{-6} m/s.
- *Depositi a permeabilità bassa (B):* Questa classe comprende i limi, le argille limose e limi argillosi presenti in livelli importanti nei depositi legati alle alluvioni fluviali. La permeabilità è da bassa a molto bassa ed è definibile come compresa tra 10^{-9} e 10^{-7} m/s.
- *Depositi semirocciosi e a permeabilità variabile (V):* Depositi travertinosi ricchi di depositi vegetali a grado di fratturazione ed alterazione variabile la cui permeabilità è da considerare secondaria e dipendente da questi fattori locali. In questa categoria è possibile, inoltre, comprendere i depositi di torba che possono, a seconda del grado di compattazione, presentare valori di permeabilità da elevati a molto bassi. Il range di valori possibili è elevato e può essere compreso tra 10^{-9} e 10^{-5} m/s. La permeabilità si può quindi definire come da media a molto bassa.

Si sottolinea come non siano stati definiti dei veri e propri complessi idrogeologici per via del fatto che le prove di permeabilità Lefranc realizzate a supporto del presente progetto (paragrafo 5.1) abbiano restituito risultati spesso poco uniformi e difficilmente attribuibili a complessi veri e propri per via della variabilità granulometrica che caratterizza i materiali. Per tale motivo si preferisce eseguire una distinzione sulla base delle unità geologiche e relative eterogeneità granulometriche come analizzato nei grafici del paragrafo 6.2.1.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	28 di 87



Legenda

- Isopiezometriche
- Assi di drenaggio preferenziale
- Diretrici del deflusso idrico sotterraneo
- Faglie
- Sovrascorrimenti
- Complessi dei depositi marini plio-quadernari
- Complessi dei depositi vulcanici plio-quadernari
- Complessi delle coperture quadernarie
- Complessi delle coperture flyschoidi sinorogene
- Complessi delle successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica
- Complessi delle unità bacinali esterne
- Complessi delle unità bacinali interne
- Complesso dei depositi molassici tardorogeni
- Complesso delle successioni carbonatiche paleogeniche

Figura 4-8 – Stralcio dello schema idrogeologico della Campania e legenda (da Celico et al., 2003, modificato ARPAC 2007). Il rettangolo rosso identifica l'area oggetto di studio. Immagine non in scala.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 29 di 87

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

I dati stratigrafici a supporto del presente studio derivano:

- dalla campagna di indagini realizzata tra Gennaio ed Aprile 2020 a supporto del Progetto Definitivo e comprendente:
 - o n. 26 sondaggi a carotaggio continuo, realizzati sino a profondità massima di 50 m da p.c., con esecuzione di prove SPT e prove di permeabilità tipo Lefranc ed installazione di piezometri per il monitoraggio della falda e di tubazioni per prove geofisiche;
 - o n.1 sondaggio a distruzione di nucleo, realizzato sino alla profondità di 15 m da p.c. con l'installazione di un piezometro Casagrande;
 - o n. 2 prove penetrometriche CPTu/ DPSH e n. 1 prova penetrometrica statica CPTu;
 - o n. 5 prove geofisiche MASW e n. 9 prove geofisiche Down Hole nei sondaggi precedentemente eseguiti;
 - o n. 14 prove HVSR.
- dalla campagna di indagini realizzata nel Maggio 2019 a supporto dello Studio di Fattibilità Tecnica ed Economica del presente progetto, durante la quale sono state realizzate n. 12 penetrometriche sismiche e n. 12 prove MASW ed HVSR;
- dalle risultanze di campagne di indagini recuperate da bibliografia ed eseguite negli anni tra il 2000 ed il 2002 e comprendenti 17 sondaggi, 3 prove penetrometriche e 2 prove sismiche down-hole, oltre alle stratigrafie di pozzi ad uso idropotabile reperite tramite la banca dati nazionale ISPRA.

5.1 INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEL COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO (ANNO 2020)

In Tabella 5-1 è riportato l'identificativo del sondaggio, la profondità, la data di esecuzione, la quota, le coordinate UTM Zone 33 N e le prove eseguite in foro di sondaggio, mentre in Tabella 5-2 è riportata la posizione delle prove penetrometriche statiche e dinamiche (CPTU/DPSH). I risultati delle prove SPT e delle prove Lefranc eseguite durante la perforazione sono riportati, rispettivamente, in Tabella 5-3 e Tabella 5-4.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	30 di 87

Tabella 5-1 Ubicazione, profondità e data di esecuzione dei sondaggi realizzati in fase di Progetto Definitivo

SONDAGGI							
ID	Profondità (m dal p.c.)	Data esecuzione	Quota (m s.l.m.)	Coordinate UTM Zone 33 N		Prove Lefranc	Prove pressiometriche
				E	N		
BH1	22.5	09-15/04/2020	6.1	485222.81	4499736.40	2	-
BH2	30	01-08/04/2020	12.6	483726.17	4499486.57	2	-
BH3	30	29/02-08/03/2020	12.8	485222.81	4499736.40	2	-
BH4	30	11-17/03/2020	15	486350.78	4499280.08	2	-
BH5	50	17/04/2020	17.8	486659.53	4499247.58	2	-
BH6	50	04-05/03/2020	20.15	486720.64	4499237.04	-	-
BH7	40	07-11/03/2020	21.2	486917.71	4499224.23	2	-
BH8	50	02-09/04/2020	19.8	486950.89	4499203.12	2	-
BH9	30	04-07/03/2020	24.2	487487.03	4499186.59	2	-
BH10	30	25-27-/02/2020	27.3	488247.83	4499201.08	2	-
BH11	50	12-20/03/2020	23.9	488668.20	4499093.67	2	-
BH12	50	24/03-01/04/2020	23.6	488740.02	4499092.65	-	-
BH13	30	19-21/02/2020	25.3	489298.47	4498860.68	2	-
BH14	30	23-27/01/2020	27.13	490700.93	4998236.25	2	-
BH15	40	24-27/02/2020	28.68	490972.24	4498119.97	2	-
BH15bis	15	24-27/02/2020	28.74	490972.24	4498119.97	-	-
BH16	40	18-22/02/2020	30.4	491011.42	4498279.27	2	-
BH17	30	28-30/01/2020	30.7	491155.85	4498042.86	2	-
BH18	50	11-15/05/2020	32	491759.97	4497826.96	-	-
BH19	50	25/02-02/03/2020	31.6	491708.79	4497812.38	2	-
BH20	30	24/03-01/04/2020	39.8	492383.46	4497495.76	2	-

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	31 di 87

SONDAGGI

ID	Profondità (m dal p.c.)	Data esecuzione	Quota (m s.l.m.)	Coordinate UTM Zone 33 N		Prove Lefranc	Prove pressiometriche
				E	N		
BH21	50	19-25/02/2020	36.7	492617.60	4497375.86	2	1
BH22	50	05-09/05/2020	36.3	492654.78	4497378.93	-	-
BH23	30	07-13/02/2020	43.3	493075.93	4497375.86	2	-
BH24	30	03-06/02/2020	46	493463.04	4497057.17	2	-
BH25	30	31/01-01/02/2020	46	493627.45	4497008.33	2	-
BH26	30	22-24/04/2020	8.5	483422.23	4501097.62	2	-

Tabella 5-2 - Ubicazione e data di esecuzione delle prove CPTU/DPSH realizzate in fase di Progetto Definitivo

PROVE PENETROMETRICHE			
ID	DATA ESECUZIONE	Coordinate UTM Zone 33 N	
		E	N
CPTU_14/DPSH_14	01/04/2020	487215.43	4499205.14
CPTU_15/DPSH_15	31/03/2020	489853.96	4498584.74
CPTU_16	31/03/2020	491473.05	4497913.32

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	32 di 87

Tabella 5-3 Risultati delle prove SPT eseguite durante la perforazione dei sondaggi per il Progetto Definitivo (2020)

Profondità Prova (m)	BH1 (Nspt)	BH2 (Nspt)	BH3 (Nspt)	BH4 (Nspt)	BH5 (Nspt)	BH7 (Nspt)	BH8 (Nspt)	BH9 (Nspt)	BH10 (Nspt)	BH11 (Nspt)	BH13 (Nspt)	BH14 (Nspt)	BH15 (Nspt)	BH16 (Nspt)	BH17 (Nspt)	BH19 (Nspt)	BH20 (Nspt)	BH21 (Nspt)	BH23 (Nspt)	BH24 (Nspt)	BH25 (Nspt)	BH26 (Nspt)
2.7			31						18		11	11				6					28	
3.1					9								14		8							
3.3	6	43								11									11	23		11
3.7				6		29	24	8					7		15				21			
5.75									20										10			
6.2					10					8	10			12								16
6.4																	17					
6.6			7												18							
6.8	16	27		15		10		21				24						28		17	24	
7.1							66	R								11						
7.7													4									
8.7																				21		
9.3	38					6			43		44						27					
9.6		18	12		3									11				15		30		24
10.2												22			20							
10.7																						25
11.3													10									
11.7																				12		
12.05								R														
12.2					9						49											
12.5																42						
12.7														14			26	16		19	33	16
10.3										28												
12.2									28													
12.8	33	12	18	10																		
13.3							13					33										
13.7										19												
14.2																37						
14.7																				23		
14.9						47																
15.2	33		14					60	38	22												
15.7		55											8	19			75	64		31	30	13
16.2				11								14	14									
16.6					26		29				14											
18.2	R		23			47			43					51			92		16	46		
18.55										R					27							31
19.2				11			33	45					19	80								
19.5		34																				
19.7					9						49											
20.2									49											24		
20.7																					30	42
21.1	R		32	14		R	31								31							47
22.2					9											17	6	38				
22.7												R										
23.1		R						80	25				10									
23.7																		39	39	42	47	
24.05			R																			
24.2						25																
24.7														42								6
25.2				53			20				55	R					R					
25.8									27											47	55	43
26.0				R																		
26.2														15								
27.1		R				27			31							R			39			47
27.7															47							47
28.2			R																			
29.2											50		12									
29.7																			44	53	52	
30.2														7				33				
32.7																42						
33.2													19					7				
34.7														12								
44.7																8						

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	33 di 87

Tabella 5-4 – Valori di K (m/s) calcolati tramite prove Lefranc eseguite nei fori di sondaggio eseguiti per il PD

ID	Profondità prova (m da p.c.)	K (m/s)
BH1	3-3.5	2.76E-06
	8.5-9	1.14E-05
BH2	2.5-3	1.37E-05
	8.5-9	6.21E-06
BH3	2.5-3	1.33E-06
	9-9.50	5.60E-08
BH4	3-3.5	1.54E-07
	9-9.5	1.02E-06
BH5	5.5-6	1.34E-06
	10-10.5	2.67E-06
BH7	4-4.5	7.07E-08
	5.5-6	5.62E-06
BH8	2.8-3.5	1.23E-06
	8.3-9	1.33E-05
BH9	2.5-3	1.79E-06
	4.5-5	8.16E-07
BH10	3-3.5	7.92E-06
	8.5-9	1.07E-05
BH11	5.5	4.17E-06
	20.5-21	1.66E-05
BH13	2.5-3	2.17E-07
	8.5-9	1.46E-04
BH14	3-3.5	1.32E-05
	6-6.5	7.79E-06
BH15	4.5-5	9.13E-07
	10-10.5	1.46E-06
BH16	3.5-4	9.06E-07
	8.5-9	1.07E-07
BH17	4-4.5	2.44E-06
	7.5-8	3.96E-06
BH19	4.5-5	2.75E-06
	20-20.5	2.32E-04
BH21	4.5-5	1.20E-07
	19.5-20	9.90E-08

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	34 di 87

ID	Profondità prova (m da p.c.)	K (m/s)
BH23	2.5-3	3.03E-06
	8.5-9	4.28E-06
BH24	3-3.5	4.37E-06
	7-7.5	9.99E-07
BH25	2.5-3	3.72E-07
	5.5-6	8.68E-06
BH26	2.5-3	2.7E-05
	8.4-9	1.29E-05

Di seguito, in Tabella 5-5, sono riportate le ubicazioni delle prove MASW e Down-hole e i risultati di velocità equivalente delle onde di taglio e la conseguente categoria di sottosuolo secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2018).

Tabella 5-5 – Ubicazione e risultati delle prove geofisiche effettuate in fase di Progetto Definitivo (2020)

PROVE GEOFISICHE					
Prova	Data esecuzione	Coordinate UTM Zone 33 N		V _{Seq} (m/s)	Categoria di Suolo
		E	N		
Masw_BH1	Febbraio 2020	485196.53	4499661.53	270	C
Masw_BH3	Febbraio 2020	486025.30	4499361.56	259	C
Masw_BH15	Febbraio 2020	490999.97	4498108.17	266	C
Masw_BH20	Febbraio 2020	492328.19	4497520.87	262	C
Masw_BH26	Febbraio 2020	483442.59	4501053.14	280	C
DH_6	Marzo 2020	486717.12	4499231.53	310	C
DH_8	Aprile 2020	486956.25	4499194.66	317	C
DH_12	Marzo 2020	488733.2	4499096.45	389	B
DH_13	Febbraio 2020	489298.47	4498860.68	343	C
DH_16	Febbraio 2020	491011.42	4498279.27	258	C
DH_19	Febbraio 2020	491708.79	4497812.38	270	C
DH_22	Maggio 2020	492653.58	4497374.83	240	C
DH_23	Febbraio 2020	493075.93	4497375.86	256	C
DH_24	Febbraio 2020	493463.04	4497057.17	231	C

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	35 di 87

5.2 INDAGINI PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA COMPLETAMENTO METRO DI SALERNO (ANNO 2019)

Le indagini geofisiche eseguite a supporto del PFTE comprendono n. 12 penetrometriche S-CPTu, e n. 12 prove di tipo MASW ed HVSr. In Tabella 5-6 vengono riportate la data di esecuzione e la posizione delle prove effettuate.

Tabella 5-6 – Ubicazione delle prove penetrometriche e delle prove geofisiche effettuate in fase di PFTE (Anno 2019)

PROVE GEOFISICHE					
PROVA	DATA ESECUZIONE	Coordinate UTM Zone 33 N		V _{Seq} (m/s)	Categoria di Suolo
		E	N		
MASW 1	Maggio 2019	485734.62	4499502.72	392	B
HVSr 1	Maggio 2019	485734.82	4499514.36		
MASW 2	Maggio 2019	486301.99	4499205.18	346	E
HVSr 2	Maggio 2019	486342.40	4499245.21		
MASW3	Maggio 2019	486731.66	4499233.90	324	C
HVSr3	Maggio 2019	486772.46	4499233.64		
MASW 4	Maggio 2019	486785.03	4499182.58	356	E
HVSr 4	Maggio 2019	486860.05	4499194.21		
MASW 5	Maggio 2019	487512.91	4499231.33	375	B
HVSr 5	Maggio 2019	487514.21	4499221.31		
MASW 6	Maggio 2019	488345.08	4499138.21	336	E
HVSr 6	Maggio 2019	488371.20	4499140.49		
MASW 7	Maggio 2019	488662.24	4499128.89	334	E
HVSr 7	Maggio 2019	488691.76	4499117.63		
MASW 8	Maggio 2019	489500.43	4498769.27	313	E
HVSr 8	Maggio 2019	489552.23	4498730.01		
MASW 9	Maggio 2019	490735.33	4498268.41	292	C
HVSr 9	Maggio 2019	490763.21	4498243.31		
MASW 10	Maggio 2019	491798.33	4497771.94	271	C
HVSr 10	Maggio 2019	491796.19	4497775.18		
MASW 11	Maggio 2019	492564.19	4497249.96	267	C

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	36 di 87

PROVE GEOFISICHE

PROVA	DATA ESECUZIONE	Coordinate UTM Zone 33 N		V _{Seq} (m/s)	Categoria di Suolo
		E	N		
HVSR 11	Maggio 2019	492605.71	4497270.21		
MASW 12	Maggio 2019	493462.06	4497125.86	275	C
HVSR 12	Maggio 2019	493514.50	4497089.20		
S-CPTu 1	Aprile 2019	485722.04	4499508.26		
S-CPTu 2	Aprile 2019	486325.52	4499239.04		
S-CPTu 3	Aprile 2019	486715.57	4499235.95		
S-CPTu 4	Aprile 2019	486875.43	4499195.25		
S-CPTu 5	Aprile 2019	487502.51	4499224.34		
S-CPTu 6	Aprile 2019	488675.96	4499129.88		
S-CPTu 7	Aprile 2019	489263.02	4498867.88		
S-CPTu 8	Aprile 2019	489500.65	4498771.71		
S-CPTu 9	Aprile 2019	490127.12	4498515.47		
S-CPTu 10	Aprile 2019	491182.77	4498032.28		
S-CPTu 11	Aprile 2019	491791.73	4497774.71		
S-CPTu 12	Aprile 2019	493561.42	4497036.39		

5.3 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE ANNI 2000-2002

Le indagini geognostiche disponibili da bibliografia ed eseguite tra il 2000 ed il 2002 comprendono n.17 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT ed installazione di verticali piezometriche, n. 2 prove penetrometriche statiche CPT e n. 1 prova penetrometrica statica sismica SCPT. Esse inoltre comprendono l'esecuzione di n. 2 prove sismiche di tipo down-hole.

In Tabella 5-7 è riportata la profondità dei sondaggi effettuati, la data di esecuzione, la quota e le coordinate UTM Zone 33 N, mentre in Tabella 5-8 è riportata la posizione delle prove penetrometriche e geofisiche effettuate. I risultati delle prove SPT eseguite durante la perforazione dei sondaggi nel 2000 e nel 2002 sono riportati, rispettivamente, in Tabella 5-9 e Tabella 5-10.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	37 di 87

Tabella 5-7 – Ubicazione dei sondaggi disponibili da bibliografia (anni 2000-2002)

SONDAGGI					
ID	PROFONDITA' (m dal p.c.)	DATA ESECUZIONE	Quota (m s.l.m.)	Coordinate UTM Zone 33 N	
				E	N
S1 (2000)	25	Dicembre 2000	10	485517.257	4499590.927
S2 (2000)	25	Dicembre 2000	19	486879.431	4499195.038
S3 (2000)	25	Dicembre 2000	26	488382.018	4499148.887
S4 (2000)	25	Dicembre 2000	24	489514.410	4498759.993
S5 (2000)	25	Dicembre 2000	28	490769.961	4498223.947
S6 (2000)	25	Dicembre 2000	40	492649.621	4497429.128
S1 (pk 62+485)	20	2002	25	489042.068	4498937.441
S1 (pk 62+615)	20	2002	25	489206.759	4498863.878
S1 (pk 63+703)	30	2002	27	490178.9622	4498525.7429
S2 (pk 63+703)	32	2002	27	490163.112	4498464.709
S3 (pk 63+703)	32	2002	27	490146.661	4498400.693
S1 (pk 64+353)	28	2002	28	490750.488	4498172.785
S2 (pk 64+353)	33	2002	28	490764.704	4498206.874
S1 (pk 66+120)	20	2002	38	492379.470	4497502.757
S1 (pk 66+406)	30	2002	40	492665.778	4497421.660
S2 (pk 66+406)	23.5	2002	40	492645.939	4497382.474
S3 (pk 66+406)	28	2002	40	492622.049	4497338.414

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	38 di 87

Tabella 5-8 – Ubicazione delle prove penetrometriche disponibili da bibliografia (anno 2002)

PROVE PENETROMETRICHE E SISMICHE					
PROVA	PROFONDITA' (m dal p.c.)	DATA ESECUZIONE	Quota (m s.l.m.)	Coordinate UTM Zone 33 N	
				E	N
CPT 1 (pk 63+703)	17	2002	27	490172.574	4498501.532
CPT 2 (pk 63+703)	17	2002	27	490154.484	4498431.133
SCPT 1 (pk 64+353)	21	2002	28	490767.804	4498214.307
S3_DH (pk 63+703)		2002	27	490146.661	4498400.693
S3_DH (pk 66+406)		2002	40	492622.049	4497338.414

Tabella 5-9 – Risultati delle prove SPT eseguite nei sondaggi disponibili da bibliografia (anno 2000)

Profondità Prova (m)	S1 (Nspt)	S2 (Nspt)	S3 (Nspt)	S4 (Nspt)	S5 (Nspt)	S6 (Nspt)
2,3	38					
2,4			5			
2,5				5		
2,7		12			13	11
7		40				
7,1				13		14
7,5	11					
7,9			24			
8,5					8	
12		18		r/13cm		7
12,4					57	
13,1	10					
14			59			
15,1	20					
17,9		27				
18,7					16	
20				r/3cm		14
21	r/4cm		49			

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	39 di 87

Profondità Prova (m)	S1 (Nspt)	S2 (Nspt)	S3 (Nspt)	S4 (Nspt)	S5 (Nspt)	S6 (Nspt)
22					r/5cm	
22,8		29				
23,7						7
24				57		
24,5					60	

Tabella 5-10 – Risultati delle prove SPT eseguite nei sondaggi disponibili da bibliografia (anno 2002)

Profondità Prova (m)	S1 (pk 62+485) (Nspt)	S1 (pk 62+615) (Nspt)	S1 (pk 63+703) (Nspt)	S2 (pk 63+703) (Nspt)	S3 (pk 63+703) (Nspt)	S1 (pk 64+353) (Nspt)	S2 (pk 64+353) (Nspt)
3,2		12					
3,8	8						
4,5					12		
6				21			
7		14					
7,5			21				
8,5					21		
9,2	47						
10,5				10			
12,8			30				
13						46	
16,5					35		r
20,5							42
21						80	
22,9			34				
Profondità Prova (m)	S1 (pk 66+120) (Nspt)	S1 (pk 66+406) (Nspt)	S2 (pk 66+406) (Nspt)	S3 (pk 66+406) (Nspt)			
3,5				16			
4	22						
6,5				17			
6,7			11				
7,3	23						

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	40 di 87

7,5		13		
9,5				32
10,9		38		
12,5			40	
13,5	41			
20			56	

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 41 di 87

6 ASSETTO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO

6.1 ASSETTO STRATIGRAFICO LUNGO IL TRACCIATO

Le stratigrafie bibliografiche disponibili e quelle dei sondaggi realizzati durante la presente fase progettuale hanno consentito l'elaborazione del profilo geologico di riferimento lungo il tracciato del prolungamento della metropolitana. Il profilo viene riportato negli elaborati da NN1X10D69N6GE0001001A a NN1X10D69N6GE0001006A "Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico" e viene descritto in dettaglio nel presente paragrafo.

Partendo dunque dalla progressiva chilometrica di inizio progetto (Stazione Arechi, km 0+000 = km 58+502 della Linea esistente), il tracciato attraversa un'area dominata dalla presenza di depositi sabbiosi pleistocenici appartenenti al Supersistema Battipaglia-Persano (BPb) (descritto nel paragrafo 4.2). In particolare i sondaggi BH1, BH2 e S1 (RFI 2000) individuano abbondanti depositi limosi con variabile componente sabbiosa e localmente ghiaiosa sino a profondità comprese tra i 12 m da p.c. (sondaggio BH1) e 20 m da p.c. (sondaggio BH2), seguiti da ghiaie sino a 30 m da p.c.. Il sondaggio S1 identifica una lente ghiaiosa di spessore decimetrico a 3 m da p.c., il sondaggio BH2 al di sotto delle ghiaie, a 29 m da p.c., intercetta una lente sabbiosa presente sino a fondo foro (30 m da p.c.). In corrispondenza della progressiva chilometrica 0+570 è stata realizzata nel 2019 una prova penetrometrica sismica sino a 17 m di profondità dal p.c. (S-CPTu1). Essa ha evidenziato la presenza di limo e limo sabbioso nei primi 2.2 m investigati, seguiti da 1.2 m di sabbie sovrastanti terreno limoso, il quale raggiunge la profondità di 11.1 m da p.c.. Da 11.1 m di profondità, proseguendo verso la parte terminale della prova, il terreno si presenta caratterizzato da alternanza di sabbia limosa e limo. Proseguendo verso sud si incontrano due sondaggi realizzati nella presente fase progettuale (BH3 e BH4) a completare le informazioni stratigrafiche ricavate dalla prova S-CPTU2 (anno 2019) e dal pozzo 174478, localizzato approssimativamente a 250 m dalla linea in corrispondenza della p.k. 0+960. In tale tratto della sezione affiorano depositi piroclastici ascrivibili al Sintema Masseria Acqua Santa (MQS) (descritto al paragrafo 4.2). Tale unità nelle tre stratigrafie risulta caratterizzata da depositi limoso argillosi di 1.5 m; sotto ai limi del Sintema Masseria Acqua Santa sono presenti i sedimenti limosi del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb) seguiti in profondità dalle ghiaie già incontrate nei sondaggi BH1, BH2 e S1. Il livello ghiaioso si interrompe prima del sondaggio BH4, nel quale sotto ai livelli limosi, a circa 16 m di profondità da p.c., si trova un livello sabbioso di 9 m di spessore seguito in profondità da un livello di argille molto consistenti. La prova penetrometrica S-CPTU2 situata circa 200 m a sud-ovest del sondaggio BH4 ed eseguita fino alla profondità di 17 m, rileva la presenza di limo argilloso per uno spessore di 5.5 m che poggia su 0.8 m di sabbia limosa, seguito da limo nei successivi 1.9 m, che a sua volta si imposta su uno spessore di 5.5 m di sabbia limosa. Gli ultimi 2.5 m di prova intersecano strati caratterizzati da sabbia ghiaiosa.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	42 di 87

I depositi del Sintema Masseria Acqua Santa proseguono approssimativamente sino alla progressiva 1+760, e sono stati indagati dalla prova penetrometrica sismica eseguita nel 2019 (S-CPTu3) e dai sondaggi S2 (anno 2000), BH5 e BH6. La prova S-CPTU3 è stata eseguita in prossimità della pk 1+625 circa, per una profondità di 13 m da p.c. ed ha individuato, nei primi 6.6 m di profondità, terreno caratterizzato da limo argilloso seguito, lungo tutta la restante verticale investigata, da sabbia ghiaiosa con intercalazioni di sabbia limosa. I sondaggi BH5 e BH6, situati rispettivamente a NE e a SO del nuovo ponte sul Torrente Fuorni, definiscono la presenza di circa 4 m di sabbie limose debolmente ghiaiose appartenenti al Sintema Masseria Acqua Santa, sovrapposte a sabbie e limi appartenenti al Supersintema Battipaglia-Persano (BPb). La componente sabbiosa dei depositi diminuisce spostandosi verso sud lungo il profilo, come si osserva dalla stratigrafia del sondaggio S2 (anno 2000), nel quale al di sotto di circa 1 m di materiali di riporto, si rinvencono circa 6 m di limi seguiti da ghiaie in matrice sabbiosa e limosa sino a 21 m da p.c.. Tali depositi ghiaiosi e sabbiosi hanno ridotta estensione laterale e non si rinvencono nei sondaggi BH5 e BH6, nei quali alle loro quote si trovano depositi limoso sabbiosi. A circa 30 m di profondità nei sondaggi BH5 e BH6 si rinvencono argille e limi argillosi marnosi molto consistenti fino a fondo foro (50 m da piano campagna).

Proseguendo lungo il tracciato la tratta si imposta nuovamente sui depositi del Supersintema Battipaglia-Persano (BPb), indagati dalla prova penetrometrica S-CPTU4 e dai sondaggi BH7 e BH8. La prova penetrometrica S-CPTU4 mostra alternanze, lungo gli 8 m investigati dalla verticale, di limo con presenza di una lente di ghiaia a circa 12 m di profondità, sabbia limosa e sabbia ghiaiosa. La stratigrafia del sondaggio BH7 interessa depositi limoso-sabbiosi sino a 11 m di profondità, quindi si trovano 22 m di ghiaie e sabbie seguiti in profondità dalle argille marnose compatte individuate anche nei sondaggi BH5 e BH6 e presenti fino a fondo foro. Il sondaggio BH8 è posto circa 60 m a est rispetto al sondaggio BH7 (pk 1+780); la successione stratigrafica di quest'ultimi è simile. Esse differiscono per la presenza di depositi superficiali limoso-sabbiosi che, nel sondaggio BH8 raggiungono la profondità di circa 17 m e le lenti ghiaiose e sabbiose sottostanti hanno uno spessore di 14 m e sono deposte sopra alle argille marnose compatte, che arrivano fino a fondo foro e quindi fino a 50 m di profondità da p.c..

Lungo il profilo, a circa 270 m dai sondaggi appena descritti, è stata eseguita la prova penetrometrica CPTU-dpsh14, che interessa i depositi limosi e sabbiosi del Supersintema Battipaglia-Persano (BPb). La prova si è spinta sino a 23 m di profondità da p.c. ed ha individuato, nei primi 12 m di profondità, terreno caratterizzato da limo e limo sabbioso seguito da un livello sabbioso di 2 m di spessore, quindi da 6 m di depositi limosi ed infine da sabbia fino a 23 m di profondità da p.c..

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	43 di 87

Proseguendo lungo il profilo sono ancora presenti in superficie i depositi del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb), indagati dalla prova penetrometrica S-CPTU5 e dai sondaggi BH9-BH10 e S3. La prova penetrometrica, eseguita a circa 50 m a nord-est del sondaggio BH9, si sviluppa lungo la verticale per una profondità di 16 m. Essa identifica circa 12 metri di limo, con intercalazioni di sabbia e ghiaia (tra 0.2 e 0.6 m di profondità), sabbia limosa (tra 5 e 6 m di profondità) e sabbia (tra 10 e 11 m da p.c.). Gli ultimi 5 m di prova sono risultati caratterizzati da limo ghiaioso. Nel sondaggio BH9 oltre un primo spessore di materiale di riporto, è presente un livello ghiaioso-sabbioso di spessore centimetrico, individuato anche nella prova penetrometrica S-CPTU5, il quale poggia su 4 m di depositi limosi deposti sopra a sabbie e ghiaie presenti sino a 20 m di profondità da p.c. Proseguendo in profondità il sondaggio intercetta terreno caratterizzato da materiale sabbioso sino alla massima profondità investigata (30 m), gli stessi identificati alla base della prova penetrometrica CPTU-dpsh14. I depositi ghiaiosi individuati dal sondaggio BH9 sono definiti anche dai successivi sondaggi BH10 e S3 (anno 2000). Le stratigrafie dei sondaggi BH10 e S3 identificano materiali limosi e sabbiosi fino a 8 m di profondità, con un livello ghiaioso tra i 6 e gli 8 m di profondità da p.c. nel sondaggio BH10 che tende a chiudersi in prossimità del sondaggio S3. Sotto ai livelli limosi in entrambi i sondaggi sono presenti i depositi con granulometria grossolana sabbiosa, ghiaiosa e ciottolosa, che hanno spessore metrico (1-5 m) e sono intercalati da livelli decimetrici fini limoso-sabbiosi. Le sabbie e le ghiaie si estendono fino a circa 22 m da p.c. e poggiano su sedimenti limoso-sabbiosi di 3 m di spessore; sotto a questo livello nel sondaggio BH10 sono presenti ciottoli sino a fondo foro (30 m da p.c.).

Proseguendo lungo la tratta, essa si imposta nuovamente sui depositi appartenenti al Sistema Masseria Acqua Santa, tra le pk 3+500 e 4+500. In tali depositi sono state realizzate due prove penetrometriche denominate S-CPTu6 e S-CPTu7, due sondaggi entrambi nominati S1 e tre sondaggi eseguiti durante la fase di Progetto Definitivo (BH11, BH12 e BH13). La prova S-CPTu6 (pk 3+500), raggiunge una profondità di 8 m ed è caratterizzata da argilla limosa intercalata da limo argilloso e sabbia limosa, che poggia su sabbia pulita per uno spessore di 50 cm, che a sua volta è seguita da materiale ghiaioso limoso fino alla massima profondità investigata. La seconda prova, lungo questo intervallo, nominata S-CPTu7, è stata eseguita in corrispondenza della pk 4+170. Essa si estende verticalmente per 6 m ed interseca depositi caratterizzati da sabbia limosa e sabbie argillose molto addensate nei primi due m di profondità, limo argilloso con intercalazioni di sabbie e argilla nei successivi 3.5 m ed un sottile strato di materiale ghiaioso viene determinato negli ultimi 50 cm.

Nei primi 8 m circa delle restanti indagini eseguite nell'intervallo delle pk 3+570 e 4+250 (S1, S1, BH11, BH12 e BH13) sono presenti depositi limosi e sabbiosi appartenenti al Sistema Masseria Acqua Santa; in questi sedimenti è presente una lente ghiaiosa, che si ritrova solo all'interno del sondaggio S1, in prossimità della progressiva 3+990.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	44 di 87

Al di sotto dei sedimenti del Sintema Masseria Acqua Santa nei sondaggi si rinvencono depositi appartenenti al Supersintema Battipaglia-Persano (BPb); questi sono costituiti da livelli sabbiosi e ghiaiosi di spessore metrico (4-6 m) fino a circa 20 m di profondità da p.c.. Sotto alle ghiaie e alle sabbie nel sondaggio BH11 è presente un potente livello (38 m) di limi debolmente argillosi deposti su livelli metrici (1-5 m) sabbiosi e ghiaiosi fino a 50 m di profondità d p.c.. Nel sondaggio BH12 a 21 m di profondità è presente un livello di 5 m di spessore di sabbie fini a laminazione piano-parallela, le stesse sabbie aumentano di spessore lungo il profilo fino al sondaggio BH13, in cui arrivano fino a fondo foro e dunque hanno spessore di almeno 8 m. Sotto alle sabbie laminate il sondaggio BH12 interessa i limi argillosi descritti anche nel sondaggio BH11 e quindi una successione di livelli metrici prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi sino alla massima profondità investigata (50 m).

L'intervallo tra le pk 4+400 e 4+550 è stato indagato dalla prova penetrometrica sismica S-CPTu8, dal sondaggio S4 e dal pozzo per acqua 174580, i quali si impostano su depositi appartenenti al Supersintema Battipaglia-Persano (BPb). La prova S-CPTu8, realizzata nell'intorno della pk 4+410 circa, raggiungendo una profondità di 12 m, intercetta poco più di un m di terreno a grana fine sovraconsolidato, seguito da limo argilloso fino a 5.3 m di profondità dove si inserisce uno strato di un metro di argilla che poggia su materiali principalmente limoso sabbiosi fino a 9 m di profondità. Gli ultimi 1.4 m raggiunti dalla prova penetrometrica mostrano la presenza di un terreno caratterizzato da ghiaia. Il sondaggio S4, al di sotto di uno spessore di 60 cm di materiale di riporto, rivela la presenza di limo argilloso fino a 2.5 m di profondità, seguito da uno spessore di 2.8 m di limo con argilla e da 1.1 m di argilla. Dalla profondità di 6.4 m il terreno investigato dal sondaggio si presenta caratterizzato da limo (per uno spessore di 2.6 m) seguito da ghiaia fino a 12.5 m di profondità che si presenta limosa, per uno spessore di 3 m, e sabbiosa nei restanti 50 cm. Proseguendo lungo la verticale, in prossimità della parte terminale investigata dal sondaggio (da 12.9 a 25 m di profondità), il terreno è caratterizzato da sabbia intervallata da 20 cm di argilla limosa (alla profondità di 17.5 m) e da 4.6 m di ghiaia sabbiosa (alla profondità di 17.7 m). Proseguendo lungo la tratta, il tracciato viene intersecato dal pozzo 174580 che si sviluppa verticalmente per una profondità di 26 m. Al di sotto dei primi 3 m di materiali di riporto, è presente sabbia con argilla (6 m di spessore), ghiaia limosa (4 m di spessore), sabbia (2 m di spessore) e argilla (2 m di spessore). Dalla profondità di 17 m, fino alla massima profondità investigata (26 m), il pozzo definisce la presenza di ghiaia sabbiosa.

Tra le progressive 4+800 e 5+425 la cartografia geologica individua un'area composta da depositi appartenenti ai Travertini di Pontecagnano (TPO); in questa zona sono stati eseguiti i sondaggi S1, S2, S3dh (pk 5+250), le prove penetrometriche CPTU-dpsh15, CPT1, CPT2 e S-CPTu9. Il sondaggio S1, al di sotto di un primo spessore di 1.2 m di materiale di riporto, mostra la presenza di sabbia limosa (per uno spessore di 0.8 m) e argilla limosa (3.5 m di spessore). Questo materiale limoso è intervallato da limo argilloso che si estende per 5.5 m di spessore, il quale poggia su alternanze di argilla limosa e sabbia limosa fino alla profondità di 24 m da p.c.. Gli ultimi 6 m indagati

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	45 di 87

dal sondaggio S1 rilevano materiale caratterizzato da limo e sabbia (0.5 m di spessore) e da travertini negli ultimi 5.5 m. Il terreno investigato dal sondaggio seguente, S2, definisce la presenza di sabbia ghiaiosa (per i primi 2.5 m), limo argilloso (1.5 m di spessore), argilla e limo fino a 6 m di profondità. Proseguendo lungo la verticale, è presente limo argilloso e sabbioso per uno spessore di 3.5 m, seguito da sabbia limosa (1.5 m di spessore) e limo e argilla (per uno spessore di 2.2 m). Dalla profondità di 13.2 m è presente uno spessore di argilla con limo fino 16.1 m da p.c.. Da quest'ultima profondità sono presenti sabbie ghiaiose (per uno spessore di 2.9 m), le quali poggiano su argilla limosa che si estende fino alla profondità di 23.5 m da piano campagna. Gli ultimi 8.5 m investigati sono caratterizzati da uno spessore di 3.5 m di sabbia con inclusioni di clasti calcarei, 3 m di travertini ed infine sabbia e ghiaia per gli ultimi 2 m. L'ultimo sondaggio eseguito in quest'area (S3dh) mostra la presenza di un primo spessore di ghiaia, 1.2 m, seguito da limo sabbioso (1.3 m di spessore), limo e argilla per 2 m di spessore, limo sabbioso e argilloso (per uno spessore di 3.5m) e sabbia argillosa e limosa fino a 10 m da p.c.. Da quest'ultima profondità, il terreno presenta depositi caratterizzati da limo sabbioso e argillosa per 2.5 m, che poggia su uno spessore di ghiaia ed uno di sabbia, entrambi spessi 1 m. Proseguendo in profondità, è presente argilla limosa per uno spessore di 1.5 m, sabbia e limo (1 m di spessore) ed infine sabbia e ghiaia fino a 19.5 m da p.c.. Da quest'ultima profondità sono presenti argilla e limo fino 23.5 m, seguiti da 1 m di sabbia e ghiaia. Gli ultimi 7.5 m investigati dal sondaggio sono caratterizzati da 5.5 m di travertino e 2 m di sabbia. Le prove statiche e dinamiche CPTU-dpsh15 (pk 4+870) hanno esplorato il sottosuolo fino a 17 m di profondità. Nei primi 13 m sono presenti argille, da 13 a 14 m di profondità è presente un livello sabbioso-limoso seguito da argille e quindi a 16.5 m di profondità da sabbie. La prova penetrometrica statica CPT2 (pk 05+230) ha determinato le caratteristiche del terreno fino a 17 m di profondità. I primi 2 m sono caratterizzati da materiale sabbioso, poggiante su materiale limoso argilloso fino a circa 13 m da p.c., intervallati da uno strato di sabbia tra la profondità di 13 m a 14.5 m da p.c.. Proseguendo in profondità è presente nuovamente materiale limoso argilloso che poggia su uno strato di 1 m di materiale ghiaioso. La seconda prova penetrometrica lungo questo intervallo (CPT1) mostra intervalli metrici di materiali limosi sabbiosi e limosi argillosi fino a 10 m da p.c.. Da quest'ultima profondità sono presenti 2 m di terreno caratterizzato da ghiaia che poggia su 1.5 m di materiale sabbioso, che a sua volta è seguito da terreno limoso argilloso fino alla massima profondità investigata. La prova S-CPTu9, eseguita in corrispondenza della pk 5+090, ha permesso di investigare il terreno sino alla profondità di 17 m, definendo un primo strato di terreno a grana fine sovraconsolidato per uno spessore di circa 2 m, seguito da intervalli di argilla limosa e limo argilloso fino a 12 m di profondità. Questi intervalli sono seguiti da sabbia limosa (fino a circa 13 m di profondità) che poggiano, nuovamente, su argilla limosa e limo argilloso (presenti in questo tratto per uno spessore di quasi 2 m). La parte terminale della prova, 1.2 m di spessore, interagisce con materiale sabbioso-ghiaioso.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	46 di 87

Tra le progressive 5+420 e 5+725 in carta è individuata la presenza di depositi facenti parte del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb). Le indagini di riferimento sono le prove penetrometriche CPT1 e la SCPT1 che intercettano un livello superficiale di argille e limi fino a circa 15 m di profondità da p.c. sopra 6 m di sabbia e 10 m di sabbie e ghiaie.

La tratta tra le progressive 5+725 e 6+850 è dominata dalla Formazione dei Travertini di Pontecagnano ed è stata investigata dai sondaggi S1 e S2 (derivanti dalla campagna indagini del 2002 alla p.k. 05+850), S5 (indagine eseguita nel 2000), BH14, BH15, BH16 e BH17 (realizzati per la presente fase progettuale), dalle prove penetrometriche SCPT1, S-CPTu10 e CPTU16. La prova SCPT1, eseguita in corrispondenza della progressiva 5+725 circa, al di sotto di materiale di riporto, determina la presenza di materiale limoso fino a 12 m di profondità, seguito da sabbia per uno spessore di circa 7 m, che a sua volta poggia su materiale ghiaioso sabbioso che si protrae fino alla massima profondità investigata; sotto il primo metro di terreno facente parte dei travertini di Pontecagnano, l'intera indagine è stata eseguita su depositi facenti parte del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb). Nel sondaggio BH14 sotto a 3.5 m di limi argillosi si incontra 1 m di sabbia limosa deposta sopra a livelli di limi e argille, che arrivano fino a 11.5 m dal piano campagna. Sotto alle argille si trova un livello di 3 m di sabbie sopra a livelli sabbioso limosi; a 22 m da p.c. è presente un livello sabbioso-ghiaioso spesso circa 5 m sopra a sabbie limose fino a fondo foro (50 m da p.c.). La stratigrafia del sondaggio S1 (pk 5+830 circa) è molto simile a quella del sondaggio BH14, però in superficie sono presenti 3 m di terreno vegetale e a 20 m di profondità da p.c. invece del livello di sabbie e ghiaie presenti nel sondaggio BH14 si incontra un livello di sabbia ghiaiosa. Nel sondaggio S2, situato nell'intorno della pk 5+850, a differenza delle due stratigrafie appena descritte, il livello di sabbia a circa 13 m da p.c. ha spessore più ridotto (1.3 m), al di sotto di tale livello sono presenti depositi ghiaiosi di spessore metrico (2.5 m) sopra alle sabbie appartenenti al Supersistema Battipaglia-Persano (BPb), che si trovano fino ai 33 m di profondità investigati dal sondaggio.

Il sondaggio BH15, ubicato a circa 40 m di distanza lungo il profilo dal sondaggio S2, sotto al materiale di riporto e al terreno vegetale, di spessore complessivo di 1.5 m, attraversa 4 m di limi sabbiosi e quindi 5 m di limi argillosi contenenti una lente ghiaiosa spessa 1 m e non individuata nelle stratigrafie dei sondaggi vicini. Sotto alla ghiaia sono presenti 4 m di depositi sabbiosi presenti anche nelle stratigrafie vicine precedentemente descritte, poste sopra a 5 m di argille limose e a 1 m di ghiaie alla base dei travertini di Pontecagnano; al letto di questa unità sono presenti le sabbie descritte anche nei sondaggi BH14 e S1, che arrivano fino ai 25 m di fondo foro.

In prossimità della pk 5+900 è stato eseguito il sondaggio S5, che ha rivelato la presenza, al di sotto di materiale di riporto, di terreno caratterizzato da limo sabbioso (dalla profondità di 1.3 m a 6.4 m da p.c.) e limo argilloso (da 6.4 a 9 m da p.c.). Proseguendo lungo la verticale, da quest'ultima profondità, è presente uno spessore di 1 m di ghiaia,

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	47 di 87

seguito da limo argilloso (fino a 12.4 da p.c.) e da sabbia sino a 16.3 m di profondità. Gli ultimi 8.7 m indagati dal sondaggio S5 sono caratterizzati da argilla limosa (per uno spessore di 4.5 m) e ghiaia con sabbia (per 1.4 m di spessore) e da sabbia fino alla massima profondità investigata di 25 m.

In prossimità della pk 6+120 e della Stazione S. Antonio sono stati eseguiti per il presente progetto i sondaggi BH16 e BH15, rispettivamente a NE e a SO del fosso Frestola. Nel sondaggio BH16 sotto a 1 m di materiale di riporto si trovano depositi di limo argilloso e sabbioso fino a 20 m di profondità da p.c., alla base di questi è presente una lente di ciottoli e sabbie limose, che non è presente nel sondaggio BH15. Proseguendo in profondità si incontrano sabbie fino a circa 31 m di profondità da p.c. e quindi un livello di ciottoli e sabbia di circa 2.5 m di spessore, individuato anche nel sondaggio BH15 con spessore minore (1 m); alla base di questo livello si trovano sabbie limose e limi sabbiosi di 3 m di spessore e infine limi argillosi fino a fondo foro (40 m da p.c.). La stratigrafia del sondaggio BH15 è molto simile a quella del sondaggio BH16 appena descritta, con la differenza che in superficie sono presenti 1.5 m di terreno vegetale e che i livelli limosi dei travertini di Pontecagnano sono alternati a livelli di sabbia limosa di spessore metrico (1-4 m) e che alla base di questi è presente un sottile livello ghiaioso come nei sondaggi S2 e S5.

Il sondaggio BH17 è costituito come il BH16 e il BH15 da livelli limoso-argillosi e sabbiosi nei primi 23 m sotto il p.c., alla base si trova un sottile livello di 50 cm di limo ghiaioso sotto il quale sono presenti sabbie e sabbie limose fino alla massima profondità investigata (30 m da p.c.).

La prova SCPTu10, eseguita in prossimità della pk 6+325, determina la presenza di materiale limoso per uno spessore di 4.6 m, intercalato da una sottile lente di sabbia tra 2.7 m e 2.9 m da p.c.. Proseguendo lungo la verticale, fino alla massima profondità indagata dalla prova (20 m), sono presenti alternanze metriche di materiale sabbioso e limoso. La prova penetrometrica statica CPTU16, eseguita in prossimità della pk 6+630, si è spinta fino a 15 m di profondità da p.c.. I primi 9.5 m da p.c. interessano depositi fini limoso argillosi, sotto i quali si trova una lente di spessore di 2.5 m di ghiaia limosa; alla base del livello ghiaioso ricompaiono i depositi fini limoso-argillosi fino a 14 m da p.c. dove si osserva un livello ghiaioso fino alla base della prova, questo livello è stato attribuito ad una lente del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb).

In corrispondenza del ponte ad arco alla pk 6+860, si evidenzia il passaggio dai travertini di Pontecagnano ai sedimenti del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb); questi depositi sono presenti alla pk 6+900. In tale tratto del profilo sono a disposizione i sondaggi S1, S2pz, S3, S6, eseguiti nel 2002 e i sondaggi BH19, BH20 e BH21 realizzati per il presente progetto insieme alla prova penetrometrica S-CPTu11. Il sondaggio BH19 è stato eseguito sulla sponda sinistra del Torrente Asa ed è stato spinto fino a 50 m di profondità da p.c.. La stratigrafia individua sotto ai 6 m circa di materiale di riporto, la presenza di 2.5 m di sabbie limose alla base delle quali si osserva un

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	48 di 87

livello decimetrico di sabbie e ghiaie; sotto a questa lente il sondaggio interessa depositi di sabbie limose, che arrivano fino a 33 m di profondità da p.c. e nelle quali è presente un livello di limo argilloso (tra 15 e 17.5 m da p.c.) e uno di ghiaia sabbiosa (tra 26 e 28 m da p.c.). Proseguendo in profondità sono presenti sedimenti di limo sabbioso e argilloso fino a fondo foro. La prova penetrometrica S-CPTU11 si trova lungo il profilo a circa 1 km dal sondaggio BH19 e interessa livelli di sabbia limosa e argillosa per i primi 7 m di profondità, da argilla limosa per i successivi 5 m e da sabbia nell'ultimo metro investigato. Il sondaggio BH20 interessa limi fino a 10 m di profondità da p.c. deposti sopra un livello argilloso-limoso di circa 6 m di spessore; sotto a questi sedimenti a granulometria fine si trovano sabbie e sabbie con ghiaie fino a 20.5 m di profondità, infine sono presenti due livelli metrici di argille limose intercalate a un livello che coincide con una lente di sabbia. Il sondaggio S1, posto a circa 10 m dal sondaggio BH20, alla p.k. 7+625, individua una predominanza di materiali limoso argilloso sino a 16 m da p.c., seguiti da materiali più grossolani sino ai 20 m da p.c.. I restanti sondaggi (BH22_dh, BH21, S1, S2pz, S6), eseguiti presso la p.k. 7+850, evidenziano predominanza di limi sabbiosi e argilloso sino a circa 10 m da p.c., seguiti da un livello più marcatamente sabbioso-ghiaioso sino a 14-17 m da p.c., seguiti nuovamente da materiali argilloso limosi con intercalazioni più sabbiose sino alle massime profondità investigate di 25-30 m da p.c.. Nel sondaggio BH21, spinto sino a 50 m di profondità da p.c., i sedimenti argilloso limosi si trovano fino a fondo foro, intercalati da un livello di 2 m di spessore (tra 28 e 30 m di profondità) di ghiaie e sabbie.

Tra le progressive 8+300 e 9+055 sono presenti ghiaie sabbiose, le sabbie e le peliti sabbiose del Supersistema Battipaglia-Persano (BP_a) indagati dai sondaggi BH23, BH24 e BH25 e dalla prova penetrometrica e S-CPTu12. Tutti e tre i sondaggi si spingono fino a 30 m di profondità da p.c. e tutti intercettano limi argilloso e sabbiosi; l'unica eccezione è data dalla presenza di due livelli di argilla limosa nel sondaggio BH23 (tra 14 e 16 m e tra 18 e 23.5 m da p.c.) e un sottile livello di argilla limosa nel sondaggio BH24 (tra 10 e 11 m di profondità). La prova penetrometrica S-CPTu12 è stata eseguita alla pk 08+850. Essa è caratterizzata, nella prima metà investigata, da limo e sabbia limosa e nella seconda metà da limo argilloso con intercalazioni di sabbia, che probabilmente fanno parte di una sottile lente non individuata nei sondaggi vicini (BH24 e BH25).

6.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO

La campagna indagini condotta nel 2020, durante la quale sono state installate verticali piezometriche, ha fornito dati omogeneamente distribuiti lungo tutta la linea in progetto al fine di effettuare una ricostruzione dell'andamento della superficie di falda ad integrazione dei dati bibliografici presi in considerazione. Inoltre, le prove di permeabilità di tipo "Lefranc" eseguite nei fori di sondaggio hanno fornito dati per la ricostruzione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

6.2.1 Permeabilità dei terreni

I terreni affioranti presentano differente grado di permeabilità dovuta essenzialmente alla differente porosità dei depositi alluvionali posti a sud del tracciato, ove prevalgono sabbie e ciottoli con permeabilità medio-alta mentre a nord si osservano alternanze di sabbie, limi-argillosi ed argille con permeabilità medio-bassa.

Durante la perforazione dei sondaggi eseguiti per il Progetto Definitivo (anno 2020) sono state realizzate diverse prove di permeabilità per valutare la conducibilità idraulica dei depositi presenti lungo il profilo:

- Le prove eseguite nei materiali appartenenti al Supersistema Battipaglia-Persano hanno restituito valori di conducibilità idraulica compresi tra $8.68 \cdot 10^{-6}$ e $5.60 \cdot 10^{-8}$ m/s, dunque, corrispondenti ad una permeabilità da medio-bassa a bassa;
- Le prove Lefranc eseguite nei depositi sabbiosi del Supersistema Battipaglia-Persano, che si trovano in prevalenza nell'area meridionale del tracciato, hanno restituito valori di conducibilità idraulica tra $1.14 \cdot 10^{-5}$ e $1.20 \cdot 10^{-7}$ m/s, corrispondenti ad una permeabilità da media a medio-bassa, mentre le lenti ghiaiose hanno restituito valori di conducibilità idraulica maggiori, tra $1.07 \cdot 10^{-5}$ e $2.75 \cdot 10^{-6}$ m/s, corrispondenti ad una permeabilità media;
- Le prove eseguite nei travertini di Pontecagnano hanno restituito valori di conducibilità tra $1.32 \cdot 10^{-5}$ e $1.07 \cdot 10^{-7}$ m/s, corrispondenti ad una permeabilità media e medio-bassa;
- Infine, all'interno del Sistema Masseria Acqua Santa sono presenti sia depositi fini limoso-argillosi a bassa conducibilità, sia depositi ghiaiosi e sabbiosi con conducibilità idraulica più elevata, per i quali i valori di k variano da $1.46 \cdot 10^{-4}$ a $2.17 \cdot 10^{-7}$ m/s.

L'insieme dei risultati delle prove di permeabilità realizzate, elencate nella seguente Tabella 6-1, ha fornito valori di permeabilità compresi tra $5.6 \cdot 10^{-8}$ m/s e $1.46 \cdot 10^{-4}$ m/s, con un valore medio di $8.22 \cdot 10^{-6}$ m/s. In generale, si tratta di valori di permeabilità medio-bassi.

Tabella 6-1 – Risultati delle prove Lefranc realizzate nel corso delle indagini di PD in funzione dell'unità geologica

ID sondaggio	ID prova	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione geologica
BH1	Lefranc 1	3,35	2,76E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH1	Lefranc 2	8,75	1,14E-05	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH2	Lefranc 1	2,75	1,37E-05	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH2	Lefranc 2	8,75	6,21E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH3	Lefranc 1	2,8	1,33E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	50 di 87

ID sondaggio	ID prova	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione geologica
BH3	Lefranc 1	7,1	5,60E-08	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH4	Lefranc 1	3	1,54E-07	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH4	Lefranc 2	9,25	1,02E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH5	Lefranc 1	5,75	1,34E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH5	Lefranc 2	10,25	2,67E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH7	Lefranc 1	4,25	7,07E-08	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH7	Lefranc 2	6,25	5,62E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH8	Lefranc 1	3	1,23E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH8	Lefranc 2	9,65	1,33E-05	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH9	Lefranc 1	3,25	1,79E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH9	Lefranc 2	4,75	8,16E-07	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH10	Lefranc 1	3,25	7,92E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH10	Lefranc 2	8,75	1,07E-05	a carico costante	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH11	Lefranc 1	5,75	4,17E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH11	Lefranc 2	20,75	1,66E-05	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH13	Lefranc 1	2,75	2,17E-07	a carico variabile	ghiaie e sabbie fluviali
BH13	Lefranc 2	8,75	1,46E-04	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH14	Lefranc 1	3,25	1,32E-05	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH14	Lefranc 2	6,25	7,79E-06	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH15	Lefranc 1	4,75	9,13E-07	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH15	Lefranc 2	10,25	1,46E-06	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH16	Lefranc 1	3,5	9,06E-07	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH16	Lefranc 2	8,5	1,07E-07	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH17	Lefranc 1	4	2,44E-06	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH17	Lefranc 2	7,5	3,96E-06	a carico variabile	travertini di Pontecagnano
BH19	Lefranc 1	4,5	2,75E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH19	Lefranc 2	20	2,32E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH20	Lefranc 1	2,75	8,82E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH20	Lefranc 2	8,75	5,36E-06	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH21	Lefranc 1	4,5	1,20E-07	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH21	Lefranc 2	19,5	9,90E-08	a carico variabile	complessi ghiaioso-sabbiosi
BH23	Lefranc 1	2,6	3,03E-06	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti
BH23	Lefranc 2	8,6	4,82E-06	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti
BH24	Lefranc 1	3	4,37E-06	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti
BH24	Lefranc 2	7	9,99E-07	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	51 di 87

ID sondaggio	ID prova	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione geologica
BH25	<i>Lefranc 1</i>	2,75	3,72E-07	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti
BH25	<i>Lefranc 2</i>	5,6	8,68E-06	a carico variabile	alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti

Nella seguente Figura 6-1 si riportano in forma grafica i risultati della sovrastante Tabella 5-1, plottata in funzione della profondità media di esecuzione delle prove di permeabilità.

In Figura 6-2 gli stessi dati vengono rappresentati in serie in funzione dell'unità geologica di appartenenza, indicando inoltre, per ciascuna unità geologica, il valore medio di permeabilità ottenuto eseguendo la media geometrica dei valori disponibili. Si segnala che la maggior parte delle prove realizzate interessano i complessi ghiaioso-sabbiosi, seguite da n. 8 prove nei travertini di Pontecagnano, n. 6 prove in depositi caratterizzati da alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti e n. 3 prove in ghiaie e sabbie fluviali.

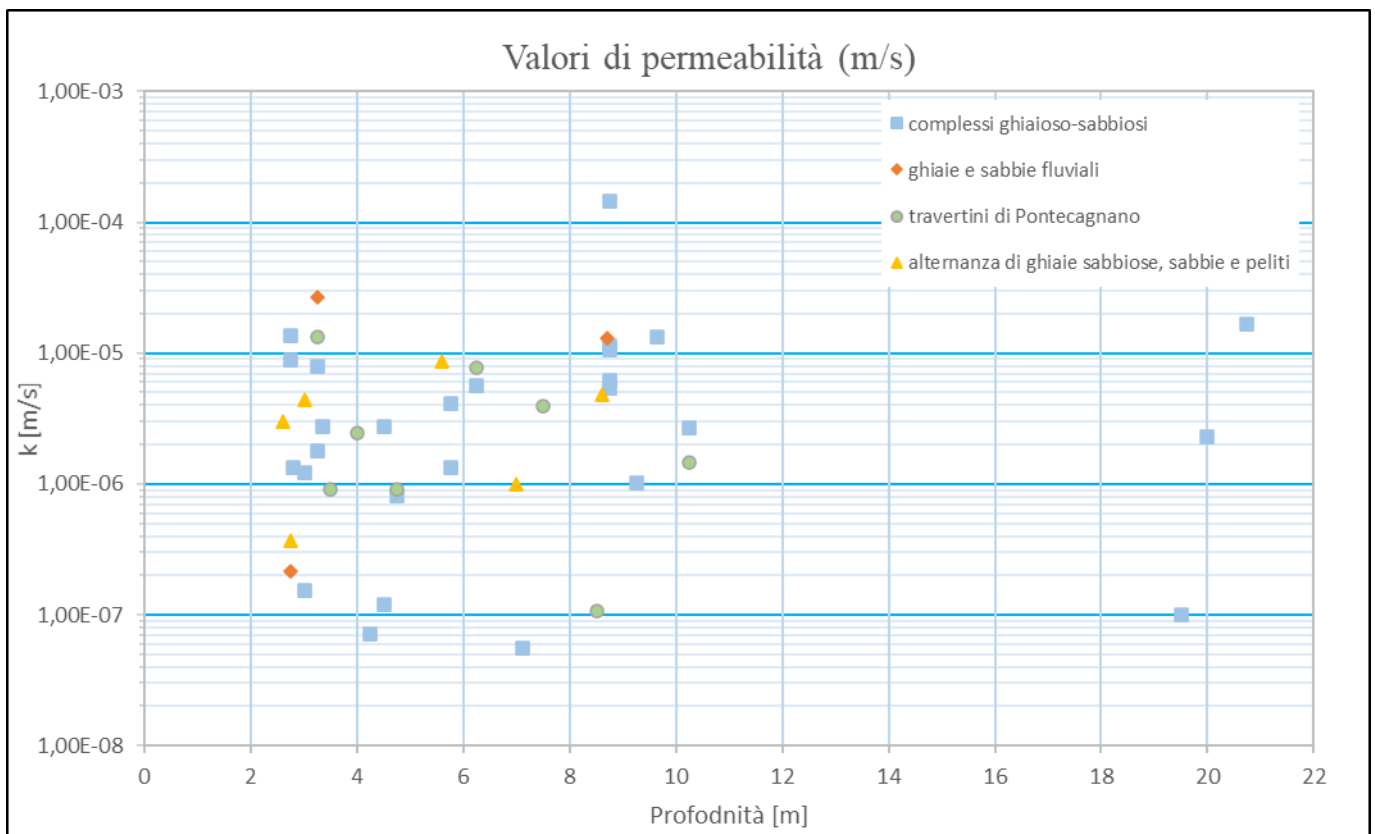


Figura 6-1 – Grafico relativo ai valori di permeabilità determinati da prove Lefranc in funzione delle unità geologiche

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	52 di 87

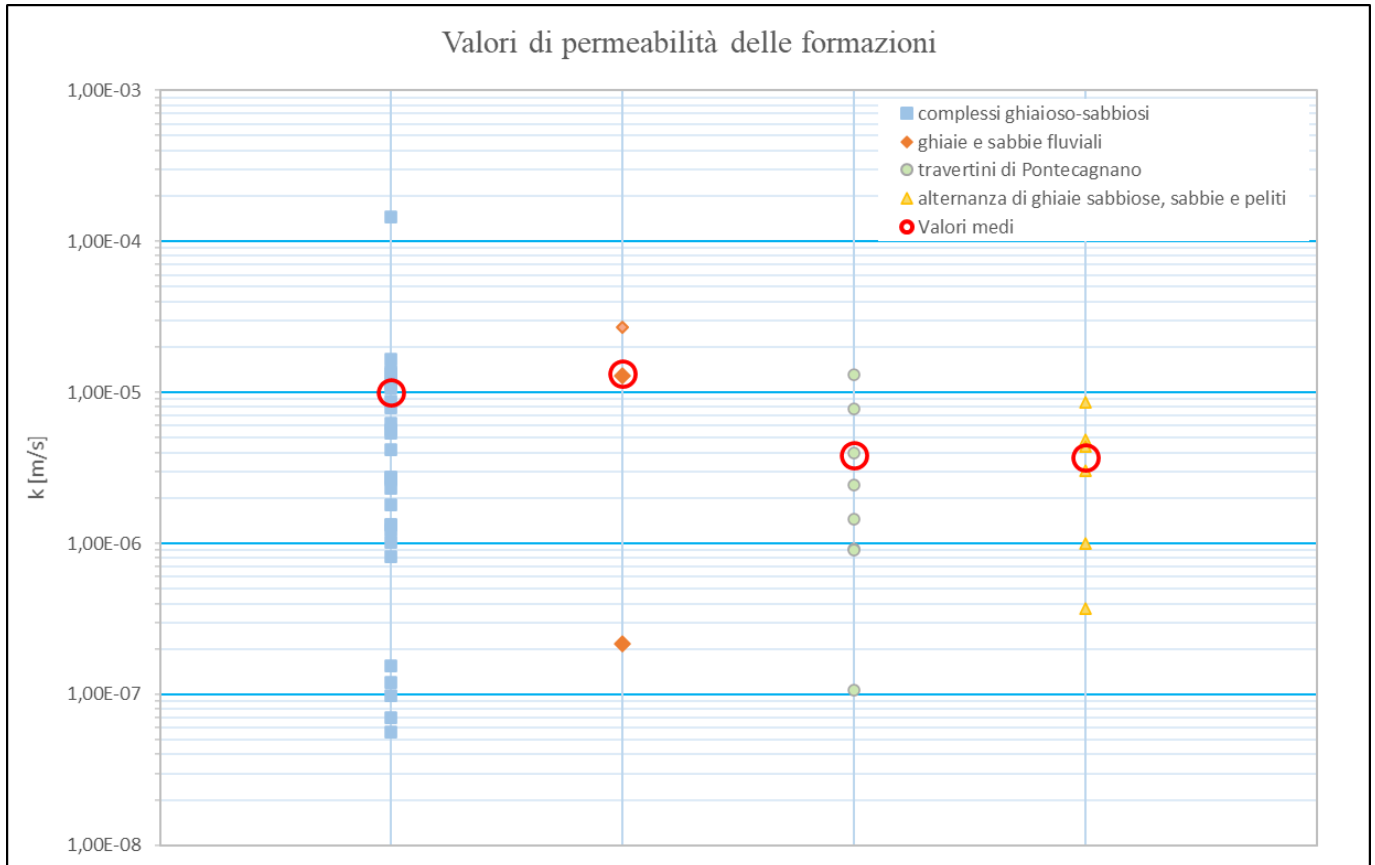


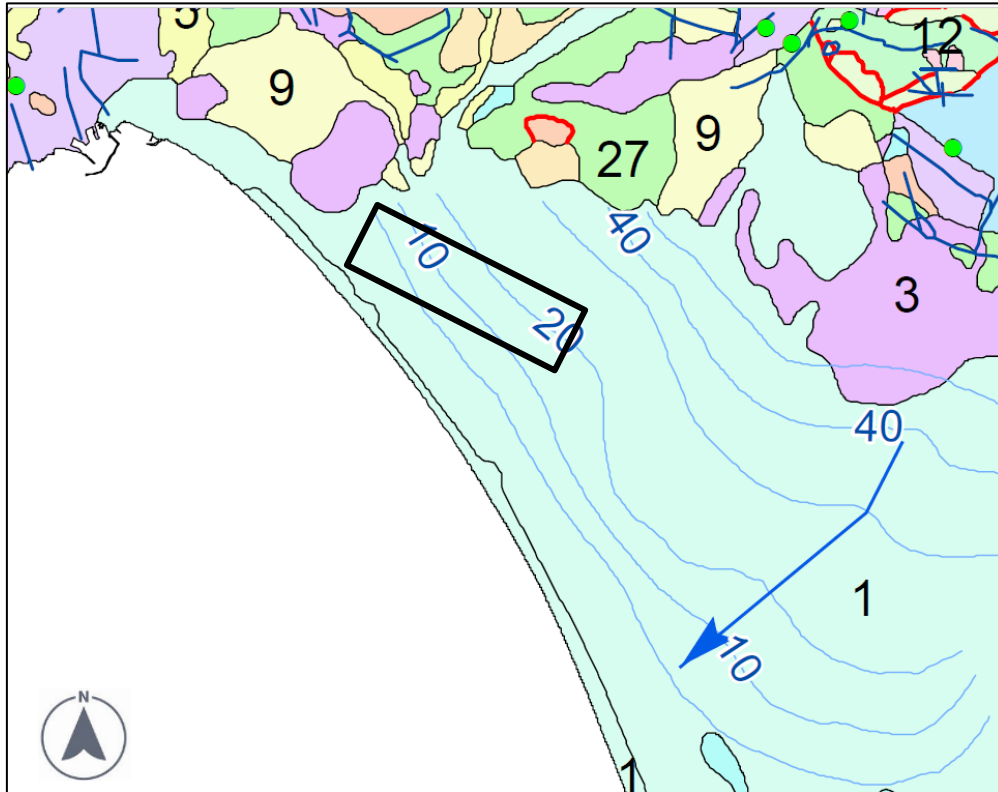
Figura 6-2 – Grafico relativo ai valori di permeabilità determinati da prove Lefranc

6.2.2 Ricostruzione dell'andamento della falda

Per quanto riguarda la direzione del flusso della falda si fa riferimento alla cartografia pubblicata dalla Regione Campania, in particolare alla Carta dei complessi idrogeologici contenuta nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania (Figura 6-3), redatto in attuazione dell'art. 44 del D.L.vo n. 152/99 e s.m.i., ed adottato con Delibera di G.R. n. 1220 del 6 luglio 2007. Tale cartografia evidenzia, nell'area attraversata dalla linea ferroviaria in progetto, un flusso di falda perpendicolare alla linea di costa, e dunque diretto principalmente da NE a SO. Le isopieze riportate nella cartografia idrogeologica elaborata a supporto del presente studio sono dunque state ricostruite sulla base della cartografia sopra citata, integrandola con i dati piezometrici restituiti dal monitoraggio piezometrico eseguito tra i mesi di marzo e maggio 2020. Le isopieze riportate nella cartografia regionale individuano la falda, lungo la tratta, a quote variabili tra circa +0 m s.l.m. e +30 m s.l.m.; considerando quindi che la quota del terreno lungo la linea varia tra la +7 ad inizio tratta e la +45 m s.l.m. a fine tratta, la falda risulterebbe a profondità variabili tra 7 e 15 m da p.c..

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	53 di 87



• Sorgenti potabili	12. Complesso delle successioni pelitico-calcaree
— Piezometriche	13. Complesso calcarenitico-mamoso di transizione
→ Assi di drenaggio	14. Complesso calcareo dell'Unità' Matese-Monte Maggiore e Monte Alpi
Complessi Idrogeologici	15. Complesso calcareo delle Unità' del M.te Marzano e M.ti della Maddalena
1. Complesso alluvionale-costiero	16. Complesso dolomitico dell'Unità' Monti della Maddalena e Monte Foraporta
2. Complesso lacustre	17. Complesso calcareo dell'Unità' Picentino-Taburno
3. Complesso dei depositi epiclastici continentali	18. Complesso dolomitico-mamoso dell'Unità' Picentino-Taburno
4. Complesso dei travertini	19. Complesso calcareo dell'Unità' Alburno-Cervati-Pollino
5. Complesso delle piroclastiti da caduta	20. Complesso calcareo dell'Unità' Bulgheria-Verbicaro
6. Complesso delle piroclastiti da flusso	21. Complesso dolomitico dell'Unità' Bulgheria-Verbicaro
7. Complesso delle lave	23. Complesso silico-mamoso delle Unità' Lagonegresi I e II
8. Complesso sabbioso-conglomeratico	24. Complesso dei calcari con selce delle Unità' Lagonegresi I e II
9. Complesso molassico	25. Complesso calcareo-mamoso delle Unità' molisane
10. Complesso arenaceo-conglomeratico	26. Complesso calcareo-argillitico dell'Unità' Nord-calabrese
11. Complesso delle successioni arenaceo-calcareo-pelitiche	27. Complesso argilloso-calcareo delle Unità' Sicilidi
	99. Corpi Idrici

Figura 6-3 – Stralcio, non in scala, della Carta dei Complessi idrogeologici (Regione Campania, anno 2008, scala originale 1: 50.000). Il rettangolo nero localizza l'area di progetto.


Come accennato le campagne di misura di soggiacenza effettuate ed attualmente disponibili si riferiscono ai mesi di marzo, aprile, maggio e giugno 2020, e forniscono i dati riportati in Tabella 6-2.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	54 di 87

Tabella 6-2 - Misure di soggiacenza della falda (marzo - giugno 2020).

DATI PIEZOMETRICI										
Sondaggio	Tipo di piezometro	Tratto fenestrato (m da p.c.)	Sogg. Falda fine perforazione (m da p.c.)	Sogg. 12/03/20 (m da p.c.)	Sogg. 24/03/20 (m da p.c.)	Sogg. 21/04/20 (m da p.c.)	Sogg. 14/05/20 (m da p.c.)	Sogg. 09/06/20 (m da p.c.)	Sogg. 30/06/20 (m da p.c.)	Sogg. 15/07/20 (m da p.c.)
BH1	T.A	1.00-12.00	3.0	-	-	3.0	3.0	3.05	3.08	3.10
BH2	T.A	1.00-16.00	8.7	-	-	8.76	8.75	8.85	8.89	8.96
BH3	T.A	3.00-14.50	7.6	7.60	-	7.43	7.77	7.54	7.62	7.67
BH4	T.A	2.50-12.00	7.4	7.60	-	7.45	7.44	7.29	7.36	7.40
BH5	T.A	3.00-22.00	2.8	-	-	-	7.45	7.50	7.59	7.62
BH7	T.A	3.00-21.5	5.8	9.13	-	9.50	9.87	9.65	9.72	9.76
BH9	T.A	3.00-30.00	11.7	11.70	-	12.20	12.30	12.12	12.15	12.18
BH10	T.A	3.00-30.00	14.3	13.70	-	14.20	14.40	14.17	14.18	14.21
BH11	T.A	0.5-20.00	7.0	-	9.72	10.20	10.25	10.10	10.15	10.19
BH14	T.A	1.0-12.00	2.9	2.15	-	2.67	2.74	2.94	2.96	3.00
BH15	T.A	18.00-35.00	5.8	5.10	-	5.65	5.69	5.60	5.61	5.65
BH15bis	Casagrande		-	2.45	-	2.60	2.80	2.80	2.82	2.85
BH17	T.A	12.00-28.00	2.9	7.20	-	7.44	7.58	7.61	7.63	7.66
BH18	T.A.	3.00-22.00	8.04	-	-	-	8.04	7.92	7.95	7.99
BH20	T.A	1.50-12.50	8.70	-	-	11.90	6.68	3.38	3.45	3.45
BH21	T.A	4.00-33.00	7.73	6.70	-	7.09	7.12	7.40	7.45	7.51
BH25	T.A	3.00-15.50	6.00	5.40	-	5.51	5.54	5.35	5.36	5.41
BH26	T.A	1.00-15.50	5.10	-	-	-	4.90	4.80	4.83	4.86

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 55 di 87

I valori di soggiacenza della falda mostrano un trend di abbassamento della quota di falda tra i mesi di marzo e aprile di 0.2 – 0.5 m, con abbassamenti massimi registrati nei piezometri BH9, BH10, BH14 e BH15. Questo trend tende a ripetersi tra i mesi di aprile e maggio, con leggerissime variazioni comprese tra 0.05 e 0.30 m, ad eccezione del piezometro BH20 in cui il livello di falda tende a risalire nel mese di maggio sino a 6.68 m da p.c. (Tabella 5-2). Nel mese successivo sono state eseguite due misure, il 9 ed il 30 giugno, con valori pressoché costanti tra loro con variazioni comprese fra 0.03 e 0.09 m, variazioni evidenziate anche dalle misure del 15 luglio, con un aumento dei valori di soggiacenza di pochi centimetri. I valori di soggiacenza della falda determinano un trend, tra maggio e giugno, di innalzamento della quota di falda di 0.05-0.3 m, con innalzamenti massimi registrati nel piezometro BH20 di 3.3 m, mentre a partire da giugno la quota di falda tende a stabilizzarsi e a decrescere lentamente.

6.2.3 Potenziale interazione tra la falda e la rete idrografica superficiale

L'elemento idrografico più significativo dell'area in esame è rappresentato nel settore occidentale dal corso del fiume Picentino; il sondaggio più prossimo a tale area è il BH11, realizzato per la presente fase progettuale, secondo il quale la falda si attesta a circa 10.0 m da p.c., dunque poco al di sotto dell'alveo del fiume stesso, che si prevede possa alimentare la falda. In seguito, la rete idrica risulta scarsamente sviluppata se non per la presenza di soli fossi di drenaggio dei terreni agrari. Successivamente la tratta è attraversata dall'asta idrica del torrente Asa; sulla base dei dati piezometrici a disposizione, in particolare riferiti al sondaggio BH19 del 2020, la falda è localizzata presso il torrente Asa a circa 11.9 m da p.c., dunque al di sotto della quota dell'alveo di quest'ultimo. Si prevede, comunque, un'interazione tra la falda e tale elemento. Infine, anche per quanto concerne il Fosso Diavoloni, la falda risulta interferente con il fosso. L'interazione tra i corsi d'acqua e la falda risulta ad ogni modo influenzata dalla parziale impermeabilizzazione degli alvei degli elementi idrografici, dato il contesto urbano nel quale essi sono inseriti presso la linea in progetto.

6.2.4 Potenziale interazione tra le opere e pozzi esistenti

E' stato consultato il Piano Urbanistico Comunale del Comune di Pontecagnano Faiano, nonché la cartografia del Geoportale della provincia di Salerno ed il database ISPRA delle indagini del sottosuolo al fine di valutare eventuali interferenze tra le opere e le fasce di rispetto di pozzi ad uso idropotabile e irriguo.

Non risulta attualmente disponibile una cartografia tematica riportante i pozzi ad uso idropotabile ed irriguo con relative fasce di rispetto prodotta in sede di PUC di Pontecagnano, mentre il database ISPRA riporta un solo pozzo nella fascia cartografata dal presente studio (pozzo 174478), il quale ad ogni modo risulta ubicato ad oltre 200 metri dalla linea ferroviaria.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 56 di 87

7 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO

Per quanto concerne i rischi di natura geologico-geomorfologica è stata analizzata la cartografia tematica resa disponibile dall’Autorità di Bacino Regionale Campania sud ed interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele. Si fa riferimento in particolare al “Testo Unico coordinato delle norme di attuazione dei PSAI Relativi ai bacini idrografici regionali in destra e in sinistra Sele ed interregionale del fiume Sele” (2016) ed alla relativa cartografia di Pericolosità e Rischio. In particolare, si riporta l’Articolo 1 del sopra citato testo, che definisce i contenuti del PSAI:

“1- I Piani per l’Assetto Idrogeologico relativamente ai bacini idrografici regionali in Destra, in Sinistra Sele e al Bacino Interregionale del Sele costituiscono Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi della vigente normativa in materia di difesa del suolo e hanno valore di Piano territoriale di Settore. I Piani Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (di seguito denominati PSAI) rappresentano lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d’uso del suolo e gli interventi riguardanti l’assetto idrogeologico dei bacini idrografici regionali in Destra Sele, Sinistra Sele ed Interregionale del fiume Sele.”

Si cita inoltre il titolo IV che definisce le aree a pericolosità da moderata (P1) a elevata (P4):

“TITOLO IV — AREE A PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

CAPO I — PRESCRIZIONI PER LE AREE A PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA COMUNI AI TRE

ARTICOLO 27 — Disposizioni generali aree a pericolosità idraulica, da frana e da colata

1. Gli elaborati tecnici riportati nell'allegato "A" individuano, per il territorio di competenza dell'Autorità, le aree a pericolosità idrogeologica come di seguito definite:

Per il Bacino Regionale in Destra Sele:

b. le aree a pericolosità da frana:

- P4 (molto elevata);
- P3 (elevata);
- P2 (media);
- P1 (moderata);

c. le aree a pericolosità da colata:

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	57 di 87

- P4 (molto elevata);
- P3 (elevata);
- ASC (Aree a suscettibilità da colate);

Per consultare la disciplina delle aree a pericolosità da frana si rimanda al testo della norma, ed in particolare:

- al TITOLO IV — AREE A PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA.
 - o CAPO III - AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA
- al TITOLO V - DISPOSIZIONI PER LA TUTELA DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO
 - o CAPO I - PRESCRIZIONI GENERALI PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Preso visione della cartografia della pericolosità e del rischio (sito web: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/elaborati-di-piano-menu/ex-adb-destra-sele-menu/pai-rischio-frana-menu>) (dalla Figura 7-1 alla Figura 7-4) è possibile affermare che l'area di progetto, sviluppandosi interamente su territorio subpianeggiante e lontano da aree di versante, non risulta interessata da tale tipologia di pericolosità e di rischio.

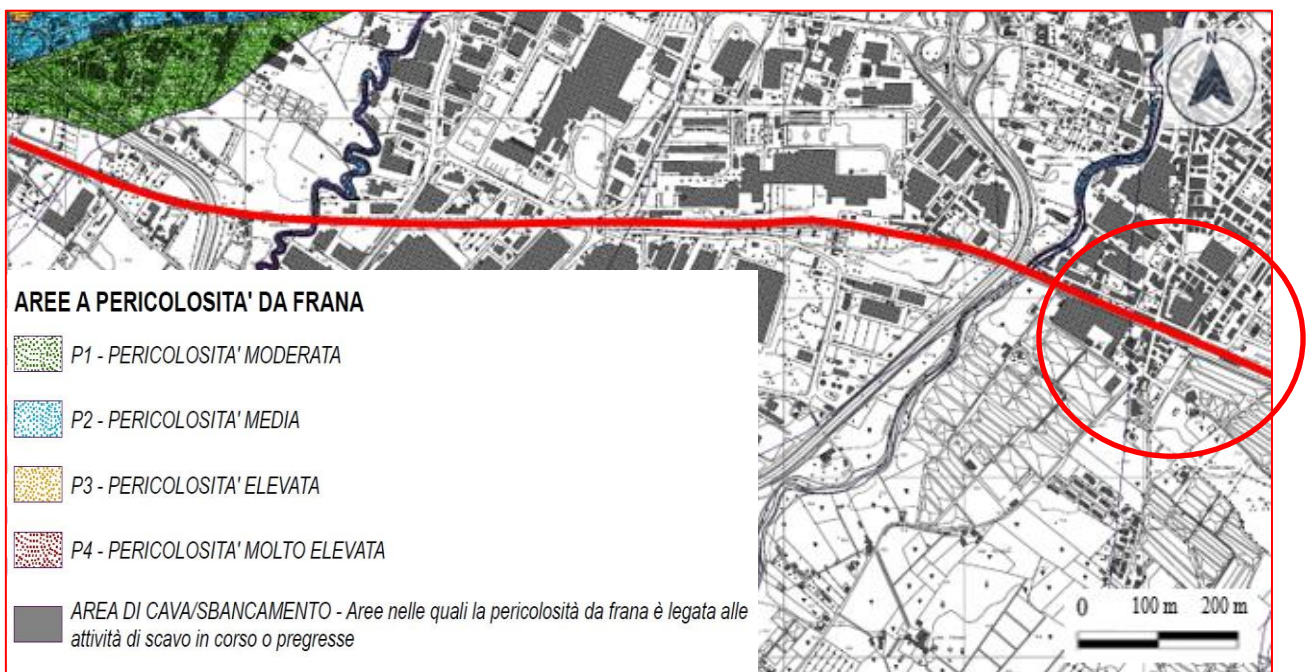


Figura 7-1 – Autorità di Bacino Destra Sele, Carta della Pericolosità da Frana in scala 1:5.000 (2011): stralcio non in scala della Tavola F_PRCL_467154. La spezzata rossa indica parte del tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l'area di Pontecagnano.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	58 di 87

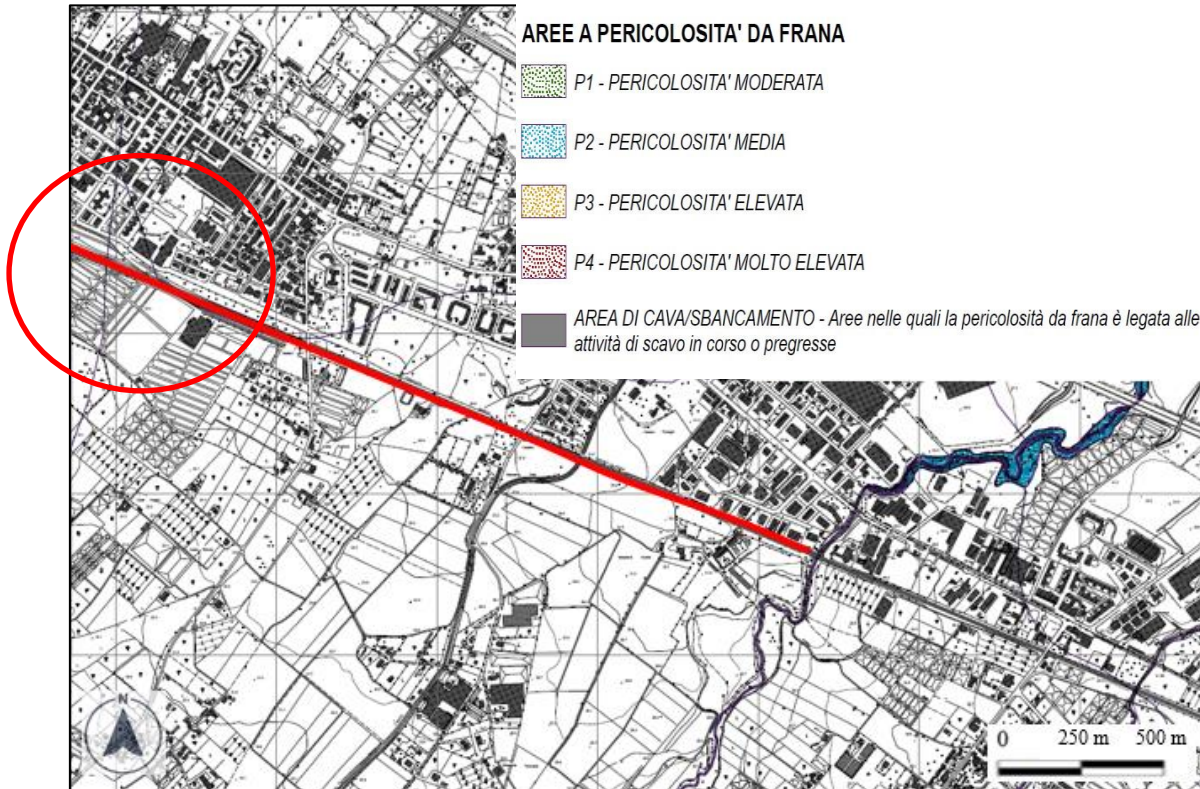


Figura 7-2 – Autorità di Bacino Destra Sele, Carta della Pericolosità da Frana in scala 1:5.000 (2011): stralcio non in scala della Tavola F_PRCL_467151. La spezzata rossa indica parte del tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l'area di Pontecagnano.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	59 di 87

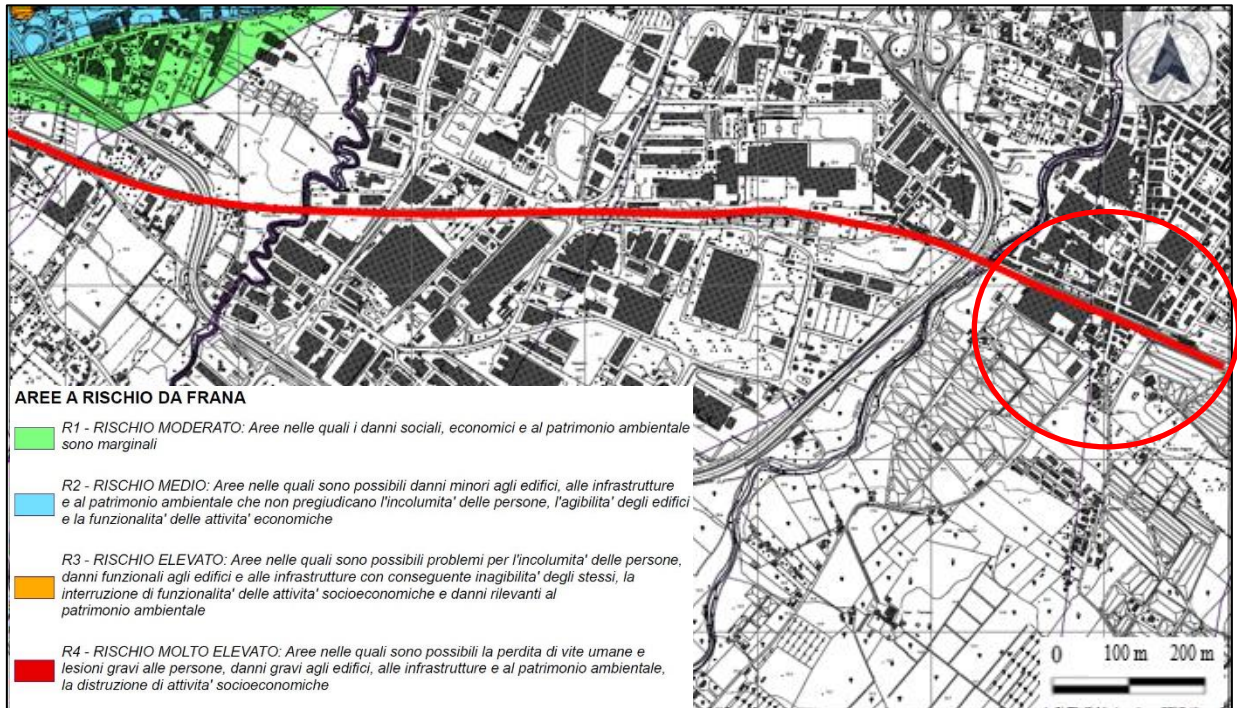


Figura 7-3 – Autorità di Bacino Destra Sele, Carta del Rischio da Frana in scala 1:5.000 (2011): stralcio non in scala della Tavola F_RIS_467154. La spezzata rossa indica parte del tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l'area di Pontecagnano.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	60 di 87

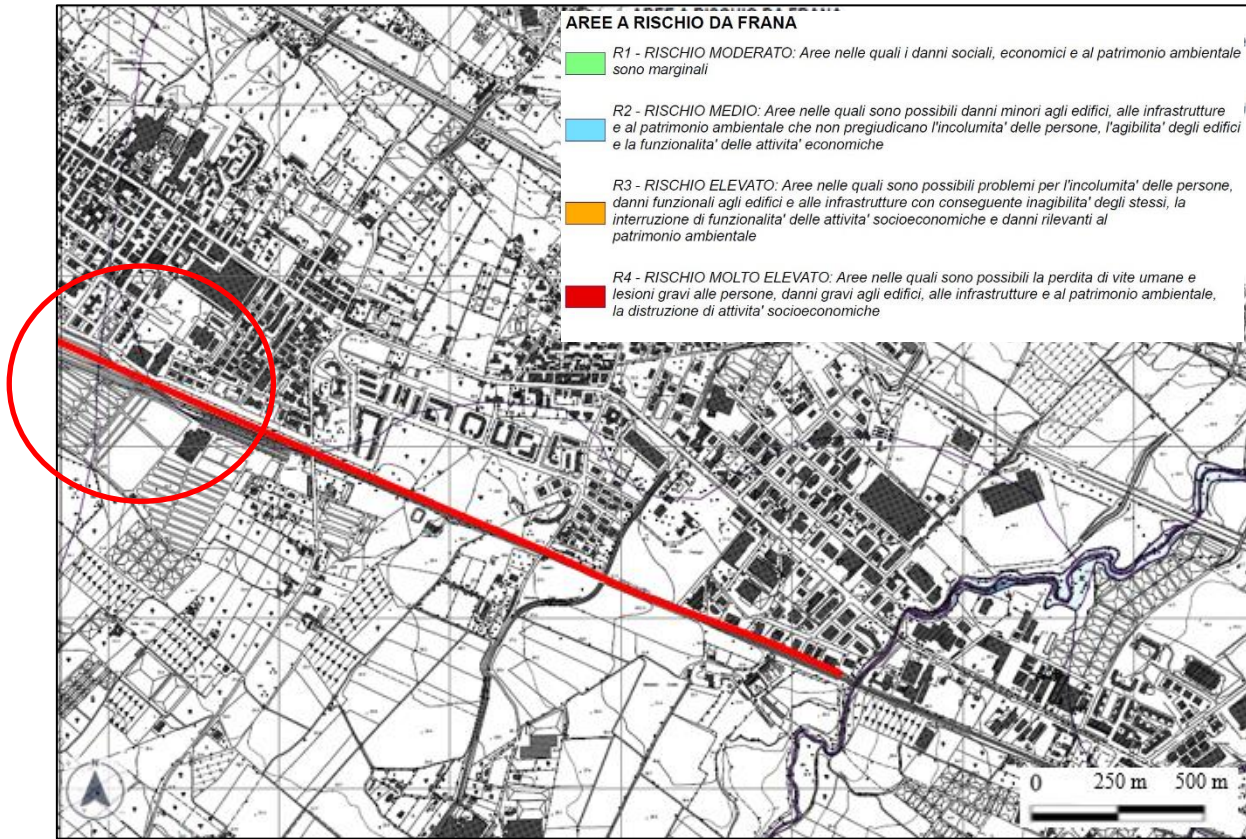


Figura 7-4 – Autorità di Bacino Destra Sele, Carta del Rischio da Frana in scala 1:5.000 (2011): stralcio non in scala della Tavola F_RIS_467151. La spezzata rossa indica parte del tracciato della Metropolitana di Salerno, mentre il cerchio rosso l'area di Pontecagnano.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	61 di 87

8 INQUADRAMENTO SISMICO

8.1 PREMESSA

Nel seguito, si fornisce un inquadramento dal punto di vista della sismicità locale, a partire dall'individuazione delle sorgenti sismiche di interesse e dei risentimenti macrosismici osservati al sito di progetto nel corso di terremoti storici. Successivamente, sulla scorta delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni¹ (nel seguito NTC2018), verrà definita l'azione sismica funzione delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento basato sulla vita nominale delle opere, la loro classe d'uso, nei diversi Stati Limite considerati. Seguendo sempre le indicazioni normative, l'accelerazione di progetto si definirà in base all'effettiva localizzazione delle opere.

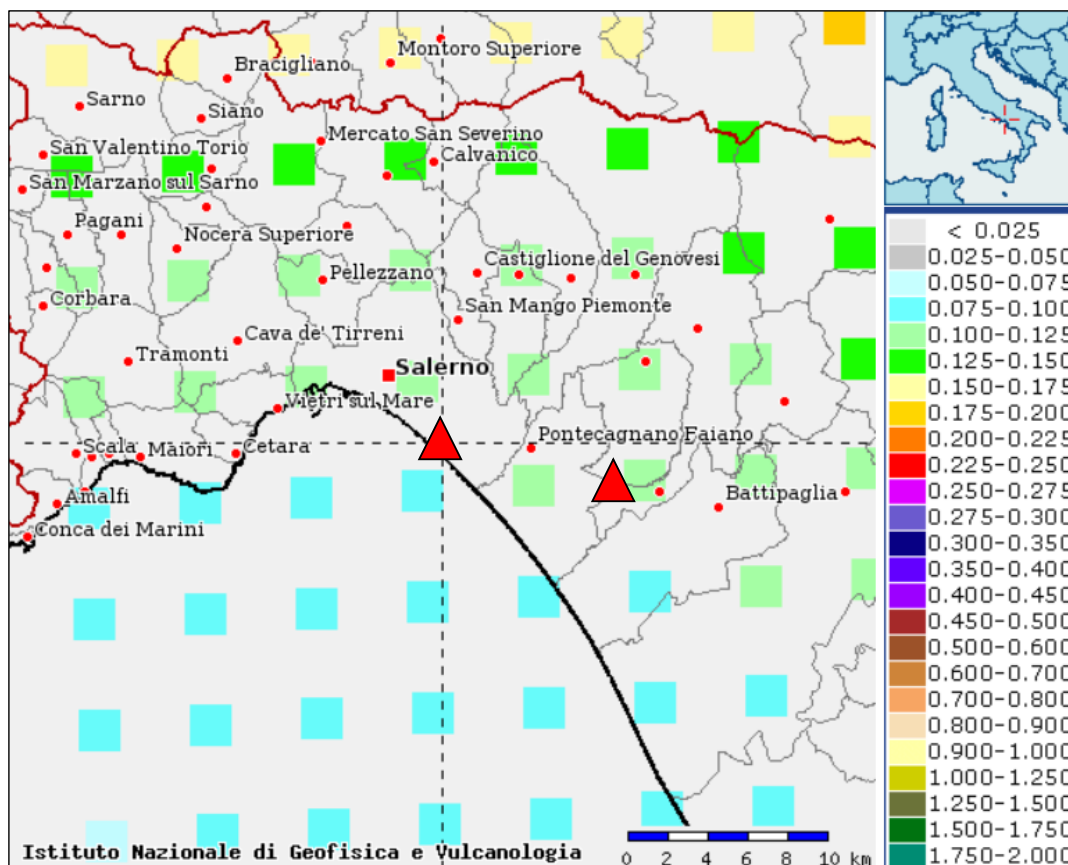


Figura 8-1 – Valori di pericolosità sismica in termini di accelerazione di riferimento su suolo rigido (g) nell'intorno dell'area di progetto (gli stremi con triangoli rossi), da elaborazioni DPC-INGV S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

¹ Norme Tecniche per le Costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20.02.2018 – Supplemento Ordinario n. 8.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	62 di 87

Le NTC2018 dispongono che l'azione sismica sia innanzitutto determinata in campo libero, su sito di riferimento rigido (Categoria A) e superficie topografica orizzontale (Categoria T1); allo scopo, le tabelle allegate alla edizione 2008 delle NTC (non aggiornate nella nuova edizione delle Norme) elencano i valori di accelerazione massima al suolo, oltre ai parametri spettrali, nei punti di una griglia di passo 5x5 km a coprire il territorio nazionale (vedasi il dettaglio dell'area di progetto in Figura 8-1).

Per la localizzazione dell'opera in progetto, può essere fatto riferimento alla Figura 8-2 dove vengono altresì indicati i punti sede di indagini geofisiche e geotecniche.

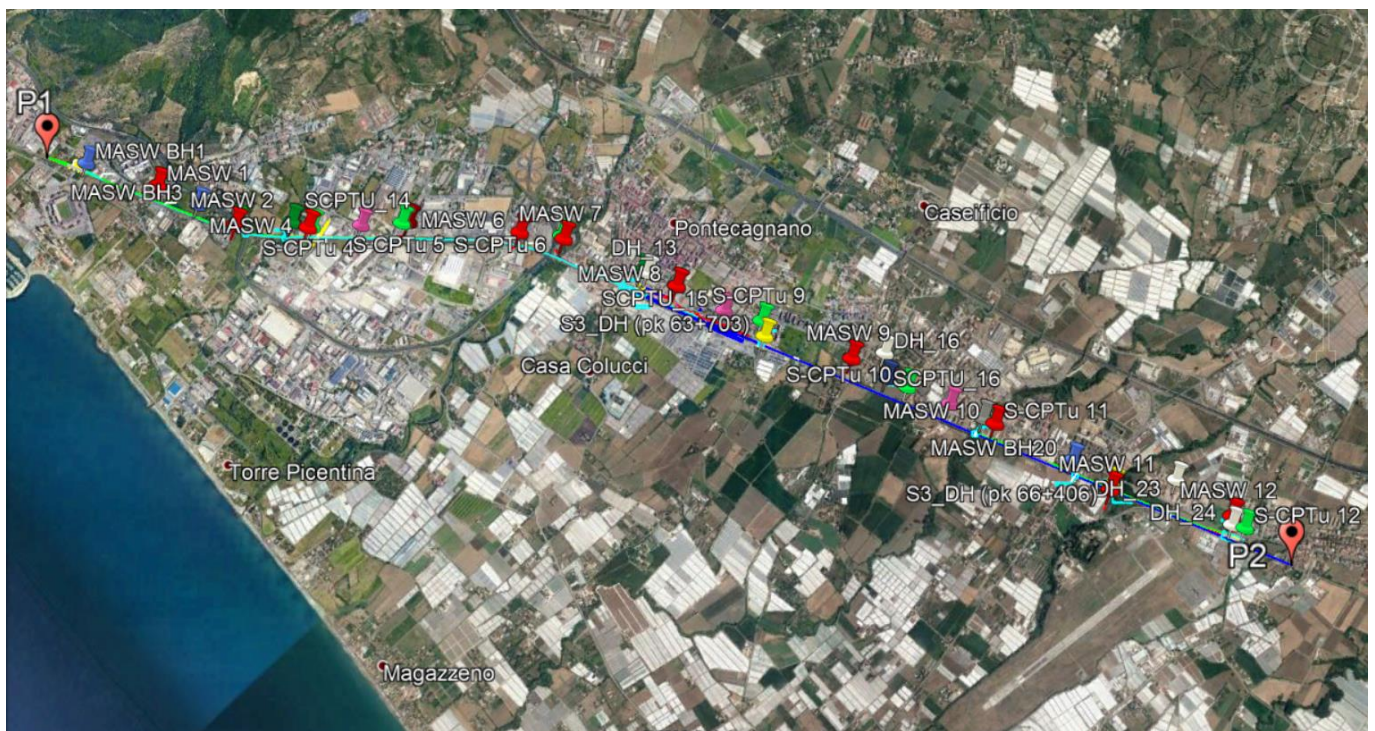


Figura 8-2 – Localizzazione dell'opera di progetto con sondaggi e prove geofisiche eseguite.

8.2 AREE SIMOGENETICHE DI INTERESSE

Nell'area dell'Appennino meridionale, nella quale è compreso il territorio in esame, le zone maggiormente interessate da eventi sismici storici con magnitudo superiore a 5 risultano quelle ubicate prevalentemente in corrispondenza della catena appenninica. L'allineamento degli epicentri di questi eventi sismici è chiaramente collegato con la struttura geologica della regione, in particolare gli epicentri si concentrano prevalentemente a ridosso del confine tra la catena appenninica e l'Avanfossa bradanica, mentre il loro numero decresce nei settori interni della catena (prossimi al Mar Tirreno) e nel settore Adriatico.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 63 di 87

Dal punto di vista sismogenetico, in quest'area sono state individuate:

- aree caratterizzate dal massimo rilascio di energia legata ai processi distensivi che hanno interessato l'Appennino meridionale a partire da circa 0.7 Ma. Tali aree coincidono con il settore assiale della catena. Per queste aree il meccanismo di faglia prevalente è del tipo faglia diretta (in prevalenza sistemi di faglie ad andamento NW-SE), e la profondità degli epicentri è compresa tra 8-12 km;
- aree in cui il rilascio di energia è connesso prevalentemente a meccanismi di faglia tipici delle faglie trascorrenti; per queste aree la profondità degli epicentri è compresa tra 12 e 20 km. Queste zone sismogenetiche sono connesse a lineamenti tettonici ad andamento W-E.

Sulla base del breve inquadramento di cui sopra, in termini strettamente sismologici, la Figura 8-3 mostra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15 (Rovida et al., 2016). Assieme agli epicentri sono riportate le sorgenti sismiche del modello di zone sismogenetiche ZS9 (Meletti et al., 2008), alla base dell'attuale mappa di pericolosità del territorio italiano associata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 e NTC2018). Sono inoltre riportate le principali faglie individuali (ISS) e le faglie composite (CSS) tratte dalla base di dati del progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Si osserva come la definizione delle zone sismogenetiche ZS9 rifletta sia la distribuzione delle faglie sul territorio nazionale, come quella degli epicentri dei terremoti. Il modello sismogenetico racchiude pertanto informazioni sia di natura tettonica, sia dettate dalla sismicità storica.

La zona 928 (Ischia-Vesuvio) che è la zona più prossima ai siti di progetto comprende tutta l'area vulcanica napoletana e si estende verso oriente fino alle falde appenniniche. In questa zona, i terremoti risultano superficiali (tra 1 e 5 km) in quanto di sorgente vulcanica.

Nell'Appennino meridionale, troviamo la ZS927, zona di dorsale caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione che ha interessato l'Appennino meridionale (es. Patacca et al., 1990) a partire da ca. 0.7 Ma. La ZS927 è sede di alcuni tra i maggiori rilasci di energia della storia sismica italiana, come ad es. quello di Val d'Agri del 1857.

La zona 926 con orientamento E-W, è stata definita in base all'allineamento di terremoti di magnitudo medio-bassa (≤ 5.5) come gli eventi di Potenza del 1990 e 1991. Il meccanismo di faglia prevalente in questa zona è trascorrente. Si osserva che le due zone 925 (che include la sorgente del terremoto dell'Irpinia del 1930) e 926, con andamento E-W, sono caratterizzate da sismicità relativamente profonda (10-20 km), come mostrano i dati strumentali disponibili per i terremoti di Potenza del 1990-91 e del Molise del 2002 e come suggerito dai piani quotati dell'intensità macrosismica dei principali terremoti storici (es. quello del Foggiano del 1731).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	64 di 87

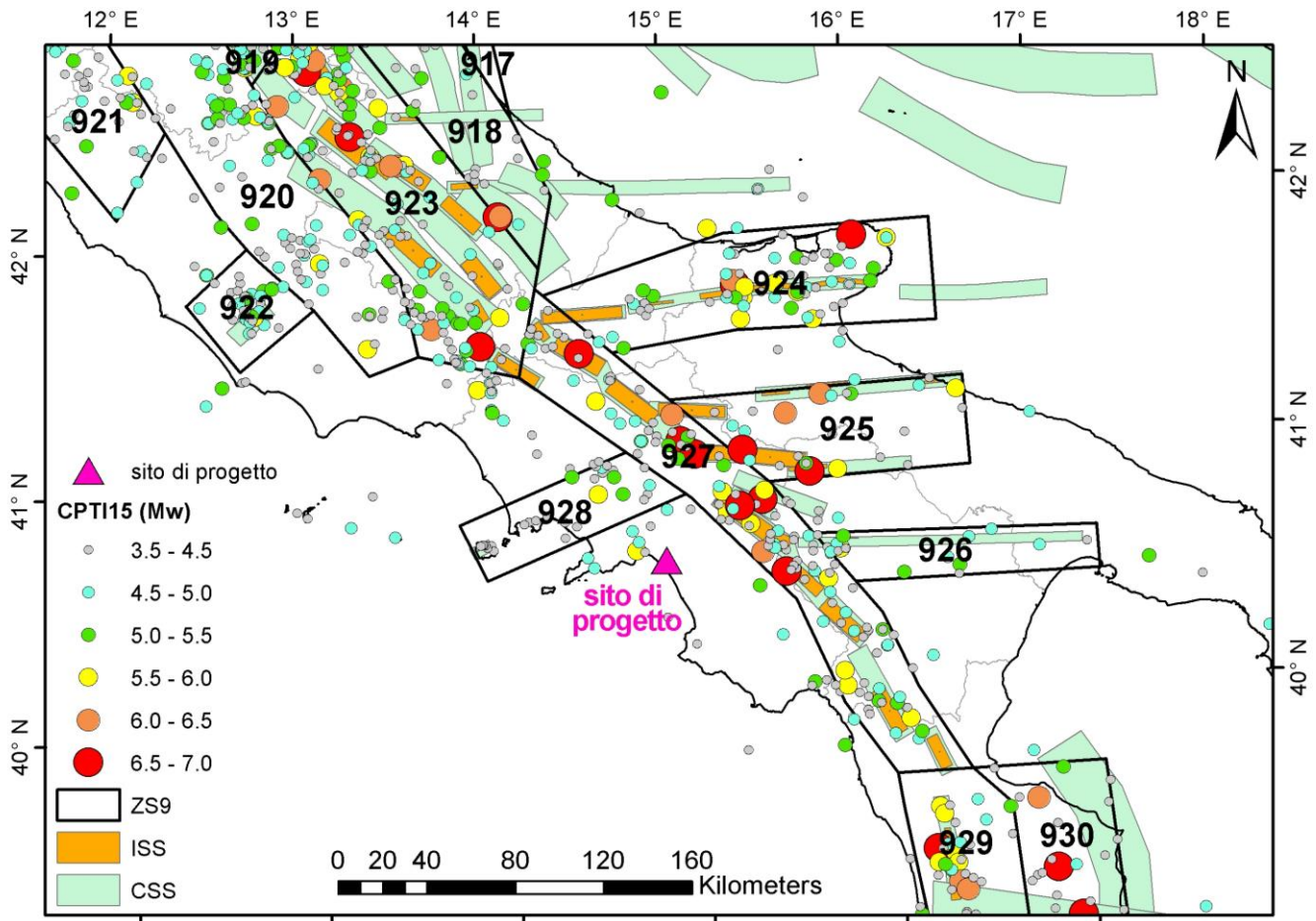


Figura 8-3 – Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell'intorno dell'area di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchi colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15). I rettangoli arancioni rappresentano le faglie individuali del modello DISS3 mentre quelli verdi i sistemi di faglie composite.

I lineamenti di faglia più prossimi al sito di progetto (vedi l'estratto dal database italiano delle zone sismogenetiche DISS3.2 riportato nella Figura 8-4) sono costituiti da sistemi di faglie composite (CSS), all'interno dei quali si classificano alcune sorgenti individuali (ISS). Il sistema di faglie composite più prossimo all'area del progetto è il sistema ITCS034 (Irpinia – Val d'Agri). Tale sistema costituisce la zona centrale del sistema di faglie normali a immersione NE dell'Appennino meridionale, ha una profondità compresa tra 1 e 14 km, ed ha dato luogo a numerosi terremoti di sismicità massima pari a $M_w=6.8$.

L'altra sorgente composta vicino al sito di progetto è la zona composta ITCS085 (Ischia) con magnitudo massima di 5.4. I cataloghi storici (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al., 2007) mostrano una concentrazione di

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	65 di 87

terremoti intermedi nell'area. In particolare, questa regione è stata colpita dai terremoti del 2 febbraio 1828 (M_w 5.6, Casamicciola Terme), 4 marzo 1881 (M_w 5.4, Isola d'Ischia) e 26 luglio 1883 (M_w 5.8, Casamicciola Terme).

Sulla base delle indicazioni del catalogo delle Faglie Capaci ITHACA, curato da ISPRA, non sono state individuate linee potenzialmente interagenti con il sito di progetto. (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>).

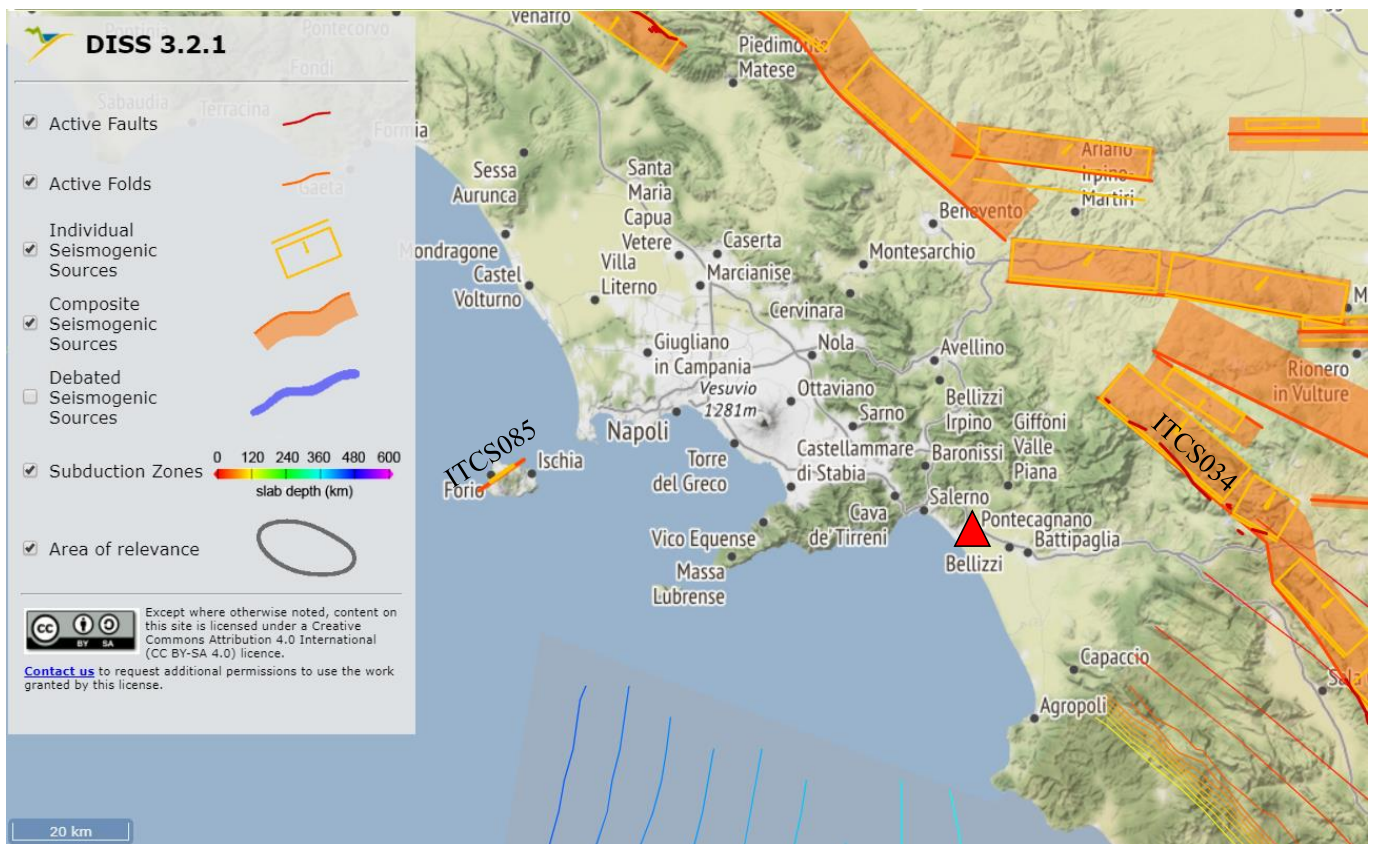


Figura 8-4 – Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal “Database of Individual Seismogenic Sources” (DISS 3.2.1) rilevanti per l’area in oggetto (triangolo rosso).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	66 di 87

Per comporre un quadro completo dei livelli di sismicità dell'area di interesse, un utile riferimento è costituito dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 (Locati et al., 2016), il quale contiene tutte le informazioni riguardanti le intensità macrosismiche (I_{MCS}) risentite a seguito dei terremoti accaduti fino al 2014.

In Figura 8-5 e Figura 8-6 viene mostrata la storia sismica in termini di intensità macrosismica associata alle due località più prossime alle aree di progetto, ossia Pontecagnano e Salerno. La località di Pontecagnano si trova all'incirca a metà della tratta in progetto, ma è caratterizzata da limitati dati storici, anche in ragione della sua ridotta estensione ed urbanizzazione storica. L'evento più significativo in termini di intensità percepita nel comune è il terremoto della Irpinia-Basilicata del 1980 ($M_w = 6.81$). Più significativi ed estesi su un periodo temporale ben più ampio sono invece i dati relativi alla città di Salerno, riportati in Tabella 8-1 dove si osserva per l'area in esame un massimo risentimento macrosismico corrispondente ad una intensità di 7-8, registrata in conseguenza del terremoto della Penisola Sorrentina del 1561. Eventi più recenti con intensità 6-7 hanno avuto come zona epicentrale la regione dell'Irpinia che costituisce, come precedentemente indicato, la zona sismogenetica di maggiore rilevanza in quest'area.

Da quanto sopra si evince come sia associabile all'area di progetto una sismicità media.

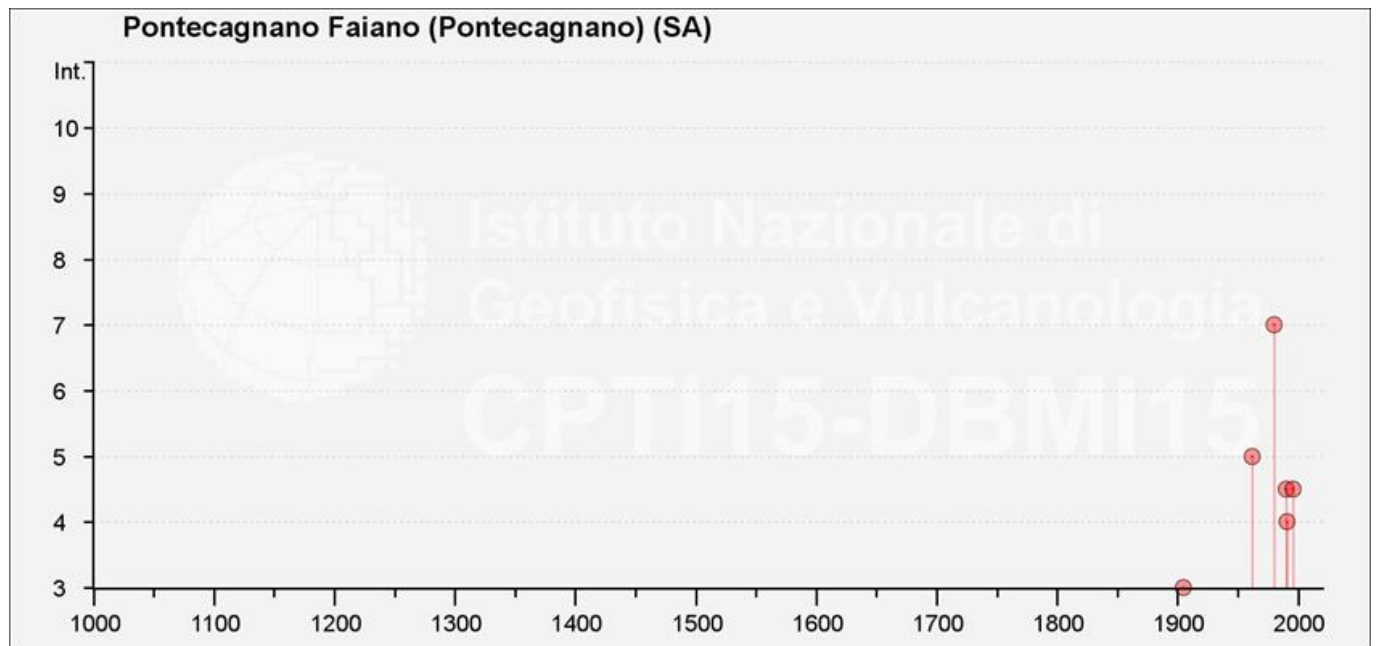


Figura 8-5 – Storia sismica del comune di Pontecagnano (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	67 di 87

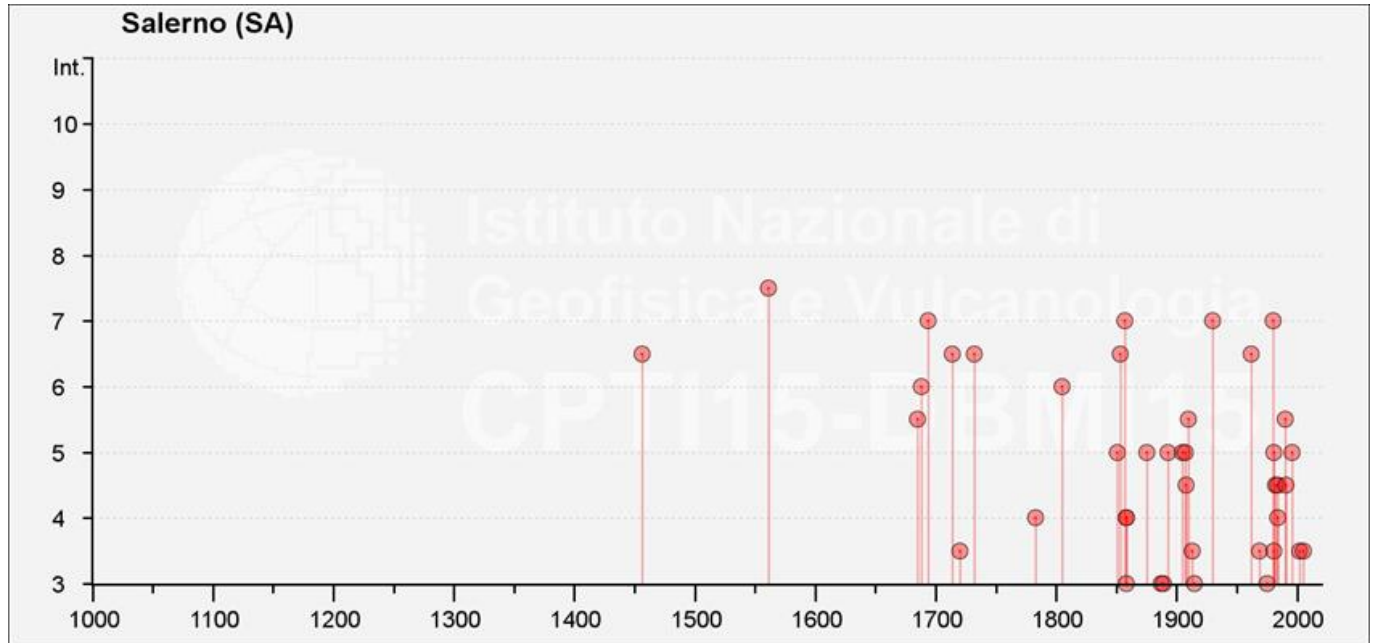



Figura 8-6 – Storia sismica del comune di Salerno (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

Tabella 8-1 – Principali terremoti storici che hanno interessato il comune di Salerno con intensità maggiore di 6 (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

Intensità	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	Io	Mw
6-7	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	11	7.19
7-8	1561 07 31 20 10	Penisola sorrentina	8	5.56
6	1688 06 05 15 30	Sannio	11	7.06
7	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	10	6.73
6-7	1714 08	Salernitano	5-6	4.4
6-7	1732 11 29 07 40	Irpinia	10-11	6.75
6	1805 07 26 21	Molise	10	6.68
6-7	1853 04 09 12 45	Irpinia	8	5.6
7	1857 12 16 21 15	Basilicata	11	7.12
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	10	6.67
6-7	1962 08 21 18 19	Irpinia	9	6.15
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	10	6.81

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 68 di 87

8.3 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

8.3.1 Generalità

La definizione dell'azione sismica di progetto per l'opera segue quanto disposto dalle NTC2018. In particolare, l'azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi Stati Limite per le strutture in progetto (di esercizio – SLE e Ultimi - SLU) deve essere definita a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, a sua volta esprimibile in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo temporale di riferimento, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma degli spettri di risposta di progetto è definita dai seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima determinato il periodo di riferimento per l'azione sismica (par. 8.3.2) sulla base delle indicazioni progettuali in termini di vita utile e classificazione delle opere. Successivamente, nel par. 8.3.3 saranno definiti gli stati limite di interesse per la verifica strutturale, arrivando a definire i periodi di ritorno corrispondenti dell'azione sismica da considerare determinata a sua volta per suolo rigido ed in corrispondenza dei punti definiti. La determinazione della categoria di suolo (e topografica) di riferimento attraverso l'interpretazione delle indagini geotecniche e geofisiche disponibili sarà oggetto del par. 0, arrivando a definire, per i diversi stati limite, l'azione sismica di riferimento da adottare per le verifiche.

8.3.2 Vita utile e classe d'uso

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il periodo temporale entro cui l'opera stessa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e opere provvisionali.
- $V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 69 di 87

- $V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel caso in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica, è stato assunto:

- per opere maggiori ed opere minori lungo linea (opere di protezione, muri di sostegno) e verifica di stabilità rilevati: $V_N = 75$ anni
- per i fabbricati: $V_N = 50$ anni

Le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Per le quali si ha un coefficiente d'uso $C_U = 0.7$.
- Classe II: ... omissis ... Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza ... omissis Per le quali $C_U = 1.0$.
- Classe III: ... omissis ... Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso IV, e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza ... omissis ... Per le quali $C_U = 1.5$.
- Classe IV: ... omissis ... Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico ... omissis ... Per le quali $C_U = 2$.

Nel caso in esame, è stato assunto:

- per opere maggiori ed opere minori lungo linea (opere di protezione, muri di sostegno) e verifica di stabilità rilevati: Classe d'uso III ($C_U = 1.5$);
- per i fabbricati: Classe d'uso IV ($C_U = 2.0$);

Il periodo di riferimento V_R si ottiene moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Pertanto, sulla base delle indicazioni NTC2018, l'azione sismica di verifica viene associata ad un periodo di riferimento V_R pari a:

- $V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 1125.5$ anni per opere maggiori ed opere minori lungo linea (opere di protezione, muri di sostegno) e verifica di stabilità rilevati;

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 70 di 87

- $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni per i fabbricati;
- $V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni per le nuove viabilità (sottopassi);

8.3.3 Stati limite e probabilità di superamento

L'azione sismica di progetto va quindi determinata in funzione degli Stati Limite di verifica e delle corrispondenti probabilità P_{VR} di realizzarsi nel periodo di riferimento V_R .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC2018 al par. 3.2.1 sono:

- Stati Limite Ultimi (SLU):
 - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in corrispondenza del quale la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
 - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.
- Stati limite di Esercizio (SLE):
 - Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico.
 - Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Il tempo di ritorno T_R dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento V_R ed alla probabilità di superamento P_{VR} dalla relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Nel caso in esame, i valori di periodo di ritorno dell'azione sismica e le probabilità di superamento per i diversi Stati Limite sono mostrati in Tabella 8-2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

Tabella 8-2 – Periodi di ritorno per l’azione sismica di progetto per i diversi stati limite.

Stato limite di riferimento		Probabilità di superamento P_{VR}	Periodo di ritorno dell’azione sismica T_R		
			opere lungo linea (opere di protezione, muri di sostegno e ponti)	fabbricati	viabilità (passarelle, sottopassi e cavalcaferrovia)
Stati limite di esercizio (SLE)	Stato limite di immediata operatività (SLO)	81%	68	60	68
	Stato limite di danno (SLD)	63%	113	101	113
Stati limite ultimi (SLU)	Salvaguardia della vita umana (SLV)	10%	1068	949	1068
	Stato limite di prevenzione del collasso (SLC)	5%	2193	1950	2193

8.3.4 Accelerazione di riferimento su suolo rigido a_g

In allegato al Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (riferita dalle NTC2018) i valori a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_{c*} (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) sono forniti per ognuno dei 10751 nodi del reticolo di riferimento a coprire il territorio nazionale. I valori corrispondenti a punti intermedi alla griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti. Per definire l’azione sismica lungo il tracciato sede delle opere in progetto, sono stati individuati 2 punti di interesse in corrispondenza di inizio e fine tracciato (P1 e P2 nella Figura 8-2). In Tabella 8-3, si sono riportati le coordinate dei punti di interesse per i quali vengono definiti i valori della pericolosità sismica di base assieme all’identificativo dei nodi del reticolo di riferimento entro cui è compreso il punto di calcolo dell’azione sismica (elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009).

Il confronto fra i valori del parametro a_g per i diversi stati limite di Tabella 8-4 mostra come la variabilità dell’input sismico lungo l’estensione del tracciato del Completamento della Metropolitana di Salerno (da Arechi a Pontecagnano Aeroporto) sia bassa. Pertanto, si è assunto quale riferimento per la definizione della pericolosità sismica per tutta l’estensione dell’opera, il punto P2 (fine tracciato), di pericolosità (solo leggermente) superiore.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	72 di 87

Tabella 8-3 – Nodi del reticolo di riferimento nell'intorno del sito di progetto. Elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009.

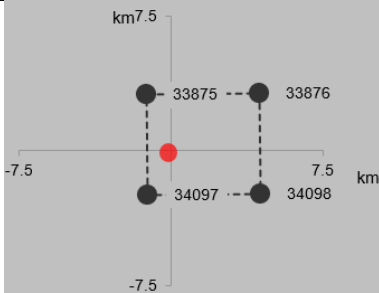
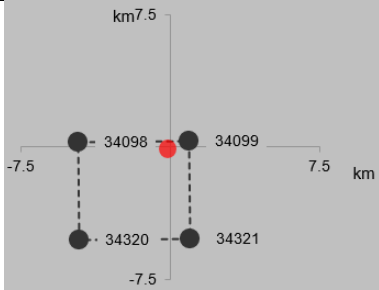
Nome di sito	Latitudine	Longitudine	Localizzazione punti di griglia
P1 (inizio tracciato)	40.648988	14.821829	
P2 (fine tracciato)	40.622704	14.927988	

Tabella 8-4 – Valori di a_g per gli stati limite di riferimento per i siti di progetto (ottenuti mediante il foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLP (2009)) per $V_R = 112.5$ anni.

SL	T_R (anni)	a_g (g)	
		Punti di interesse	
		P1	P2
SLO	68	0.052	0.052
SLD	113	0.063	0.063
SLV	1068	0.126	0.132
SLC	2193	0.151	0.160

I risultati dell'interpolazione per i parametri a_g , F_o e T_{c^*} per i diversi Stati Limite per il sito di progetto sono indicati in Tabella 8-5 (per opere di protezione e muri di sostegno), Tabella 8-6 (per sottopassi).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	73 di 87

Tabella 8-5 – Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per gli stati limite di riferimento per il sito di progetto (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per opere di protezione, muri di sostegno ($V_R = 112.5$ anni).

Nome di opera	SL	T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
Opera di protezione	SLO	68	0.052	2.459	0.344
	SLD	113	0.063	2.528	0.372
	SLV	1068	0.132	2.695	0.482
	SLC	2193	0.160	2.772	0.521

Tabella 8-6 – Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per gli stati limite di riferimento per il sito di progetto (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per sottopassi ($V_R = 100$ anni).

Nome di opera	SL	T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
Stazione Pontecagnano, nuovo sottopasso (km 4+200)	SLO	60	0.050	2.444	0.337
	SLD	101	0.060	2.529	0.365
	SLV	949	0.128	2.682	0.476
	SLC	1950	0.155	2.759	0.515

8.3.5 Azioni sismiche di progetto

Sulla base di quanto sopra, i valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto $a_{max} = S \cdot a_g$ per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono riportati in Tabella 8-7 (per opere di protezione, muri di sostegno), Tabella 8-8 (per fabbricati).

Si rimanda al testo delle NTC2018 per ogni altra indicazione, ad esempio in merito alla definizione degli spettri elastici di risposta.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

Tabella 8-7 – Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c , S_s , S_T , S , a_{max} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per opere di protezione, muri di sostegno ($V_R = 112.5$ anni).

Tratto	Nome di opera	SL	T_R (anni)	a_g (g)	S (-)	a_{max} (g)
Sezione 2	Muro di sostegno MU19	SLO	68	0.052	1.600	0.083
		SLD	113	0.063	1.600	0.101
		SLV	1068	0.132	1.600	0.212
		SLC	2193	0.160	1.512	0.242

Tabella 8-8 – Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c , S_s , S_T , S , a_{max} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per sottopassi ($V_R = 100$ anni).

Tratto	Nome di opera	SL	T_R (anni)	a_g (g)	S (-)	a_{max} (g)
Sezione 2	Stazione Pontecagnano, nuovo sottopasso (km 4+200)	SLO	60	0.050	1.600	0.079
		SLD	101	0.060	1.600	0.096
		SLV	949	0.128	1.600	0.205
		SLC	1950	0.155	1.529	0.229

8.3.6 Risposta sismica locale

Le NTC2018 definiscono il fattore S di amplificazione di sito come funzione sia della categoria di sottosuolo (S_s), che dell'andamento della superficie topografica (attraverso il coefficiente S_T):

$$S = S_s \cdot S_T$$

La classificazione del sottosuolo si definisce sulla base delle condizioni stratigrafiche e del valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s) definito dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ = valore di velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

La definizione della categoria di sottosuolo (cfr. Tabella 8-10) si basa sulle seguenti indagini:

- indagini geofisiche di tipo MASW e prove di tipo SCPTu eseguite nel 2019 per il progetto in esame;
- indagini geofisiche di tipo MASW e prove sismiche Down-hole eseguite per il progetto definitivo del Completamento della metro di Salerno nel 2020.

Le indagini eseguite per il progetto mostrano come la stratigrafia delle aree di progetto sia genericamente costituita da alternanze di depositi di natura alluvionale, prevalentemente fini, con granulometria variabile dalle argille alle sabbie, intervallate da letti di materiale ghiaioso di spessore anche significativo.

I risultati ricavati dalle prove geofisiche in termini di valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ sono riportati in Tabella 8-9 con le categorie di suolo corrispondenti. Le prove sono riportate in ordine di posizione progressiva.

Sulla base di quanto osservato, sono state individuate tre sezioni della linea per la definizione della categoria di suolo della zona attraversata dal tracciato di interesse:

- **Sezione 2** (da pk 3+673,37 a pk 4+722): cautelativamente **categoria di sottosuolo E** (terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m);
- **Sezione 3** (da pk 4+722 a pk 5+305,70): **categoria di sottosuolo C** (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s).

Tabella 8-9. Risultati delle prove geofisiche in termini di $V_{s,eq}$ e loro categorie di sottosuolo

Tratto	Prova	Data di esecuzione	$V_{s,eq}$ (m/s)	Tipo di suolo
Sezione A2 (da pk 3+673,37 a pk 4+722)	MASW 2	2019	346	E
	MASW 3	2019	324	C
	MASW 4	2019	356	E
	MASW 5	2019	375	B
	MASW 6	2019	336	E
	MASW 7	2019	334	E

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	76 di 87

Tratto	Prova	Data di esecuzione	VS,eq (m/s)	Tipo di suolo
	DH_13	2020	343	C
	MASW8	2019	313	E
Sezione A3 (da pk 4+722 a pk 5+305,70)	S3_DH (pk 63+703)	2002	229	C
	MASW 9	2019	292	C
	DH_16	2020	258	C
	MASW BH15	2020	266	C
	DH_19	2020	270	C
	MASW 10	2019	271	C
	MASW BH20	2020	262	C
	MASW 11	2019	267	C
	S3_DH (pk 66+406)	2002	191	C
	DH_23	2020	256	C
	MASW 12	2019	275	C
	DH_24	2020	231	C

Tabella 8-10 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato. (Tabella 3.2.II delle NTC2018).

Suolo	Descrizione geotecnica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 77 di 87

I coefficienti S_S per le categorie di sottosuolo C e E si ottengono dalle seguenti espressioni (vedi Tabella 3.2.IV del par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.50 \quad (C)$$

$$S_S = 1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.60 \quad (E)$$

Per ciò che concerne l'amplificazione topografica, il tracciato di progetto si colloca su superficie sostanzialmente pianeggiante (cat. T1 - Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.III al par.3.2.2. delle NTC2018).

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 78 di 87

8.4 ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

Le NTC2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 stabiliscono che la verifica alla liquefazione può essere omessa qualora si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero minori di 0.1 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone comprese tra le curve che delimitano il campo di suscettibilità, fornite nelle NTC2018.

La verifica è stata eseguita per l'intera tratta del Completamento della Metropolitana di Salerno (da Arechi a Pontecagnano Aeroporto), ed è risultato quanto segue:

- Per quanto concerne il punto 1 l'accelerazione massima attesa risulta superiore a 0.1 g, dunque la condizione non è verificata;
- Per quanto riguarda il punto 2 la profondità media della falda risulta, secondo i dati di monitoraggio disponibili e i dati bibliografici, inferiore a 15 m da p.c., dunque la condizione non risulta verificata;
- Per quanto riguarda il punto 3 i livelli sabbiosi non presentano con continuità valori di $(N_1)_{60}$ superiori a 30, dunque la condizione non risulta verificata;
- Per quanto riguarda il punto 4, la Figura 8-7 illustra la distribuzione granulometrica dei campioni prelevati a profondità inferiore a 10 m per i sondaggi realizzati per il presente progetto (Italferr 2020). Si osserva come le curve granulometriche dei campioni ricadano nel campo di terreni suscettibili a liquefazione., dunque la condizione non risulta verificata.

Pertanto, nessuno dei suddetti motivi di esclusione risulta verificato, dovrà essere quindi effettuata una verifica del fenomeno di liquefazione in condizioni sismiche, che sarà trattata nell'elaborato "Relazione sulla liquefazione, codifica NN1X10D78RHGE0006002A".

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	79 di 87

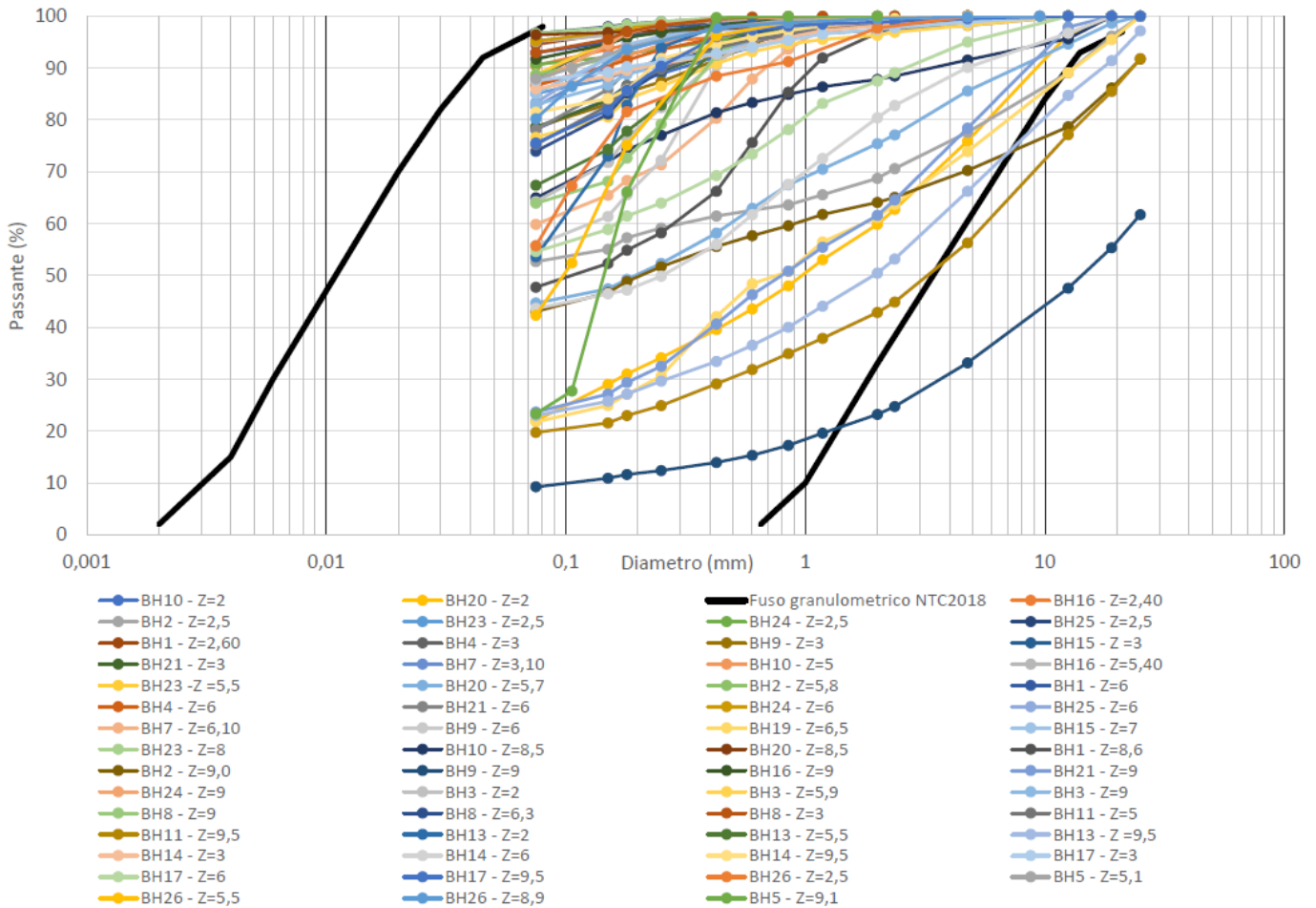


Figura 8-7 – Curve granulometriche dei campioni prelevati a profondità inferiore a 10 m assieme alle curve che delimitano il campo di suscettibilità fornite nelle NTC2018 (curve nere).

Per la definizione del valore di magnitudo di riferimento per le verifiche a liquefazione, oltre al quadro sismotettonico esposto ai paragrafi precedenti, può essere considerata l'analisi di disaggregazione dei valori di pericolosità sismica (accelerazione su suolo rigido orizzontale) di cui alle NTC2018, fornita quale elaborazione aggiuntiva direttamente dal progetto INGV-DPC S1 (vedi Figura 8-8), qui considerata per il punto P2 (fine tracciato). La valutazione del potenziale di liquefazione è stata condotta per il periodo di ritorno dell'azione sismica più prossimo a quello dello stato limite ultimo di verifica. I risultati di tale analisi, svolta per il punto di griglia più prossimo al sito di progetto (N. 34099) per un periodo di ritorno di 975 anni (probabilità di superamento di 5 % in 50 anni) mostrano come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo compresi tra 6-7.5 ed epicentro a distanza 30-60 km. I valori medi di magnitudo e distanza da analisi di disaggregazione sono rispettivamente $M=6.67$ e $d=44.5$ km.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	80 di 87

Sulla base della sismicità storica, la magnitudo di riferimento da considerare risulta generalmente più elevata. Tenendo conto dei terremoti con maggiore risentimento nell'area di progetto (cfr. paragrafi precedenti) è ragionevole assumere, una magnitudo di riferimento per la verifica a liquefazione pari a **6.8**.

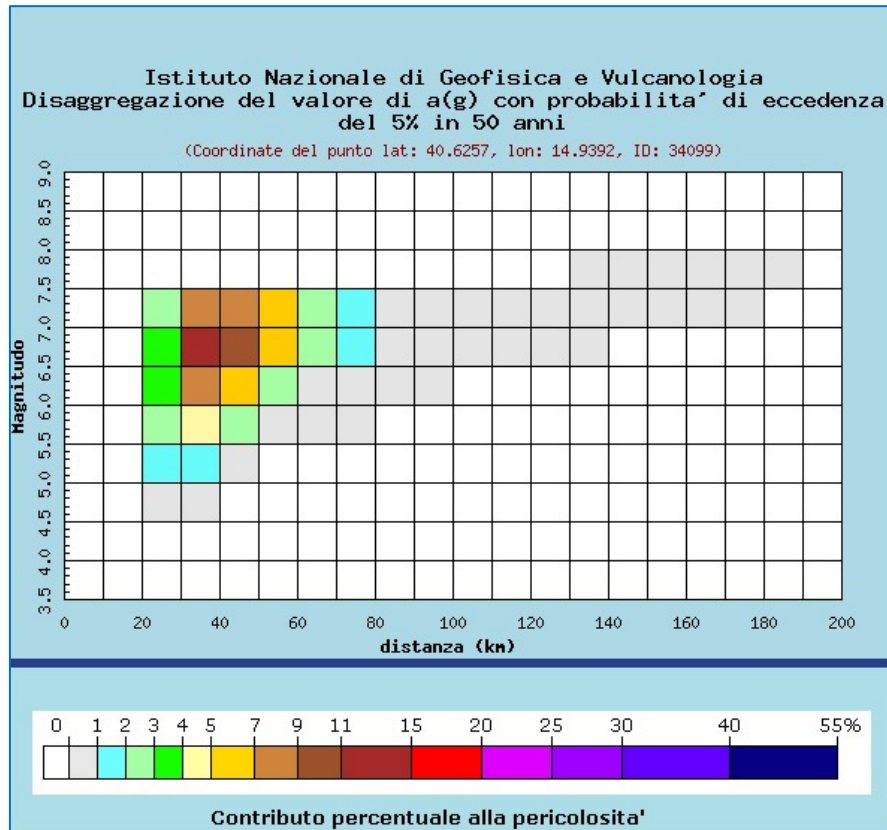


Figura 8-8 – Analisi di disaggregazione del dato di pericolosità per il punto di griglia 34099 (per $T_R = 975$ anni), da elaborazioni DPC-INGV S1 (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	81 di 87

9 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare che:

- Il territorio oggetto di studio ricade nella regione Campania, nel Comune di Pontecagnano (SA) nel settore centro settentrionale della Piana del Sele;
- La struttura geologica della Campania presenta al suo interno un settore a morfologia collinare e montuosa occupato dalla catena appenninica ed un settore costiero, ad occidente, caratterizzato dalla presenza di ampie depressioni strutturali occupate attualmente da piane alluvionali. Dal punto di vista strutturale la Piana del Sele corrisponde alla parte continentale di una depressione che si prolunga all'interno del Golfo di Salerno, circondata a monte da unità terrigene terziarie e da unità carbonatiche mesozoiche. La zona è stata soggetta ad una intensa attività neotettonica disgiuntiva che ha interessato ampiamente il massiccio dei Monti Picentini, alla base del quale le depressioni della Piana del Sele e della Valle del Sele sono state colmate da spesse coltri clastiche pedemontane. Tra queste coltri la formazione più antica è rappresentata dai Conglomerati di Eboli che fungono da raccordo tra rilievi montuosi e piana costiera i quali mostrano evidenze di fasi dislocative, con formazione di versanti di faglia che bordano la piana, loro sollevamento e conseguente smantellamento con deposizione di sedimenti fluviali nella Piana del Sele. La fascia esterna della piana è invece colmata da sedimenti fluviali e marini del Pleistocene medio-superiore ed Olocene, soggetti a sollevamento nel Pleistocene superiore;
- Dal punto di vista geologico e stratigrafico, l'area di intervento è localizzata nel settore centro settentrionale della Piana del Sele, la quale costituisce la porzione emersa di un'importante depressione morfostrutturale. Tale depressione è riempita da alcune migliaia di metri di depositi quaternari, in larga parte di natura epiclastica, derivanti dalla rapida erosione dei rilievi carbonatici durante fasi di sollevamento iniziate a partire dal Pleistocene inferiore. All'interno della piana la distribuzione spaziale ed altimetrica dei depositi appare strettamente influenzata dall'evoluzione tettonica dell'area: i terreni più recenti sono incastrati in quelli più antichi procedendo dalla periferia verso il centro della depressione. La tratta in progetto interseca i depositi alluvionali caratterizzati da ghiaie, sabbie, sabbie ghiaiose e/o limose e limi alluvionali di fondovalle fluviale caratterizzanti le aree golenali, depositi pelitici caratterizzanti il riempimento di depressioni retrodunari, depositi fluvio-lacustri e travertini rappresentati da livelli fitoclastici, fitotermali e sabbiosi, alternanze latero-verticali di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti sabbiose con frazione grossolana poligenica ed eterometrica, sedimenti prevalentemente fini di ambiente di piana costiera, ghiaie calcaree fini con matrice piroclastica e sedimenti di suolo depositi in contesti di conoide alluvionale;

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	82 di 87

- Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame è situata in una zona pianeggiante, con quote comprese tra i 5 ed i 50 m s.l.m.. Nell'ambito della piana del Sele si possono distinguere differenti sottunità, che corrispondono a tre ordini di terrazzi fluviali, con due fasi litorali riconoscibili, e ad una fase di deiezione, rappresentata dalle ampie conoidi di Eboli e Battipaglia. Il terrazzo di primo ordine occupa la parte posta a quote più elevate ed appare maggiormente smembrato dall'erosione; il terrazzo di II ordine si incastra in quello precedente e rappresenta il riempimento dell'area tettonicamente ribassata a seguito della deposizione; il terrazzo di III ordine comprende la parte prossima alla fascia costiera e borda con continuità il Sele sino in prossimità della costa. A quest'ultimo terrazzo sono associate anche le vallecole incise dai corsi d'acqua, che discendono dalle alture collinari retrostanti ed appare meno facilmente riconoscibile sia per la riduzione del dislivello che lo separa da quello più alto, sia perché i due ordini appaiono separati da scarpate molto addolcite dall'erosione. Il più importante corso d'acqua che percorre la piana è il Fiume Sele, seguito dal Torrente Fuorni, il Fiume Picentino, i torrenti Asa e Rialto, il Fiume Tusciano, il Fosso Capodifiume ed il Fiume Solofrone;
- Dal punto di vista idrogeologico le Unità presenti nell'area di studio sono state distinte in base alla permeabilità dei depositi presenti, che va da medio alta (corpi sedimentari principalmente ghiaiosi) a bassa (limi, argille limose e limi argillosi), con presenza di depositi semirocciosi a permeabilità variabile (10^{-9} e 10^{-5} m/s). I terreni affioranti presentano differente grado di permeabilità dovuta essenzialmente alla differente porosità dei depositi alluvionali posti a sud del tracciato, dove prevalgono sabbie e ciottoli con permeabilità medio-alta mentre a nord si osservano alternanze di sabbie, limi-argillosi ed argille con permeabilità medio-bassa. Nei sondaggi realizzati per il presente progetto nel 2020 sono state eseguite diverse prove Lefranc a profondità comprese tra 2 e 25 m da p.c., che hanno restituito valori di conducibilità idrauliche tra $7.07 \cdot 10^{-8}$ e $1.46 \cdot 10^{-4}$ m/s. I dati relativi ai sondaggi eseguiti nel 2020, definiscono la presenza della falda lungo tutta la tratta investigata tra 2.5 e 15 m da p.c.; il monitoraggio piezometrico tra i mesi di marzo, aprile, maggio e giugno 2020 ha consentito di valutare la variazione del livello di falda nel periodo considerato, che nel periodo tra marzo ed aprile è risultata di massimo 50 cm, mentre tra aprile e maggio di 30 cm;
- Per quanto concerne il modello geologico delle aree di progetto sono stati realizzati due profili facendo riferimento ai sondaggi e alle prove penetrometriche eseguite durante le campagne Italferr 2019 e 2020 per il presente progetto. Inoltre, si sono utilizzati i dati bibliografici provenienti da sondaggi e prove penetrometriche eseguite lungo linea negli anni 2000-2002. I due profili sono caratterizzati in prevalenza da sedimenti facenti parte del Supersistema Battipaglia-Persano (BPb), in prevalenza da depositi limoso-sabbiosi seguiti in profondità (da 5-10 m da p.c.) da depositi più grossolani ghiaioso-sabbiosi. Nella

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	83 di 87

porzione meridionale della tratta in esame sono presenti aree dominate dai depositi appartenenti ai Travertini di Pontecagnano, alternati al Supersistema Battipaglia-Persano (BPb). Anche in quest'area prevalgono depositi fini limoso-argillosi con intercalazioni sabbiose e limitati spessori ghiaiosi e travertinosi più in profondità. Infine, la porzione all'estremo sud del tracciato è impostata su depositi appartenenti al Supersistema Battipaglia-Persano (BPa), composti prevalentemente da depositi limoso-argillosi.

- Per quanto concerne il rischio geomorfologico, è stata analizzata la cartografia tematica resa disponibile dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Campania. È possibile affermare che l'area di studio risulta localizzata in un'area priva di tale rischio.
- Dal punto di vista sismico, si può affermare che l'area di progetto è caratterizzata da una media sismicità. Sulla base delle indagini geofisiche, il tracciato è classificabile in categoria di suolo C e E.
- Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione dei terreni, nessuno dei motivi di esclusione risulta verificato a priori, per cui è stata eseguita una verifica del fenomeno di liquefazione, i cui risultati sono contenuti nell'elaborato "Relazione sulla liquefazione, codifica NN1X10D78RHGE0006002A".

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 84 di 87

10 BIBLIOGRAFIA

- Amato A., Ascione, A., Cinque, A. & Lama A. (1991) – *Morfoevoluzione, sedimentazione e tettonica dell’alta Piana del fiume Sele e delle sue valli tributarie (Campania)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **14 (1)**, 5-12.
- Bartole R., Savelli D., Tramontana M. & Wezel F.C. (1984) – *Structural and sedimentary features in the Tyrrhenian margin off Campania, Southern Italy*. Marine Geology, **55**, 163-180.
- Bartolini C., D’Agostino N. & Dramis F. (2003) – *Topography, exhumation, and drainage network evolution of the Apennines*. Episodes, **26-3**, 212-216.
- Brancaccio L., Cinque A., D’Angelo G., Russo F., Santangelo N. & Sgrosso I. (1987) – *Evoluzione tettonica e geomorfologica della Piana del Sele (Campania, Appennino meridionale)*. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., **10**, 47 - 55.
- Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N. & Santo A. (1991) – *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the Tyrrhenian flank of the southern Apennines (Region of Naples, Italy)*. Zeit. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. **82**, 47 - 58, Berlin.
- Brancaccio, L., Cinque, A., Romano, P., Roskopf, C.M., Russo, F. & Santangelo, N. (1995) – *L’evoluzione delle pianure costiere della Campania: geomorfologia e neotettonica*. Memorie della Società Geografica Italiana, **53**, 313-336.
- Basili, R., and V. Kastelic (2011). D3.4 – *Database of active faults and seismogenic sources*, SHARE, 31.05.2011.
- Capaldi G. Cinque A., Romano P. (1988) – *Ricostruzione di sequenze morfoevolutive nei Picentini meridionali (Campania, Appennino meridionale)*. Geogr. Fis. Dinam: Quat., Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., vol. I, 207-222, 14 ff, 3 tavv., 1 tab.
- Carta geologica scala 1.50.000 F467 Salerno, Progetto CARG.
- Casnedi, R. (1988) – *La fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 439-448.
- Celico P. B., De Vita P., Monacelli G., Scalise A.R., Tranfaglia G. (2003) – *Carta Idrogeologica dell’Italia Meridionale*. Istituto poligrafico e Zecca dello Stato.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	85 di 87

- Cinque A., Guida F., Russo F. & Santangelo N. (1988) – *Dati cronologici e stratigrafici su alcuni depositi continentali della Piana del Sele (Campania): i “Conglomerati di Eboli”*. Geogr. Fis. E Dinam. Quatern., **11**, 39–44.
- Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M. (1993) – *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surface geological features and deep lithospheric structures*. Annali di Geofisica, Vol. **XXXVI**, N. 2, 249-260.
- Cinti F. R., Cucci L., Pantosti D., D’Addezio G. e Meghraoui M. (1997). A major seismogenic fault in a “silent area”: the Castovillari fault (southern Apennines, Italy). Geophys. J. Int., **130**, 595-605.
- Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006, Progetto S1, Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi, Coordinatore: Carlo Meletti (INGV). Sito web: <http://esse1.mi.ingv.it/>.
- D’Argenio B., Pescatore T. & Scandone P. (1973) – *Schema geologico dell’Appennino meridionale (Campania-Lucania)*. Quad. Acc. Naz. Lincei, **183**, 49-72.
- DISS Working Group (2018). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: 10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1.
- Dondi L. & Papetti I. (1965) – *Sul ritrovamento di una microfacies con Miogypsina e Lepidocyclina al fondo del pozzo Contursi 1 (m 3478), nel Cilento*. Geol. Rom., **4**, 7-40.
- Galadini F., Poli M.E., Zanferrari A., (2005) – *Seismogenic source potentially responsible for earthquakes with M ≥ 6 in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy)*. Geophys. J. Int., **161**, 739-762.
- Giardini, D., J. Woessner, L. Danciu, G. Valensise, G. Grünthal, F. Cotton, S. Akkar, R. Basili, M. Stucchi, A. Rovida, D. Stromeyer, R. Arvidsson, F. Meletti, R. Musson, R., K. Sesetyan, M. B. Demircioglu, H. Crowley, R. Pinho, K. Pitilakis, J. Douglas, J. Fonseca, M. Erdik, A. Campos-Costa, B. Glavatovic, K. Makropoulos, C. Lindholm, T. Cameelbeeck (2013). *Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE): Online Data Resource*, <http://portal.share-eu.org:8080/jetspeed/portal/>, doi: 10.12686/SED-00000001-SHARE, 2013.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e
 sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	86 di 87

- Gruppo di Lavoro MPS. (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, Italy, 65 pp. + 5 appendici, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>, last access September 2012.
- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Valensise G. (2007.) CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500). INGV-SGA. <http://storing.ingv.it/cfti4med>
- Haller K. M.m and Basili R. (2011). *Developing seismogenic source models based on geologic fault data*. Seismol. Res. Lett., 82, 519-525.
- Kastelic, V. P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, M. M. Tiberti, G. Valensise (2012). *Seismogenic sources in the Adriatic Domain*, Marine and Petroleum Geology (2012) 1-23.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*. <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.
- Marani M.P. (2004) – *Super-inflation of a spreading ridge through vertical accretion*. In Marani M.P., Gamberi F. & Bonatti E. (eds) "From seafloor to deep mantle: architecture of the tyrrhenian backarc basin", Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia., **64**, 185-194.
- Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2008). A seismic source model for the seismic hazard assessment of the Italian territory. *Tectonophysics*, 450(1), 85-108. DOI:10.1016/j.tecto.2008.01.003.
- Milia A. & Torrente M.M. (2000) – *Tectonics and stratigraphic architecture of a pery-Tyrrhenian half-graben (Bay of Naples, Italy)*. Tectonophysics, **315**, 301-318.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) – *Appennino Centro Meridionale. Sezioni Geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem Soc. Geol. It. **35**, 177-202, 10 ff.
- Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2008). *A seismic source model for the seismic hazard assessment of the Italian territory*. Tectonophysics, 450(1), 85-108. DOI:10.1016/j.tecto.2008.01.003.
- Michetti A. M., Ferrelly L., Serva L. e Vittori E. (1997) – *Geological evidence for strong historical earthquakes in an "aseismic" region: the Pollino case (southern Italy)*. J. Geodynamics, 24, 67-86.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	10 D 69	RG	GE0001 001	A	87 di 87

- Norme di Attuazione dell’Autorità di bacino regionale Campania Sud ed interregionale per il bacino idrografico del Fiume Sele. (Agosto 2016).
- Norme Tecniche per la Costruzione D.M. 17 gennaio 2018.
- Ortolani, F., Torre, M., Russo, B. & Di Nocera, S. (1979) – *Depositi alto-miocenici del bordo settentrionale della Piana del Sele (Campania)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **98**, 3-14.
- Pappone, G., Casciello, E., Cesarano, M., D’Argenio, B. & Conforti A. (2009) – *Note illustrative della Carta Geologica d’Italia 1:50.000. Foglio 467: Salerno*. ISPRA, Servizio Geologico d’Italia.
- Pescatore, T., Sgrosso, I. & Torre, M. (1970) – *Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene dell’Appennino campano-lucano*. Mem. Soc. Natur. in Napoli, **78**, 337-408.
- Rovida, A., Camassi, R., Gasperini P. e Stucchi M. (a cura di) (2011). CPTI11, la versione 2011 del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11.
- Slejko D., Carulli G.B., Carraro F., Castaldini D., Cavallin A., Doglioni C., Iliceto V., Nicolich R., Rebez R., Semenza E., Zanferrari A., & Zanolla C. (1987) – *Modello sismotettonico dell’Italia nord-orientale*. CNR, GNDT, Rend. **1**, 1-82, Trieste.
- Slejko D., Carulli G.B., Nicolich R., Rebez A., Zanferrari A., Cavallin A., Doglioni C., Carraro F., Castaldini D., Iliceto V., Semenza E. and Zanolla C. (1989). *Seismotectonics of the eastern Southern-Alps: a review*. Boll. Geof. Teor. Appl., 31, 109-136.
- SOGESID (2006) – *Elaborati per il Piano di Tutela delle Acque della Campania. Acque sotterranee*. A cura di P.B. Celico, Napoli.
- Valensise, G. and Pantosti, D. (a cura di) (2001). *Database of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy (DISS version 2.0)*. Ann. Geofis. 44, Suppl. 1, con CD-ROM.