

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA**

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

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA:

-

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

RS3H 00 D 69 RG GE0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	S. Romano	gen. 2020	F.M. Carli	gen. 2020	S. Vanfiori	gen. 2020	M. Comedini	giugno 2021
B	Emissione esecutiva	S. Romano	giugno 2021	F. Romano	giugno 2021	S. Vanfiori	giugno 2021	Dott. Geol. Massimo Comedini	Ordine dei Geologi del Lazio n° 2193

File: RS3H 00 D69 RG GE0001 001 B.docx

n. Elab.:112

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
4	ALLEGATI	11
5	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	12
6	CAMPAGNA DI INDAGINE.....	14
6.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	15
6.1.1	<i>Sondaggi geognostici</i>	15
6.1.2	<i>Pozzetti esplorativi</i>	21
6.1.3	<i>Prove penetrometriche</i>	21
6.1.4	<i>Indagini geofisiche</i>	23
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	24
7.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA	27
7.2	APPARATO VULCANICO DEL MONTE ETNA.....	29
7.3	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE	35
7.4	CARATTERISTICHE STRUTTURALI	40
8	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE.....	46
8.1	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO.....	46
8.1.1	<i>Depositi di avanfossa pleistocenici</i>	46
8.1.2	<i>Depositi marini e transizionali quaternari</i>	49
8.1.3	<i>Depositi continentali quaternari</i>	50
8.2	ASSETTO STRUTTURALE	53
9	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE	55
9.1	MORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DELLA ZONA COSTIERA	55
9.2	MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI.....	57

10	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	58
10.1	ELEMENTI IDROGRAFICI.....	58
10.2	ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI	58
10.3	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	58
10.4	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI ORIGINE MARINA	59
10.5	FORME ANTROPICHE E MANUFATTI.....	59
11	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE.....	60
11.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	60
11.2	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E FALDE ACQUIFERE	61
11.3	OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE	62
11.4	CHIMISMO DELLE ACQUE.....	63
11.5	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO.....	63
12	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE.....	65
12.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	65
	12.1.1 <i>Complessi delle unità del substrato</i>	65
	12.1.2 <i>Complessi dei depositi di copertura</i>	66
12.2	PROVE DI PERMEABILITÀ	68
12.3	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	77
	12.3.1 <i>Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2020</i>	77
	12.3.2 <i>Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2019</i>	78
	12.3.3 <i>Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine CT-SR 2012</i>	91
	12.3.4 <i>Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Aeroporto 1998</i>	91
12.4	OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE	92
12.5	CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO	94
13	SISMICITÀ DELL'AREA.....	98
13.1	SISMICITÀ STORICA	103

13.2	SISMICITÀ ATTUALE	110
13.3	PERICOLOSITÀ SISMICA	113
13.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	115
14	CRITICITÀ GEOLOGICHE.....	118
14.1	CRITICITÀ GEOLOGICO-TECNICHE.....	118
14.2	CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE	120
	14.2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Sicilia.....	120
14.3	CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE.....	127
14.4	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	130
15	DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO.....	139
15.1	LOTTO 1	139
	15.1.1 Stazione di Fontanarossa	139
15.2	LOTTO 2	141
	15.2.1 Interramento linea Palermo-Catania	142
	15.2.2 Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci.....	145
	15.2.3 Bretella Catania-Siracusa.....	147
15.3	LOTTO 3	153
	15.3.1 Bretella Palermo-Siracusa	154
16	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	158

1 PREMESSA

Nell'ambito dello studio geologico per il Progetto Definitivo dell' *"Interramento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa e per la messa a sti del tratto di linea interessato"*, sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso. La tratta in oggetto prevede tre lotti così distinti:

- Lotto 1: Stazione di Fontanarossa
- Lotto 2:
 - Interramento linea Palermo-Catania
 - Fascio A/P 1° fase
 - Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci
 - Terminal merci (1° fase)
 - Bretella Catania-Siracusa
- Lotto 3:
 - Bretella Palermo-Siracusa
 - Fascio A/P 2° fase
 - Terminal merci 2° fase

In particolare, il lavoro si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili ed appositamente realizzate nell'area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	6 di 167

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note e gli elaborati cartografici ad esse allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Il modello geologico applicativo proposto, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2018) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica, pone particolare attenzione alla caratterizzazione litotecnica dei terreni investigati attraverso una puntuale ricostruzione dell'assetto e delle caratteristiche litotecniche nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

Gli elaborati cartografici e le relative note di riferimento sono stati redatti secondo gli *standard* metodologici più diffusi in ambito scientifico.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

<i>Aeroporto 1998</i>		
“Aeroporto Fontanarossa” - 1998		
Descrizione elaborato		Scala
Idrogeologia del sito		-
Reticolo aeroporto		-
Stratigrafie		-
Sondaggi Geognostici e Geotecnici		-
Lecture piezometriche		-
<i>1999</i>		
“Progetto di riqualificazione dell'area aeroportuale” -		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Prove geotecniche di laboratorio	-
	Prove penetrometriche	-
	Relazione geologica	--
	Sondaggi geognostici e geotecnici	
<i>Interporto 2001</i>		
-		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Indagini geognostiche	-
<i>CT-SR 2003</i>		
“Velocizzazione linea Catania Siracusa tratta Bicocca - Targia tra i km 236+800 e km 301+890” PROGETTO PRELIMINARE		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Relazione sulle indagini eseguite	-



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	8 di 167

Interporto 2004

“Interporto di Catania 1^ fase funzionale - lotto Funzionale Polo Intermodale”

PROGETTO ESECUTIVO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
PIE1 00 E 13 PR GE0001 001 A	Indagini in situ e prove di laboratorio	-

Palazzina CO.CA. 2009

-

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Indagini geognostiche	-

Interporto 2010

-

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Indagini geognostiche	-

2012

“Interramento della linea Catania Siracusa nella tratta di attraversamento del prolungamento pista aeroporto Fontanarossa”

PROGETTO PRELIMINARE

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
RS21 00 R 69 G5 GE0001 001 A	Carta e profilo geologico	1:5000/500
RS21 00 R 69 F5 GE0005 001 A	Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche	1:5000

CT-SR 2012

“Velocizzazione linea Catania Siracusa tratta Bicocca - Targia - I lotto funzionale - Bicocca-Augusta”

PROGETTO ESECUTIVO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
L702 01 E 69 RG GE0001 001	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	-
L702 01 E 69 N5 GE0005 001	Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche	1:5000

PRG 2012

“Piano regolatore generale del comune di Catania”

-

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Indagini geognostiche	-

Circumetnea 2013

“Prolungamento della rete ferroviaria nella tratta metropolitana di Catania dalla stazione centrale F.S. all'aeroporto”

-

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
	Indagini geognostiche	-

Interporto 2013

“Integrazione delle modalità di trasporto aereo e ferroviario per l'aeroporto di Catania Fontanarossa ten-t 2010 – it – 914003 – s”

PROGETTO PRELIMINARE

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
RSK2 00 R 69 RG GE0001 001 A	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	-
RSK2 00 R 69 N3 GE0001 001 A	Carta geologica di inquadramento	1:25000
RSK2 00 R 69 N4 GE0001 001 A	Carta geologica	1:10000
RSK2 00 R 69 N4 GE0002 001 A	Carta idrogeologica	1:10000
RSK2 00 R 69 F5 GE0001 001-2 A	Profilo geologico PA-CT tav.1 e 2	1:5000/200
RSK2 00 R 69 F5 GE0001 003 A	Profilo geologico CT-SR	1:5000/200
RSK2 00 R 69 F5 GE0002 001 A	Profilo idrogeologico PA-CT	1:5000/200
RSK2 00 R 69 F5 GE0002 002 A	Profilo idrogeologico PA-CT	1:5000/200
RSK2 00 R 69 F5 GE0002 003 A	Profilo idrogeologico CT-SR	1:5000/200
RSK2 00 R 69 SG GE0005 001 A	Indagini geognostiche	-
RSK2 00 R 05 RG MD0000 001 A	Relazione di inquadramento generale	-

Aeroporto 2017

“Progetto di riqualifica ed ampliamento infrastrutture area di movimento”

Descrizione elaborato	Scala
Relazione idrogeologica	-
Ubicazione indagini	-
Indagini geognostiche	-
Schema geologico della piana di Catania	-
Sezioni	-
Carta isopiezometriche	-
Prove sismiche in foro down-hole e tomografie elettriche (ERT2D)	-



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	10 di 167

2018

**“Integrazione delle modalità di trasporto aereo e ferroviario per l’aeroporto di Catania Fontanarossa
ten-t 2010 – it – 914003 – s”**

PROGETTO DEFINITIVO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
-	Report idrogeologico finalizzato alla definizione della conducibilità idraulica dei complessi idrogeologici sulla base dei dati esistenti	-

2019

**“Direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo
Nodo di Catania interrimento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa”**

PROGETTO DEFINITIVO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
RS3H 01 D69 SG GE0005 0001 A	Indagini geognostiche e prove in situ campagna 2019	-
RS3H 01 D69 SG GE0005 0002 A	Indagini geognostiche campagna 2015	
RS3H 01 D69 SG GE0005 0003 A	Indagini geognostiche campagna 2013	
RS3H 01 D69 SG GE0005 0004 A	Indagini geognostiche anni precedenti	
RS3H 01 D69 IG GE0005 0001 A	Indagini geofisiche	-
RS3H 01 D69 IG GE0005 0002 A	Indagini geofisiche linea Catania - Siracusa campagna 2012	
RS3H 01 D69 PR GE0005 0001 A	Prove geotecniche di laboratorio	
RS3H 01 D69 PR GE0005 0002 A	Prove geotecniche di laboratorio campagna 2020	
RS3H 01 D69 PR GE0005 0003 B	Monitoraggio piezometrico	

2020

**“Direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo
Nodo di Catania interrimento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa”**

PROGETTO DEFINITIVO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
RS3H 01 D69 SG GE0005 0005 A	Indagini geognostiche campagna 2020	-



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	11 di 167

4 ALLEGATI

A corredo della presente relazione sono stati elaborati i seguenti documenti:

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
RS3H 00 D69 L5 GE0001 001 B	Carta geologica e profili geologici Stazione di Fontanarossa e Interramento linea Palermo-Catania	1:5000/500
RS3H 00 D69 L5 GE0001 002 B	Carta geologica e profili geologici Bretella Catania-Siracusa e Collegamento Fascio A/P-Interporto	1:5000/500
RS3H 00 D69 L5 GE0001 003 B	Carta geologica e profilo geologico Bretella Palermo-Siracusa	1:5000/500
RS3H 00 D69 W5 GE0001 001 B	Sezioni geologiche trasversali Stazione di Fontanarossa e Interramento linea Palermo - Catania	1:5000/500
RS3H 00 D69 L5 GE0002 001 B	Carta idrogeologica e profili idrogeologici Stazione di Fontanarossa e Interramento linea Palermo-Catania	1:5000/500
RS3H 00 D69 L5 GE0002 002 B	Carta idrogeologica e profili idrogeologici Bretella Catania-Siracusa e Collegamento Fascio A/P-Interporto	1:5000/500
RS3H 00 D69 L5 GE0002 003 B	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Bretella Palermo-Siracusa	1:5000/500
RS3H 00 D69 RH GE0002 001 A	Censimento dei punti d'acqua	-
RS3H 00 D69 RH GE0002 002 A	Relazione modellazione idrogeologica	-

5 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nel settore centro-orientale della Regione Sicilia, in prossimità della costa ionica. In particolare, il tracciato in progetto si sviluppa a sud dell'area urbana di Catania, su 5 tratti denominati Stazione di Fontanarossa, Interramento linea Palermo-Catania, Bretella Catania-Siracusa, Bretella Palermo-Siracusa e Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci della lunghezza rispettivamente di circa 1+307 km, 2+703.56 km, 3+370 km, 2+713 km e 1+150 km.

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area di studio è individuabile all'interno del Foglio 270 (Catania) in scala 1:100000 (serie 100V), nella Tavoletta 270-III-NO (Catania Sud), in scala 1:25000 (serie 25V) e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia, nelle sezioni n. 634090 e 634130 in scala 1:10000.

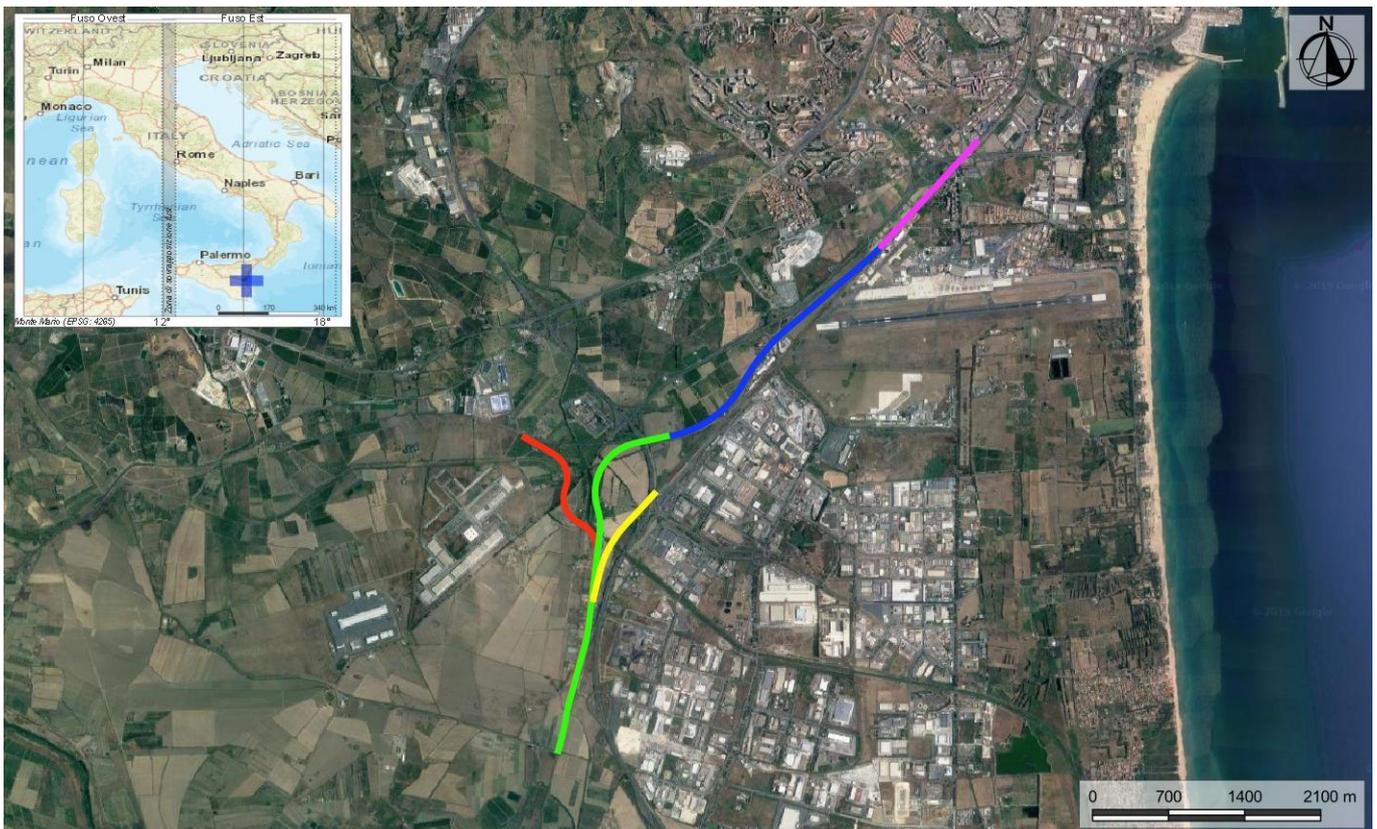


Figura 1 – Corografia in scala 1:70000 dell'area di studio geologico, con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

Dal punto di vista orografico, il tracciato di progetto impegna settori di territorio posti a quote comprese tra 5 m s.l.m. e 25 m s.l.m. circa, mentre le quote progettuali variano da 4 m s.l.m. a 24 m s.l.m. circa. Dal punto di vista morfologico, invece, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di una estesa superficie sub-pianeggiante



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	13 di 167

blandamente immergente verso il litorale ionico, che rappresenta il margine più esterno della Piana di Catania. Verso NW la piana è delimitata da alcuni rilievi basso-collinari e da diverse superfici terrazzate elevate di diversi metri rispetto ai settori di piana.

Il principale elemento idrografico di questo settore di territorio è rappresentato dal Fiume Simeto, un importante corso d'acqua a carattere perenne che scorre in direzione circa E-W un paio di chilometri a sud dell'area di studio. Nella porzione centro-meridionale della zona di intervento, un ulteriore corso d'acqua di una certa rilevanza è rappresentato dal Canale Buttaceto.

6 CAMPAGNA DI INDAGINE

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche disponibili e appositamente realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. L'intero *set* di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

Nel corso del complesso *iter* progettuale sino ad oggi espletato, si sono succedute differenti campagne di indagini geognostiche, nelle quali sono state realizzate sia indagini dirette che indirette. Complessivamente sono state analizzate le seguenti indagini di sito:

- n. 142 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo di cui 53 non attrezzati, 71 strumentati con piezometro e 18 attrezzati per sismica in foro;
- n. 1 sondaggio a distruzione strumentato con piezometro;
- n. 6 pozzetti esplorativi;
- n. 27 prove penetrometriche CPT;
- n. 1 prova penetrometrica DP;
- n. 7 prove MASW.

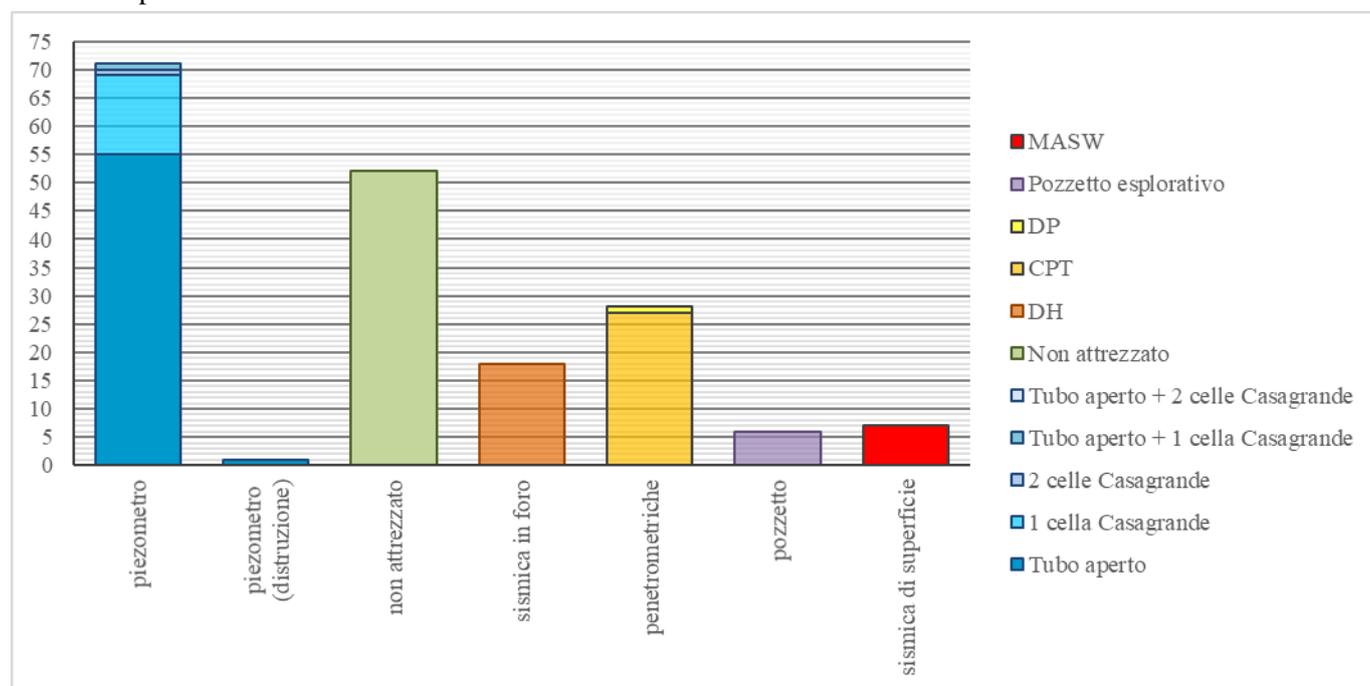


Figura 2 – Grafico mostrante la distribuzione e il numero delle indagini geognostiche a disposizione.

Il numero totale dei campioni di terreno prelevati è di 477, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 185.

6.1 Indagini geognostiche

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi delle indagini relative ai tre distinti lotti con le relative tratte, i punti di ubicazione sono riportati nell'allegata "Carta geologica e profili geologici" (RS3H 00 D69 L5 GE0001 001, RS3H 00 D69 L5 GE0001 002, RS3H 00 D69 L5 GE0001 003).

6.1.1 Sondaggi geognostici

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito di ogni singola fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), quota, strumentazione, profondità (prof), campioni indisturbati (I), campioni rimaneggiati (R), campioni litoidi (L), campioni da prova penetrometrica (SPT), numero prove SPT, numero prove Lefranc/Lugeon (P), numero prove Dilatometriche (D) e numero prove Pressiometriche (Ps)).

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
SD42	2524348	4145909	14.0	Piezometro	40.0	5	5	0	11	11	3	0	0
SD43	2525522	4147636	7.4	Piezometro	40.0	4	4	0	12	12	3	0	0
SD44	2525702	4147869	7.1	Piezometro	30.0	4	3	0	12	12	3	0	0
Totale						13	12	0	35	35	9	0	0

Tabella 1 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 2020, elencati in ordine alfanumerico.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
SD01	2525007	4147426	11.9	Piezometro	40.0	0	0	0	0	0	4	0	0
SD02	2525489	4147150	6.5	Piezometro	50.0	0	6	0	0	0	5	0	0
SD03	2524703	4147581	18.0	Piezometro	40.0	0	0	0	0	0	4	0	0
SD03 bis	2524711	4147574	18.0	Piezometro (distruzione)	19.0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD04	2524619	4146821	13.1	Piezometro	40.0	2	4	0	9	9	4	0	0
SD05	2525519	4146182	5.4	Piezometro	50.0	0	9	0	0	0	5	0	0
SD05 BIS	2525517	4146178	5.4	Piezometro	17.0	0	4	0	0	0	0	0	0
SD06	2524372	4147003	15.4	Piezometro	40.0	0	0	0	0	0	4	0	0
SD07	2524270	4146523	16.0	Piezometro	40.0	4	3	0	9	9	4	0	0
SD08	2523958	4146785	26.5	Piezometro	40.0	0	0	0	0	0	4	0	0
SD09	2524759	4146128	9.9	Piezometro	50.0	0	8	0	0	0	4	0	0
SD10	2524648	4145283	9.7	Piezometro	50.0	0	4	0	0	0	3	0	0
SD11	2523889	4145941	18.1	Piezometro	40.0	5	4	0	9	9	5	0	0
SD12	2523500	4146238	21.5	Piezometro	40.0	0	0	0	0	0	4	0	0
SD13	2524423	4146660	14.0	Sismica in foro	30.0	3	3	0	9	9	3	0	0
SD14	2524113	4146367	16.9	Sismica in foro	30.0	4	4	0	0	8	4	0	0

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S5PZC	2525223	4146777	7.5	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6PZC	2525168	4146753	7.8	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S7PZC	2525113	4146771	8.6	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S8PZC	2525053	4146740	8.7	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S9PZC	2525021	4146761	9.3	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10PZC	2524957	4146731	9.4	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S11PZC	2524916	4146723	9.6	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S12PZC	2525004	4146719	9.0	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S13PZC	2525004	4146735	9.1	Piezometro	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14PZC	2524785	4146735	10.8	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S15PZC	2524759	4146705	10.5	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S16PZC	2524684	4146700	11.3	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S17PZC	2524689	4146664	11.0	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S18PZC	2524651	4146666	11.6	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S19PZC	2525335	4146794	6.6	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S20PZC	2525292	4146766	6.6	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S21PZC	2524819	4146712	10.2	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S22PZC	2524864	4146743	10.2	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S23PZC	2524646	4146471	12.3	Piezometro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S26PZL	2524615	4146467	12.4	Piezometro	15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale						0	0	0	0	5	0	0	0

Tabella 3 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Aeroporto 2017, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
BH1	2521345	4145660	22.0	Piezometro	30.0	3	6	0	0	5	2	0	0
BH2	2522591	4145469	21.0	Piezometro	30.0	3	11	0	0	5	2	0	0
BH3	2523621	4145638	17.0	Piezometro	30.0	3	3	0	0	5	2	0	0
BH4	2524251	4146421	15.0	Piezometro	30.0	3	3	0	0	5	3	0	1
BH5	2524964	4147120	11.0	Piezometro	30.0	3	6	0	0	5	2	0	1
BH7	2522119	4142579	10.0	Piezometro	30.0	3	1	0	0	5	1	0	0
Totale						18	30	0	0	30	12	0	2

Tabella 4 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Interporto 2013, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro				
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps	
S15	2526018	4148197	7.5	Sismica in foro	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale						0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 5 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini *Circumetnea 2013*, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro				
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps	
007	2525213	4148805	44.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
014	2524753	4148257	40.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
015	2524752	4148106	32.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	2525762	4148671	20.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
025	2525613	4148484	18.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
026	2525750	4148393	10.0	Non attrezzato	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	2526037	4147388	4.0	Non attrezzato	30.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	2525045	4148013	26.0	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201	2525001	4147956	24.0	Non attrezzato	14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
202	2525013	4148018	28.0	Non attrezzato	17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
203	2524991	4147982	26.0	Non attrezzato	14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	2526581	4147473	3.1	Non attrezzato	12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
241	2526467	4147247	3.5	Non attrezzato	12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
242	2526340	4147099	3.8	Non attrezzato	12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
257	2525544	4148274	14.5	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
258	2525364	4148387	19.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
259	2525447	4148248	16.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
349	2525936	4146912	5.5	Non attrezzato	17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1424	2525774	4146974	5.0	Non attrezzato	50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	2529465	4152409	10.6	Indagine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	2529488	4152455	8.4	Indagine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	2529527	4152439	4.4	Indagine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
264	2525903	4148711	22.5	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
262	2525926	4148687	22.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	2525868	4148709	22.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
261	2525863	4148680	21.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	2525815	4148666	20.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale						0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 6 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini *PRG 2012*, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S1e	2522500	4143951	11.5	Piezometro	30.0	4	1	0	0	8	2	0	0
S2e	2522227	4142953	8.6	Piezometro	30.0	2	1	0	0	8	0	0	0
Totale						6	2	0	0	16	2	0	0

Tabella 7 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini CT-SR 2012, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S1	2523000	4145376	16.0	Piezometro	30.0	2	0	0	0	2	0	0	0
S2	2522978	4145434	16.5	Piezometro	30.0	3	0	0	0	3	0	0	0
S3	2522961	4145531	18.0	Non attrezzato	30.0	3	0	0	0	3	0	0	0
S4	2522968	4145701	20.0	Piezometro	30.0	3	0	0	0	3	0	0	0
S5	2523021	4145837	20.0	Non attrezzato	20.0	2	0	0	0	2	0	0	0
S6	2523227	4145931	21.8	Non attrezzato	15.0	2	0	0	0	2	0	0	0
S7	2523802	4146262	19.0	Non attrezzato	10.0	1	0	0	0	1	0	0	0
S8	2524036	4146279	17.0	Non attrezzato	10.0	1	0	0	0	1	0	0	0
Totale						17	0	0	0	17	0	0	0

Tabella 8 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Interporto 2010, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S01	2525263	4145727	7.0	Sismica in foro	30.0	0	6	0	0	0	0	0	0
Totale						0	6	0	0	0	0	0	0

Tabella 9 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Palazzina CO.CA. 2009, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S1	2524020	4144358	9.0	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	2523869	4144457	10.2	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3	2523440	4144619	11.5	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S4	2523362	4144630	15.0	Non attrezzato	13.0	1	0	0	0	0	0	0	0
S5	2523075	4144801	14.0	Non attrezzato	14.5	1	0	0	0	0	0	0	0
Totale						2	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 10 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Interporto 2004, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S45	2522322	4143159	8.8	Non attrezzato	10.5	2	0	0	0		0	0	0
S46	2522178	4143183	9.3	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0		0	0	0
Totale						2	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 11 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini CT-SR 2003, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
SA1	2524217	4144285	8.0	Non attrezzato	15.0	1	0	0	0		0	0	0
SA2	2524099	4144212	6.7	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0		0	0	0
SA3	2524231	4144094	6.6	Piezometro	30.0	3	0	0	0		0	0	0
SA4	2524366	4144160	6.6	Non attrezzato	20.0	1	0	0	0		0	0	0
SA5	2524036	4144011	6.1	Piezometro	20.0	0	0	0	0		0	0	0
SA6	2524195	4143988	6.1	Piezometro	26.0	2	0	0	0		0	0	0
SB1	2523385	4145513	17.0	Non attrezzato	20.0	0	0	0	0		0	0	0
SB2	2523273	4145362	16.4	Non attrezzato	30.0	2	0	0	0		0	0	0
SB3	2523095	4145099	15.8	Non attrezzato	20.0	1	0	0	0		0	0	0
SB4	2523044	4145250	15.5	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0		0	0	0
SB5	2523165	4145386	16.5	Piezometro	15.0	0	0	0	0		0	0	0
SB6	2522995	4145431	16.5	Piezometro	30.0	2	0	0	0		0	0	0
Totale						12	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 12 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Interporto 2001, elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro			
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps
S1	2525025	4146485	0.0	Non attrezzato	10.0	2	0	0	0	0	0	0	0
S1F	2525844	4146737	0.0	Non attrezzato	11.0	2	0	0	0	0	0	0	0
S2F	2525944	4146743	0.0	Non attrezzato	6.0	1	0	0	0	1	0	0	0
S3	2525253	4146810	0.0	Non attrezzato	0.0	1	0	0	0	0	0	0	0
S3F	2525855	4146571	0.0	Non attrezzato	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0
S4F	2525706	4146561	0.0	Non attrezzato	10.0	1	0	0	0	0	0	0	0
S7	2525916	4147042	10.5	Piezometro	25.0	1	0	0	0	0	0	0	0
S14	2525837	4147075	10.5	Piezometro	40.0	1	0	0	0	0	0	0	0
S21	2525768	4147094	10.5	Piezometro	25.0	1	0	0	0	0	0	0	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	strumentazione	prof m	campioni				prove in foro				
	X	Y				I	R	L	SPT	SPT	P	D	Ps	
S22	2525658	4147011	5.1	Piezometro	15.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Totale</i>						<i>11</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Tabella 13 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Aeroporto 1998, elencati in ordine alfa-numeric.

6.1.2 Pozzetti esplorativi

Di seguito vengono elencati tutti i pozzetti esplorativi eseguiti nell'ambito della presente fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), quota, profondità, numero dei campioni prelevati).

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	profondità m	campioni
	X	Y			
PZ3	2522063	4145351	21.6	2.5	2
PZ4	2522313	4144754	15.3	2.5	2
PZ5	2522502	4144435	12.6	2.6	2
PZ6	2522396	4143537	10.4	2.5	2
PZ7	2522188	4142798	9.1	2.7	2
PZ8	2522510	4145131	18.0	2.5	2
<i>Totale</i>					<i>12</i>

Tabella 14 - Sintesi dei pozzetti esplorativi realizzati nell'ambito della campagna indagini 2019, elencati in ordine alfa-numeric.

6.1.3 Prove penetrometriche

Di seguito vengono elencate tutte le prove penetrometriche in sito eseguite nell'ambito di ogni singola fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), quota, tipologia di indagine e profondità).

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	tipologia di prova	profondità m
	X	Y			
CPT1	2524756	4146904	12.0	CPT	15.4
CPT2	2523964	4146135	18.3	CPT	15.4
CPT4	2521673	4145575	21.7	CPT	15.3
CPT5	2521935	4145418	22.1	CPT	15.6
CPT6	2522228	4145065	17.9	CPT	15.2
CPT7	2522474	4144198	12.0	CPT	15.5
CPT8	2522452	4143907	11.2	CPT	15.6
CPT9	2522430	4143750	13.8	CPT	15.6
CPT10	2522385	4143477	9.0	CPT	15.7

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
CPT11	2522324	4143337	9.1	CPT	15.3
CPT12	2522561	4145245	18.1	CPT	15.5
CPT13	2522506	4144773	14.3	CPT	15.5
CPT14	2522750	4144665	13.5	CPT	15.5

Tabella 15 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzati nell'ambito della campagna indagini 2019, elencate in ordine alfa-numerico.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
DPSH1	2526327	4146943	3.9	DP	9.2

Tabella 16 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzati nell'ambito della campagna indagini Aeroporto 2017, elencate in ordine alfa-numerico.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
CPT1	2522632	4144427	12.9	CPT	30.0
CPT2	2522101	4142592	9.0	CPT	30.0

Tabella 17 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzati nell'ambito della campagna indagini CT-SR 2012, elencate in ordine alfa-numerico.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
CPTU1	2523837	4144464	10.2	CPT	11.3
CPTU2	2523479	4144611	11.5	CPT	20.5
CPTU3	2523039	4144824	22.0	CPT	20.3
CPTU4	2523235	4144702	14.0	CPT	12.3

Tabella 18 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzati nell'ambito della campagna indagini Interporto 2004, elencate in ordine alfa-numerico.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
PPS1	2525368	4146672	-	CPT	10.0
PPS2	2525772	4146715	-	CPT	10.0
PPS3	2526047	4146748	-	CPT	10.0
PPS4	2524943	4146651	-	CPT	10.4
PPS5	2525259	4146806	-	CPT	11.0
PPS6	2526220	4146607	-	CPT	5.4
PPS7	2525534	4146546	-	CPT	10.2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	tipologia di prova	profondità m
	X	Y			
PPS8	2524949	4146494	-	CPT	10.0

Tabella 19 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzati nell'ambito della campagna indagini Aeroporto 1998, elencate in ordine alfa-numeric.

6.1.4 Indagini geofisiche

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi di tutte le indagini sismiche eseguite nell'ambito di ogni singola fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004 del punto iniziale (a) e del punto finale (b) di ogni singolo stendimento, tipologia di indagine e lunghezza).

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
MASW1	2525482	4147745	2525514	4147780	MASW	48.0
MASW2	2523856	4145928	2523872	4145964	MASW	39.0
MASW3	2523589	4145619	2523622	4145641	MASW	39.0
MASW4	2522495	4145277	2522506	4145324	MASW	48.0
MASW5	2523858	4145735	2523890	4145770	MASW	48.0
MASW	2524311	4146025	2524345	4145995	MASW	46.0
HVSR	2524339	4145997	-	-	HVSR	-

Tabella 20 - Sintesi delle indagini geofisiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini 2019 elencati in ordine alfa-numeric.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
M01	2522533	4144069	2522557	4144166	MASW	100.0

Tabella 21 - Sintesi delle indagini geofisiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini CT-SR 2012 elencati in ordine alfa-numeric.

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il territorio siciliano presenta una conformazione geologica *s.l.* piuttosto articolata e complessa, strettamente legata ai differenti processi geodinamici e morfoevolutivi che si sono verificati nell'area durante il Quaternario (Lentini et al. 1991; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000, 2002), quali l'attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l'attività antropica.

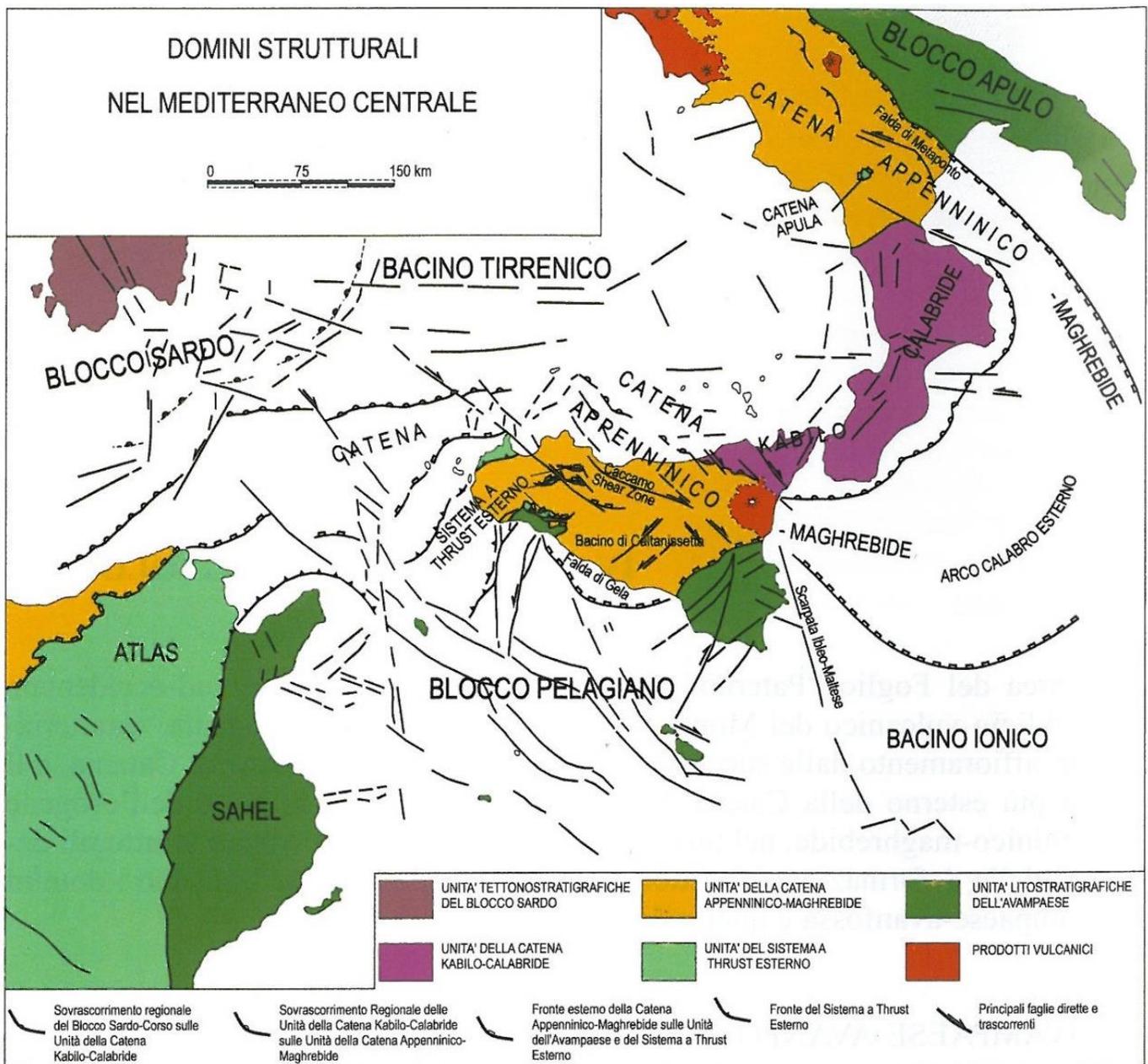


Figura 3 – Domini strutturali ed elementi tettonici nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995, modificato).

Dal punto di vista geologico, le principali strutture che caratterizzano la Sicilia sono (Amodio-Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000):

- l'**Avampaese Ibleo**, affiorante nei settori Sud-orientali dell'isola e caratterizzato da una potente successione carbonatica meso-cenozoica, con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche (Patacca et al. 1979; Lentini et al. 1984);
- l'**Avanfossa Gela-Catania**, affiorante nella porzione orientale della Sicilia e costituita da una spessa successione sedimentaria tardo-cenozoica, parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978; Lentini 1982; Torelli et al. 1998);
- la **Catena Appenninico-Maghrebide**, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma sia di bacino, con le relative coperture flyschoidi mioceniche (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Mostardini & Merlini 1986; Cello et al. 1989; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 1998);
- la **Catena Kabilo-Calabride**, affiorante nei settori Nord-orientali della Sicilia e caratterizzata da un basamento metamorfico di vario grado con le relative coperture sedimentarie meso-cenozoiche, cui si associano le unità ofiolitifere del Complesso Liguride (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Bonardi et al. 1982; Tansi et al. 2007).

Nella sua complessità, il paesaggio fisico della Sicilia è quindi il risultato di una complessa interazione di diversi fattori geologici, tettonici, geomorfologici e climatici che, nel corso del tempo, hanno interessato l'area in esame in maniera differente (Lentini et al. 1995; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000). Nello specifico, l'area di studio ricade nella porzione più orientale dell'isola siciliana, al limite tra il fronte più esterno della Catena Appenninico-Maghrebide ed il dominio dell'Avanfossa Gela-Catania (Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000; Monaco & De Guidi 2006). Tale settore risulta caratterizzato dalla presenza del Monte Etna, un imponente vulcano composito quaternario derivante dall'accumulo di lave e depositi piroclastici (Monaco et al. 2010) eruttati durante gli ultimi 200 ka (Gillot et al. 1994).

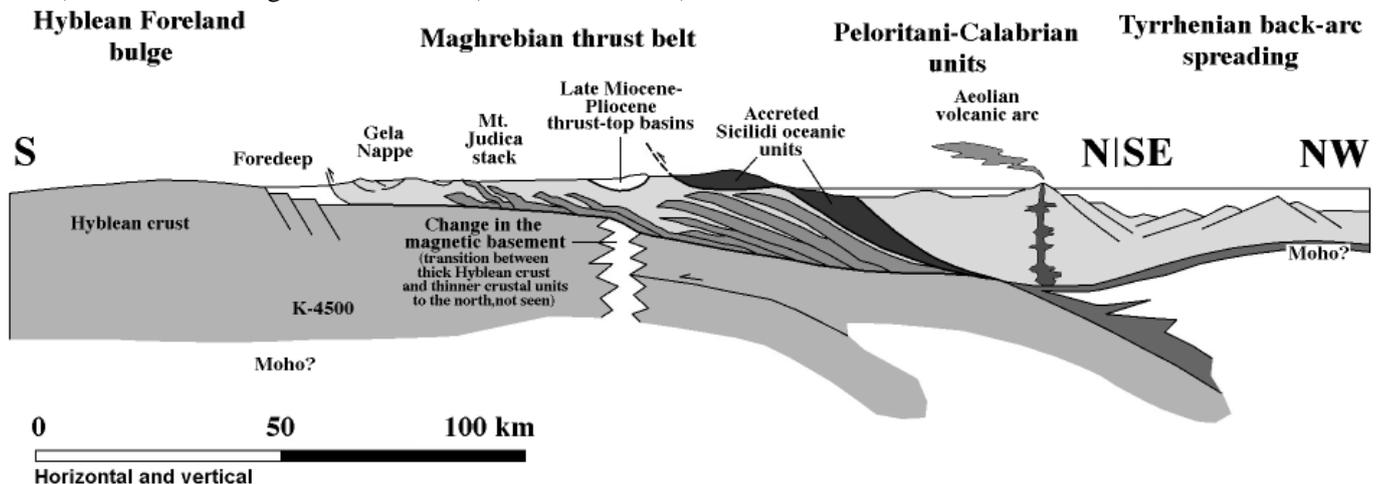


Figura 4 – Sezione semplificata della Sicilia orientale, lungo una sezione estesa dal promontorio Ibleo alla zona antistante al bacino di retro-arco tirrenico più meridionale (da Elter et al. 2003).

La Catena Appenninico-Maghrebide è costituita da un sistema a *thrust* pellicolare con vergenza verso SE nel tratto siculo-maghrebide e ENE in quello appenninico (Monaco et al. 2000; Carbone et al. 2010). Il sistema comprende sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma sia di bacino, con spesse coperture flyschoidi mioceniche probabilmente appartenenti ad un paleomargine afro-adriatico (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Mostardini & Merlini 1986; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 1998; Catalano et al. 2009). Queste ultime formano

differenti orizzonti tettonici sovrapposti e sono interpretabili, essenzialmente, come il prodotto della deposizione di detrito quarzoso sia all'interno del dominio di avanfossa che all'interno di bacini di avampaese di età oligocenica-inframiocenica (Carbone et al. 2007; Catalano et al. 2009).

Tale catena è quindi costituita da una serie di falde più o meno alloctone, totalmente sovrapposte sul Sistema a *Thrust* Esterno (Carbone et al. 2010). Al suo interno, le Unità Sicilidi che ricoprono la porzione sommitale della pila risultano derivanti dal Bacino Alpino-Tetideo che separava il margine europeo dal blocco panormide (Finetti et al. 2005; Carbone et al. 2010), e sono interpretabili come i resti di un cuneo d'accrezione oceanico sovrascorso fino al raggiungimento dell'attuale fronte della catena (Catalano et al. 2009). Ulteriori sequenze oceaniche, riconoscibili nelle unità tettoniche più esterne, invece, sono riferibili al dominio di crosta oceanica, che rappresenta la porzione subdotta dell'originario bacino ionico (Finetti 2005).

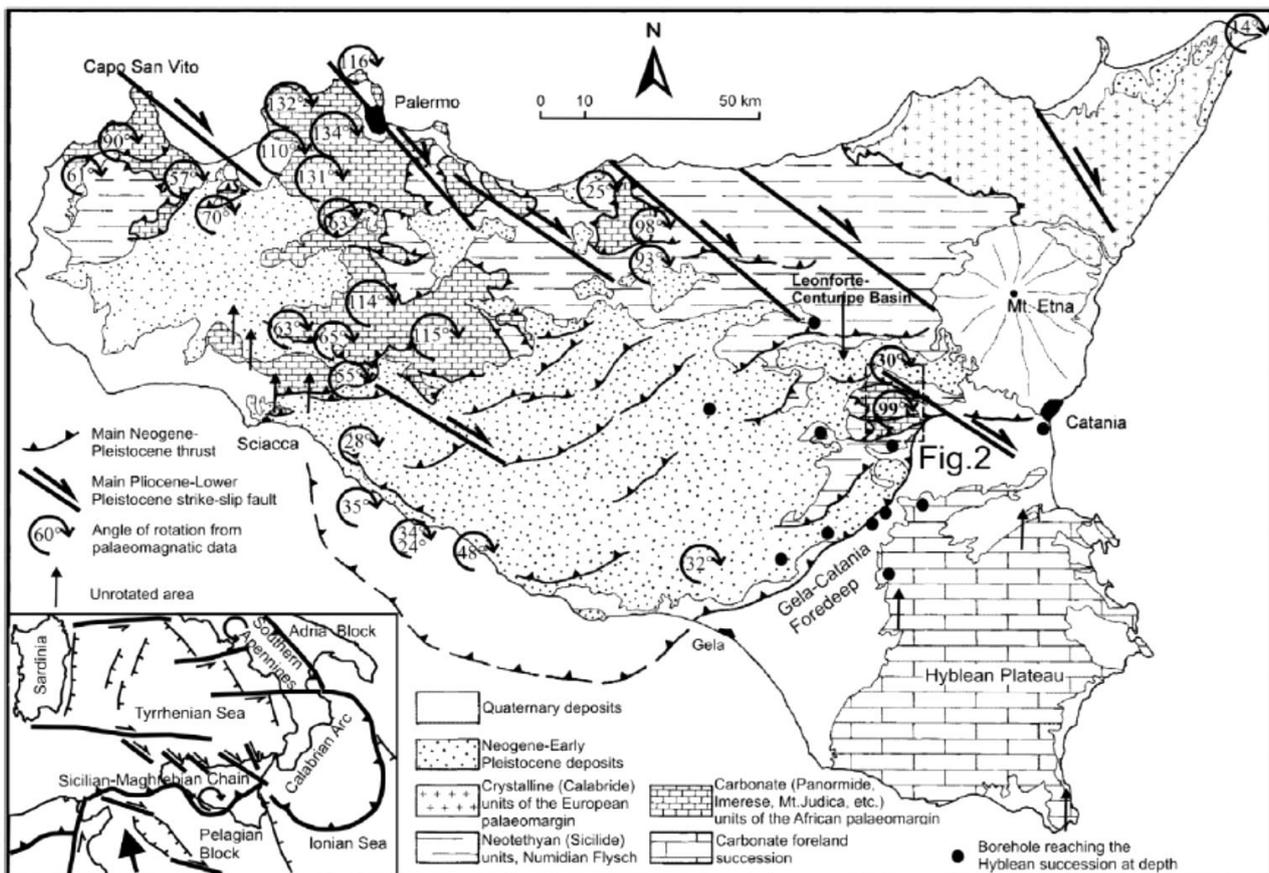


Figura 5 – Carta geologico-strutturale della Sicilia, con evidenze delle rotazioni neogeniche connesse allo sviluppo dell'orogene (da Monaco & De Guidi 2006).

L'Avanfossa Gela-Catania, invece, è rappresentata da una depressione tettonica neogenico-quadernaria delimitata da faglie orientate circa NE-SW (Carbone et al. 1982). La copertura sedimentaria presente all'interno del bacino non è originata unicamente da apporti detritici delle zone di catena, ma mostra caratteri litologici simili a quelli delle successioni plio-quadernarie delle aree di avampaese (Carbone et al. 1982; Bianchi et al. 1987). Una parte della successione plio-pleistocenica di avanfossa è sepolta al di sotto delle coltri alloctone dell'orogene appenninico-maghebide (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978), mentre un'altra porzione si è depositata al tetto dell'alloctono durante le ultime fasi di migrazione verso Sud (Torelli et al. 1998).

7.1 Evoluzione geologica

Ad esclusione del settore peloritano Nord-orientale, la tettonogenesi che ha interessato la Sicilia durante il Cenozoico ha portato le principali unità tettoniche dell'area accavallarsi dalle zone Nord-occidentali verso quelle Sud-orientali, dando vita a un sistema a *thrust and fold* vergente verso SE (Catalano et al. 1996; Bello et al. 2000; Monaco et al. 2000; Lavecchia et al. 2007; Carbone et al. 2010; Broquet 2016). Le falde della Catena Appenninico-Maghrebide si accavallano, quindi, sull'Avampaese Ibleo con modalità simili a quelle che determinano la messa in posto delle coltri appenniniche sul Dominio Apulo (Lentini et al. 1995; Bello et al. 2000).

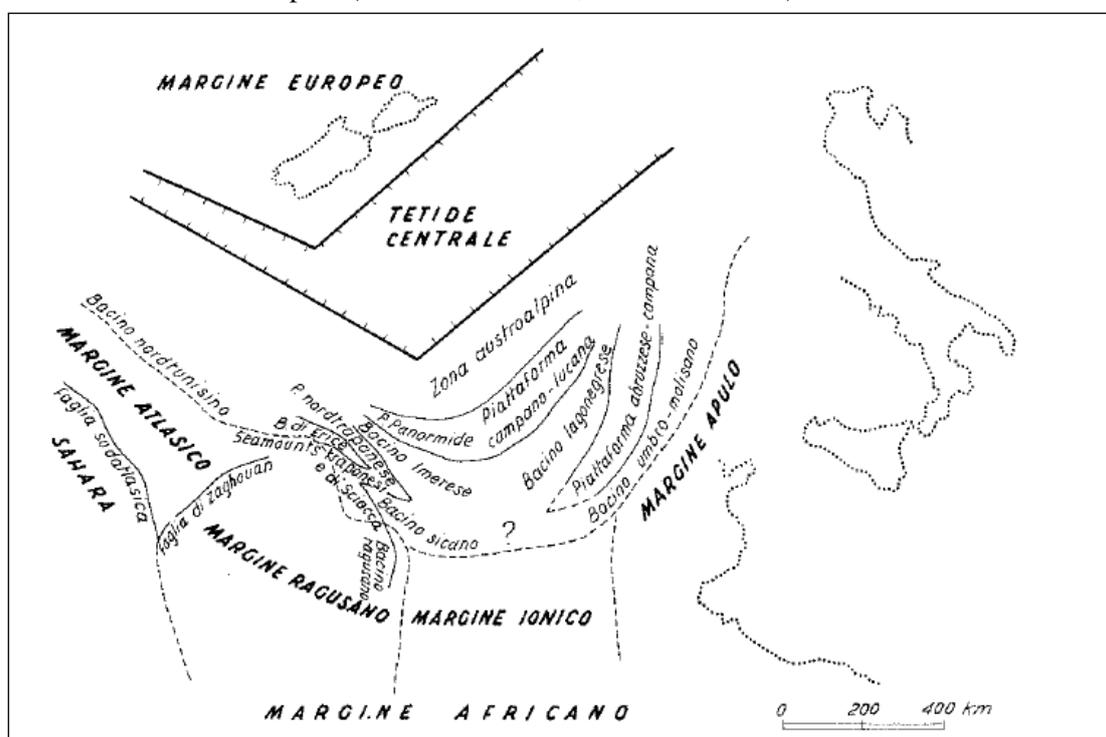


Figura 6 – Ricostruzione palinspastica della Tetide centrale nel Giurassico (da Scandone et al. 1974, modificato).

A partire dal Miocene superiore, la sovrapposizione frontale della catena sulle successioni iblee è stata accompagnata dall'attivazione di *thrust* fuori sequenza e dalla formazione di bacini sedimentari sintettonici nelle depressioni al retro (Di Grande et al. 1976), mentre si individuava il bacino di avanfossa al fronte (Lentini et al. 1990; Butler & Grasso 1993; Bello et al. 2000). Durante la migrazione della catena le unità sovrascorse hanno subito rotazioni orarie di notevole entità (Channell et al. 1980, 1990; Speranza et al. 1999; Monaco & De Guidi 2006), mentre l'attivazione di sistemi di faglie trascorrenti destre, disposte *en-echelon* e orientate NW-SE e WNW-ESE, ha caratterizzato le fasi post-tortoniane dell'orogenesi (Lentini et al. 1991).

Durante il Giurassico, con il processo di separazione continentale che porta all'apertura del settore meridionale della Tetide, si individua un importante bacino intra-cratonico a sedimentazione prevalentemente terrigena, il Bacino di Lercara (Scandone et al. 1974; Catalano et al. 1996). Tale dominio evolve successivamente in due distinte unità paleogeografiche, rappresentate dal Bacino Imerese a Nord e dal Bacino Sicano a Sud (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1976). Questi ultimi, in particolare, risultano separati dall'interposizione della Piattaforma Nord Trapanese, a sua volta sostituita verso Sud dal dominio paleogeografico dei *Seamounts* Trapanesi (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1976).

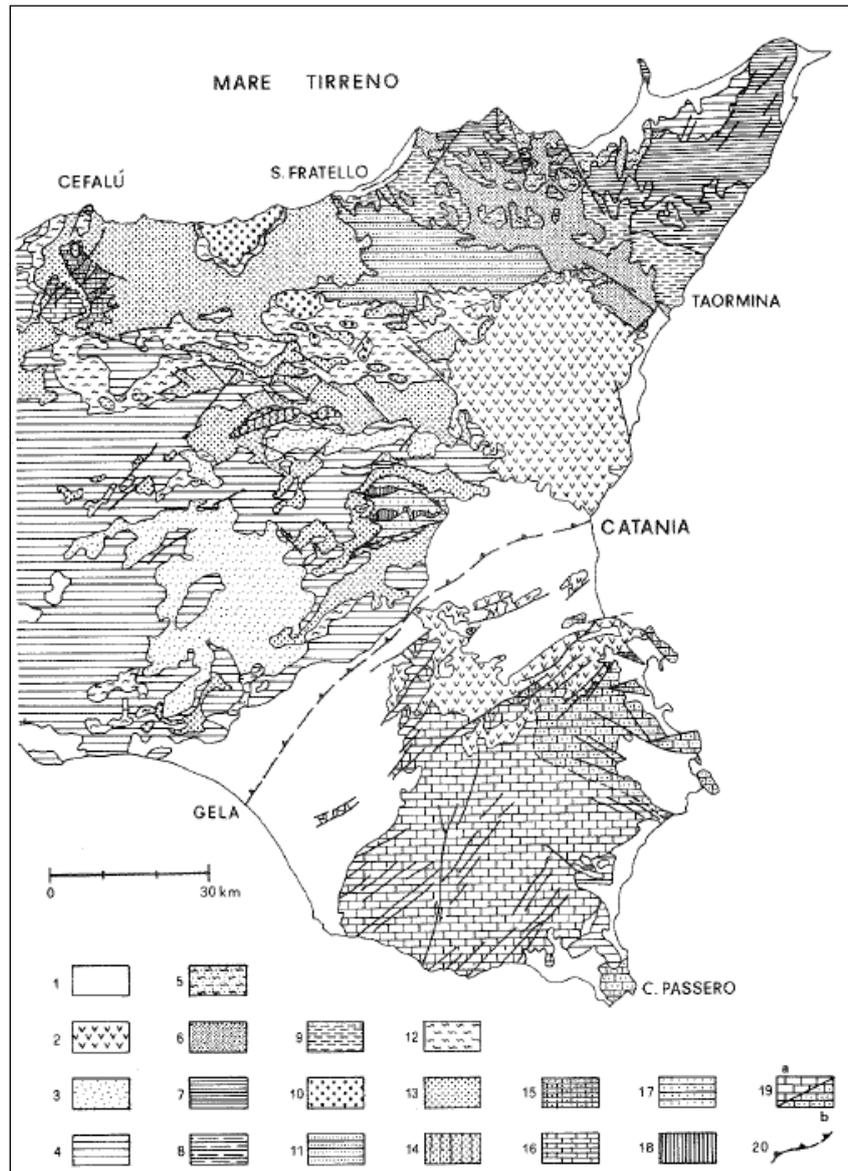


Figura 7 – Schema geologico-strutturale della Sicilia orientale (da Bianchi et al. 1987). 1) Depositi continentali e marini del Quaternario; 2) Vulcaniti basiche dell'Etna e degli Iblei; 3) Depositi clastici (Pliocene medio-superiore); 4) Formazione Terravecchia, Serie Evaporitica e Trubi (Miocene superiore – Pliocene inferiore); 5) Unità Antisicilide (Cretaceo) e Calcareniti di Floresta (Miocene medio); 6) Flysch di Capo d'Orlando (Miocene inferiore); 7) Unità dell'Aspromonte; 8) Unità di Mandanici; 9) Unità cristalline di basso grado e relative coperture sedimentarie mesozoiche; 10) Flysch di Reitano (Miocene inferiore-medio); 11) Flysch di Monte Soro (Cretaceo?); 12) Argille Scagliose sicilidi e Formazione di Polizzi s.s., Flysch Numidico (Unità di Nicosia) e Flysch di Troina-Tusa (Cretaceo – Miocene inferiore); 13) Flysch Numidico sovrapposto ai termini imeresi e panormidi (Oligocene – Miocene medio); 14) Flysch Numidico: Unità Serra del Bosco, ad "affinità sicana" (Oligocene – Miocene medio-superiore); 15) Unità mesozoiche di piattaforma carbonatica del Complesso Panoramide; 16) Unità mesozoiche di bacino del Complesso Imerese; 17) Copertura oligo-miocenica dell'Unità di M. Judica; 18) Successione mesozoica dell'Unità di M. Judica; 19) Avampaese Ibleo: a) successione occidentale (Cretaceo – Miocene superiore), b) successione orientale (Cretaceo superiore – Miocene superiore); 20) Fronte sepolto della Falda di Gela.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	29 di 167

Il processo di dissezione in blocchi della Piattaforma carbonatica Panormide, più interna, inizia nel Giurassico e prosegue fino all'Oligocene inferiore (Scandone et al. 1974). La deformazione dei domini paleogeografici più interni porta, quindi, alla formazione di un primordiale bacino di avanfossa a sedimentazione prevalentemente terrigena, successivamente riconosciuto come Bacino Numidico (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1982; Bianchi et al. 1987). Tra l'Aquitano ed il Langhiano la sedimentazione nel Bacino Numidico si contraddistingue per il carattere regressivo delle successioni che, nella loro porzione sommitale, sono caratterizzate da una sedimentazione di tipo prevalentemente pelitico (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Al contempo, nel Bacino Sicano si instaurano le condizioni per una sedimentazione di ambiente profondo (Catalano et al. 1996).

Nel Langhiano le aree più settentrionali del dominio Imerese subiscono una importante fase tettonica a seguito dell'accavallamento dei terreni più esterni della Piattaforma Panormide su quelli più interni del Bacino Imerese che, a loro volta, si accavallano sui termini più esterni dello stesso (Bianchi et al. 1987). Su queste unità deformate, infine, si vanno a deporre in discordanza i depositi pelagici ed emipelagici del Langhiano superiore mentre, contemporaneamente, le Unità Sicilidi si sovrappongono tettonicamente alle successioni suddette (Bianchi et al. 1987; Catalano et al. 1996; Bello et al. 2000).

Alla fine del Messiniano, la conformazione paleogeografica dei diversi domini individuati determina la formazione di un'area con ridotta circolazione delle masse d'acqua, che porta un progressivo abbassamento del livello del mare ed alla formazione di complessi sistemi di scogliera (Lentini et al. 1991). Questi ultimi, in seguito al verificarsi della crisi di salinità, vengono ricoperti dalla sedimentazione delle successioni gessoso-evaporitiche mioceniche (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991).

Successivamente, nel Pliocene inferiore, si instaurano nuovamente condizioni marine normali, come testimoniato dalla sedimentazione della successione dei Trubi, rocce biancastre marnoso-calcaree tipiche di un ambiente marino relativamente profondo (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore si ha un sollevamento complessivo dell'area, mentre la porzione più settentrionale della catena subisce un generale sollevamento e un successivo smembramento in blocchi lungo linee tettoniche ad andamento NW-SE e NE-SW (Ghisetti & Vezzani 1984), che determinano sollevamenti differenziati da luogo a luogo (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991).

Alla fine del Pleistocene si assiste, quindi, alla definitiva emersione della Catena Appenninico-Maghrebide, in concomitanza con i sollevamenti regionali che coinvolgono anche ampi settori di avanfossa ed avampaese (Bianchi et al. 1987; Monaco et al. 2002). I terrazzi quaternari, distribuiti a varie quote lungo la fascia costiera, testimoniano le oscillazioni eustatiche del livello medio marino e i movimenti tettonici a prevalente componente verticale verificatisi in questo ultimo periodo (Lentini et al. 1991; Monaco et al. 2002).

7.2 Apparato vulcanico del Monte Etna

Il Monte Etna è un complesso vulcanico quaternario derivante dall'accumulo d'ingenti quantitativi di lave e depositi piroclastici (Monaco et al. 2010), eruttati durante gli ultimi 200 ka (Gillot et al. 1994). Con una copertura areale di circa 1260 km² ed una quota di ben 3350 m s.l.m., esso rappresenta uno dei maggiori vulcani attivi di tutta l'area mediterranea, nonché il più grande d'Europa (Carbone et al. 2009).

Dal punto di vista geologico, il M. Etna si colloca lungo il margine meridionale della Catena Appenninico-Maghrebide, al di sopra di una successione pelitica del Pleistocene inferiore-medio deposta sul bordo deformato del Blocco Pelagiano (Lentini 1982; Monaco et al. 2010). In particolare, l'area dell'apparato vulcanico rappresenta una parte del *footwall* del sistema di faglie normali che, nel tardo Quaternario (Monaco et al. 1997; Nicolich et al. 2000; Argnani & Bonazzi 2005), ha parzialmente riattivato la Scarpata Maltese (Monaco et al. 2010).

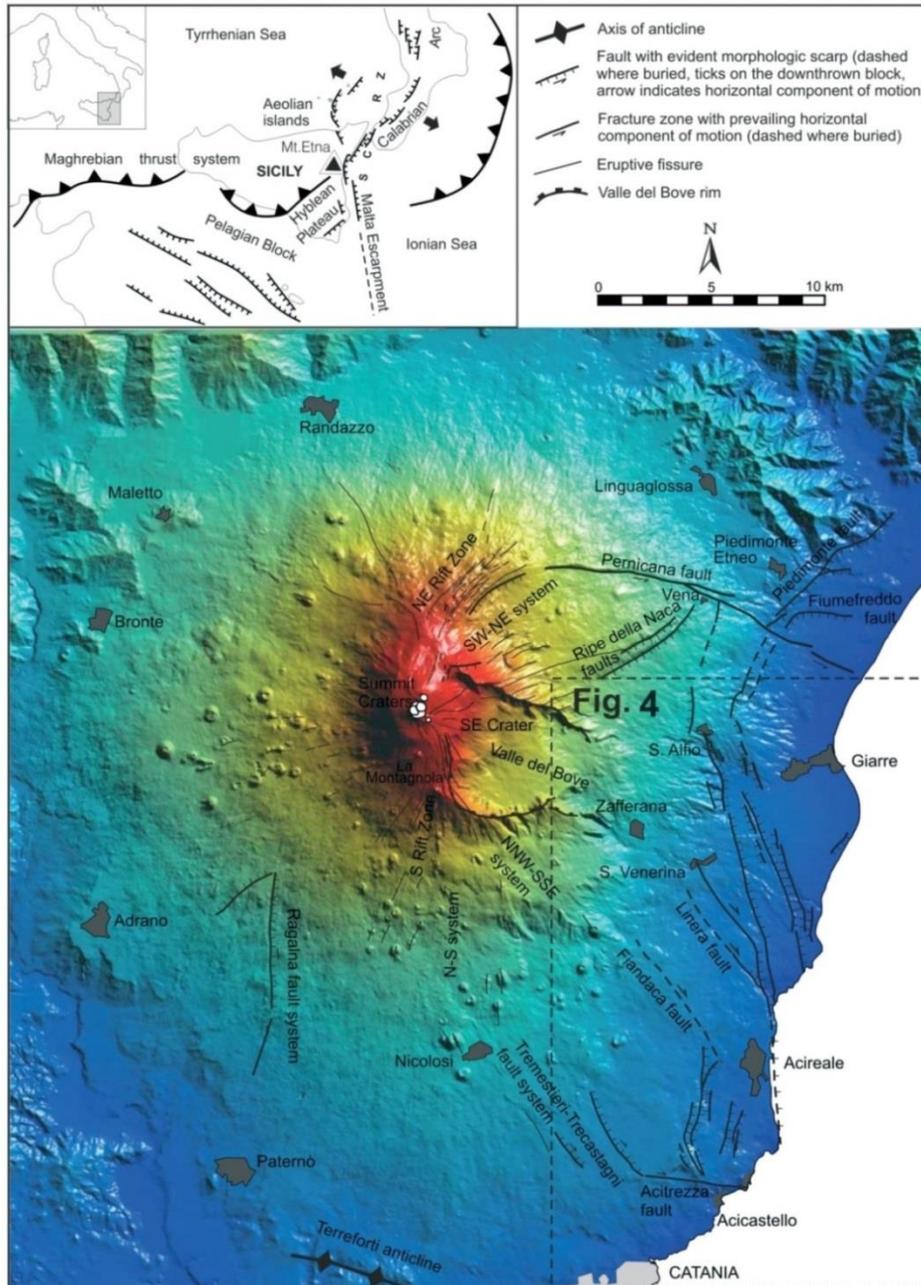


Figura 8 – Mappa delle strutture tettoniche attive del M. Etna. Il riquadro mostra l'area del Mediterraneo centrale e l'ubicazione del M. Etna lungo la *Siculo-Calabrian Rift Zone* (Monaco & Tortorici 2000); le frecce indicano la direzione di estensione regionale media, le linee con i tratti corrispondono alle principali faglie normali quaternarie, le linee con i triangoli il fronte del sistema a *thrust* Siculo-Maghrebide (da Monaco et al. 2010).

La tettonica estensionale è stata, quindi, il principale fattore di controllo dell'evoluzione spazio-temporale del magmatismo del M. Etna (Monaco et al. 2010). Infatti, la presenza di un sistema di faglie normali a carattere regionale, insieme a condizioni favorevoli per la fusione del mantello (Tanguy et al. 1997; Clocchiatti et al. 1998) e alle specifiche caratteristiche sismo-tettoniche dell'area (Monaco et al. 1995, 1997, 2005; Azzaro 1999; Patanè et



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	31 di 167

al. 2004), suggeriscono che il vulcanismo del M. Etna è probabilmente una diretta conseguenza dell'estensione regionale dovuta a processi di *rifting* incipienti (Ellis & King 1991; Monaco et al. 1997, 2010). In alternativa, i processi estensionali potrebbero essere collegati al movimento verticale di materiale astenosferico lungo il bordo Sud-occidentale dello *slab* Ionico, subdotto al di sotto della litosfera Tirrenica (Doglioni et al. 2001).

I primi studi sulle caratteristiche geologiche del M. Etna risalgono alla seconda metà del XIX secolo, quando alcuni studiosi diedero inizio alle ricerche sistematiche sul vulcano e sulla sua storia recente (Gemmellaro 1858; Lyell 1859; Waltershausen 1880). In particolare, è proprio in questo periodo che viene redatta la prima carta geologica del M. Etna (Waltershausen 1880), in cui si evidenzia la presenza di due distinti edifici vulcanici sovrapposti, il Trifoglietto ed il Mongibello.

A distanza di circa un secolo, sulla scorta di alcuni rilievi di dettaglio nella Valle del Bove (Klerkx 1968), viene quindi proposta una suddivisione dell'evoluzione geologica dell'Etna in cinque fasi (Rittmann 1973), successivamente utilizzate per la stesura della Carta Geologica del Monte Etna (AA.VV. 1979). La prima fase è definita "Attività vulcanica pre-Etna" e corrisponde ad un lungo periodo di attività fissurale ad affinità tholeiitico-transizionale (Tanguy et al. 1997), i cui prodotti affiorano in maniera discontinua lungo la periferia meridionale del vulcano. Le quattro fasi successive sono collegate, invece, alla crescita ed allo sviluppo dell'edificio centrale, formato dalla sovrapposizione di quattro stratovulcani (Rittmann 1973): "Calanna", "Trifoglietto I", "Trifoglietto II" e "Mongibello". I primi tre sono situati nella zona attualmente occupata dalla Valle del Bove e rappresentano, quindi, l'ossatura dell'attuale edificio vulcanico del Mongibello.

Negli anni seguenti, viene proposta una suddivisione dell'attività vulcanica etnea in quattro fasi (Romano 1982), successivamente vincolate temporalmente da una serie di datazioni radiometriche col metodo K/Ar (Gillot et al. 1994). La prima fase, detta delle "Lave subalcaline di base", è caratterizzata da vulcaniti ad affinità tholeiitica e transizionale (Tanguy et al. 1997). Tale fase raggruppa le prime manifestazioni eruttive sottomarine (*pillows* e ialoclastiti) localizzate lungo la costa ionica tra Aci Castello e Aci Trezza, con un'età compresa tra 580 e 460 ka, e le lave subaeree del basso versante SW del vulcano, con un'età compresa tra 320 e 250 ka. Durante la seconda fase, quella dei "Centri eruttivi alcalini antichi", si assiste al passaggio ad un'attività di tipo centrale, con prodotti ad affinità alcalino-Na. In questa fase, che presenta un'età compresa tra 170 e 100 ka, si forma inizialmente un vasto vulcano a scudo esteso dal F. Alcantara al F. Simeto, e quindi tre piccoli stratovulcani denominati Monte Po, Calanna e Trifoglietto I.

La terza fase, del "Trifoglietto", ha inizio circa 100 ka fa con la formazione di piccoli edifici vulcanici posti nel settore Sud-occidentale della Valle del Bove, caratterizzati dall'emissione di prodotti a composizione da intermedia a differenziata (Cristofolini & Romano 1982). La quarta fase, detta del "Mongibello", si identifica con la strutturazione dell'attuale edificio vulcanico e ha inizio circa 35 ka fa nel settore posto a NW del complesso vulcanico del Trifoglietto. L'attività eruttiva di questa fase viene suddivisa in due distinti periodi (Romano 1982): il "Mongibello Antico", formato dai vulcani Ellittico e Leone, e il "Mongibello Recente", che comprende tutti i prodotti messi in posto negli ultimi 15 ka.

Nell'ultimo decennio del XX secolo, le attività di rilevamento per la stesura della nuova carta geologica di Italia in scala 1:50000 hanno portato a una ricostruzione più dettagliata dell'assetto geologico del versante orientale del M. Etna mediante l'utilizzo di unità stratigrafiche a limiti inconformi (Pasquarè et al. 1992). Sulla scorta di tali dati, è stato quindi sviluppato un nuovo modello evolutivo per la storia geologica del M. Etna (Branca et al. 2004), basato su quattro fasi principali che evidenziano lo sviluppo spazio-temporale dell'attività eruttiva del vulcano (Carbone et al. 2010).

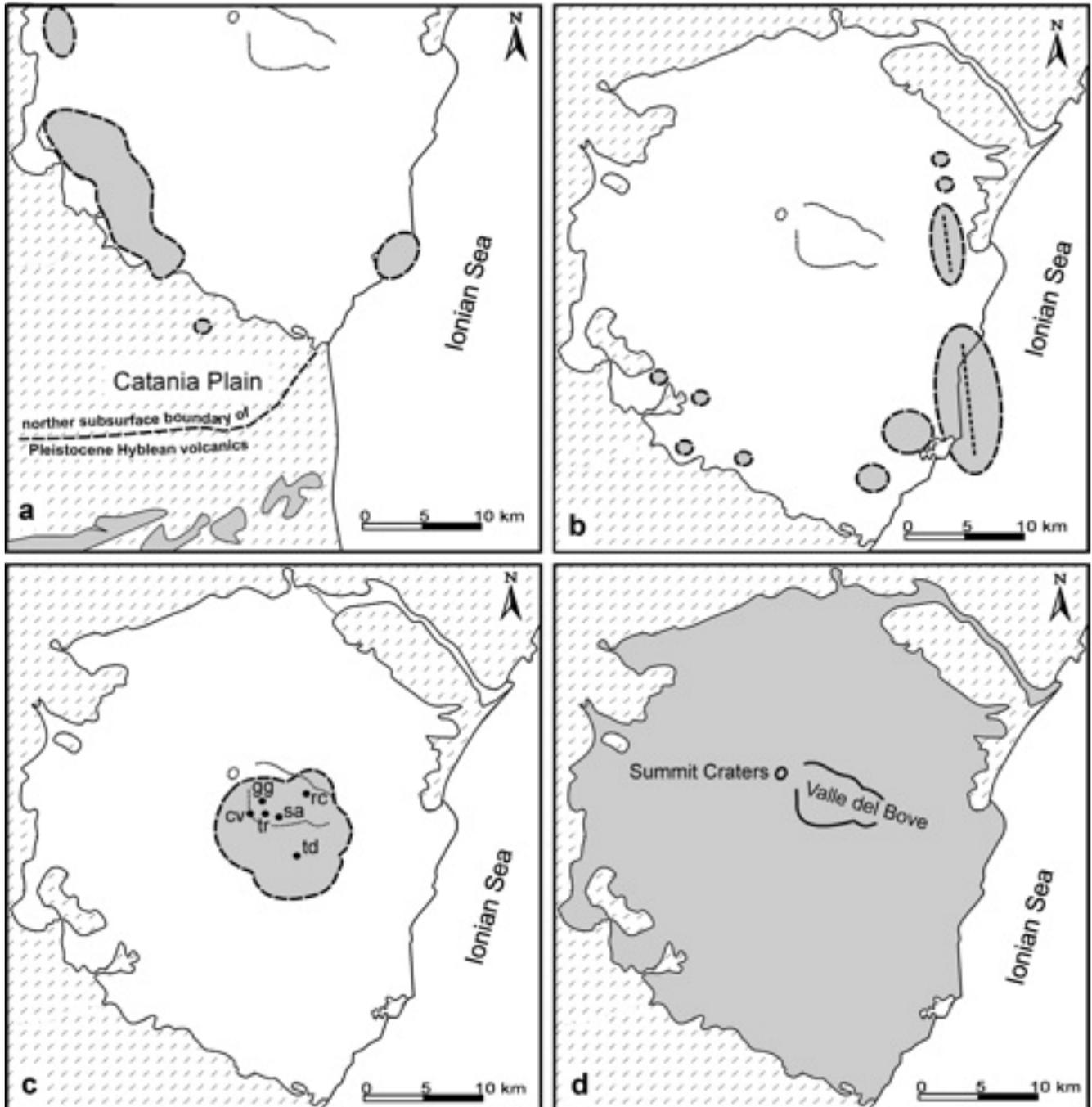


Figura 9 – Rappresentazione schematica delle fasi evolutive del M. Etna sulla scorta dei rilievi geologici condotti alla fine del XX secolo: a) Fase delle Tholeiiti di Base; b) Fase delle Timpe; c) Fase dei Centri della Valle del Bove, td=Tarderìa, rc=Rocche, tr=Trifoglietto, gg=Giannicola, sa=Salifizio, cv=Cuvigghiuni; d) Fase Stratovulcano (da Branca et al. 2004).

La prima fase, denominata “Tholeiiti di Base” (Branca et al. 2004), presenta uno stile eruttivo molto simile a quello del vulcanismo infra-pleistocenico del margine settentrionale del *Plateau* Ibleo (Schmincke et al. 1997). Le



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	33 di 167

manifestazioni vulcaniche più antiche di questa fase, rinvenibili in una ristretta area compresa tra Aci Castello e Aci Trezza, sono rappresentate sia da intrusioni superficiali che da effusioni laviche sottomarine ad affinità tholeiitica, verificatesi in acque poco profonde mentre era ancora in atto la sedimentazione delle argille grigio-azzurre del Pleistocene inferiore-medio (Carbone et al. 2010).

Le datazioni radiometriche condotte col metodo Ar^{40}/Ar^{39} hanno evidenziato che la fase delle "Tholeiiti di Base" è iniziata circa 500 ka fa (De Beni et al. 2005), mentre uno *hiatus* di circa 200 ka separa i primi prodotti sottomarini dall'attività successiva, che diviene subaerea a causa del graduale sollevamento dell'area (Di Stefano & Branca 2002). Durante questo periodo, le eruzioni a carattere fissurale determinano la formazione di un *plateau* lavico esteso per circa 18 km in direzione NW-SE, posto nel settore Sud-occidentale della zona etnea tra i centri abitati di Adrano e Paternò (Carbone et al. 2010).

La seconda fase, detta delle "Timpe" (Branca et al. 2004), inizia circa 225 ka fa ed è caratterizzata da un graduale cambiamento nel chimismo dei prodotti vulcanici, da sub-alcalino ad alcalino-Na. L'attività eruttiva è di tipo fissurale e risulta concentrata nella zona Sud-orientale dell'edificio vulcanico in corrispondenza del sistema di faglie delle Timpe, che costituisce la prosecuzione settentrionale della Scarpata Maltese (Scandone et al. 1981; Torelli et al. 1998). Proprio la tettonica distensiva di questo sistema di faglie ha permesso una risalita più efficiente del magma dal mantello, portando alla formazione di un vulcano a scudo esteso per circa 15 km lungo la costa fino al Simeto di Moscarello. Inoltre, durante questa fase si assiste anche a sporadiche eruzioni monogeniche lungo la periferia meridionale dell'edificio vulcanico, i cui prodotti sono attualmente rappresentati da limitati affioramenti di lave e coni di scorie.

Con la terza fase, denominata "Centri della Valle del Bove" (Branca et al. 2004), si assiste al cambiamento dell'attività eruttiva, che diviene di tipo centrale. Le datazioni radiometriche col metodo Ar^{40}/Ar^{39} hanno evidenziato che il passaggio tra la fase delle Timpe e quella dei Centri della Valle del Bove si è verificato tra i 130 ed i 120 ka fa, praticamente senza *hiatus* temporali (De Beni et al. 2005). In questa fase si verifica, quindi, la migrazione del sistema di alimentazione dei magmi etnei nell'area occupata dalla Valle del Bove, probabilmente a causa dello spostamento del regime distensivo del sistema di faglie delle Timpe (Carbone et al. 2010).

A causa della migrazione del sistema di alimentazione si verifica un marcato incremento del tasso di emissione di magma, che favorisce la stabilizzazione del sistema di alimentazione e porta alla formazione di una serie di piccoli centri vulcanici compositi. I primi edifici centrali riconosciuti per la fase dei "Centri della Valle del Bove" sono rappresentati dai vulcani di Tarderìa, Rocche e Trifoglietto, posti rispettivamente a Sud della Valle del Bove e nei settori NE e SW della stessa. La successiva attività eruttiva porta, invece, alla formazione degli apparati vulcanici di Giannicola Grande, Salifizio e Cuvigghiuni, sovrapposti ai prodotti del Trifoglietto e situati nel settore SW della Valle del Bove (Branca et al. 2004; Carbone et al. 2010).

La quarta ed ultima fase, detta dello "Stratovulcano" (Branca et al. 2004), è caratterizzata dallo spostamento verso NW del sistema di alimentazione dell'apparato vulcanico rispetto all'asse eruttivo del Trifoglietto. Si assiste, quindi, alla definitiva stabilizzazione del sistema di alimentazione dei magmi etnei ed alla conseguente formazione del centro eruttivo dell'Ellittico, che rappresenta la struttura principale dell'attuale edificio vulcanico (Carbone et al. 2010). Le vulcaniti dell'Ellittico, la cui attività inizia tra gli 80 ed i 60 ka fa (Tric et al. 1994), sono caratterizzate da un ampio spettro di variazione e comprendono prodotti vulcanici variabili da hawaiiiti a trachiti (D'Orazio et al. 1997). Tali vulcaniti poggiano in discordanza angolare su una superficie di erosione formatasi a spese dei prodotti del vulcano Rocche, nella parete Nord della Valle del Bove, e del vulcano Cuvigghiuni, nella parete Sud-occidentale.

L'attività eruttiva dell'Ellittico termina circa 15 ka fa con l'emissione di un magma trachitico (D'Orazio et al. 1997), messo in posto durante un'intensa fase esplosiva contraddistinta da eruzioni Pliniane (Coltelli et al. 2000)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	34 di 167

che hanno causato la formazione di una caldera di forma ellittica di circa 3.5x2.5 km (Cratere Ellittico di Waltershausen 1880). I prodotti della fase esplosiva si rinvencono in *facies* prossimale lungo la parete occidentale della Valle del Bove, presso Punta Lucia e Pizzi Deneri, e in *facies* distale lungo il fianco orientale del vulcano, dove sono costituiti da depositi pomicei di caduta (Coltelli et al. 2000), e sul versante Sud-occidentale dello stesso, dove sono rappresentati da un deposito piroclastico di flusso denominato Ignimbrite di Biancavilla-Montalto (De Rita et al. 1991).

I prodotti vulcanici messi in posto successivamente alla formazione della caldera dell'Ellittico ricoprono gran parte dell'attuale M. Etna e hanno portato alla formazione dell'attuale edificio vulcanico, il Mongibello (Carbone et al. 2010). Le vulcaniti relative a questa attività eruttiva sono rappresentate, essenzialmente, da colate laviche a composizione hawaiana (Corsaro & Pompilio 2004), emesse sia dalle bocche sommitali che dai numerosi apparati eruttivi parassiti presenti sui fianchi del vulcano (Villari et al. 1988; Del Carlo & Branca 1998). Questi ultimi, in particolare, seguono alcuni allineamenti principali dettati dalla tettonica, come i *Rift* di NE e di S che rappresentano i maggiori sistemi di intrusione magmatica dell'edificio vulcanico etneo (Mc Guire & Pullen 1989).

Nelle prime fasi di crescita del Mongibello, intorno ai 10 ka fa, si è verificato il collasso gravitativo di una estesa porzione del fianco orientale del vulcano (Calvari et al. 1998, 2004), che attraverso una serie di frane coalescenti ha portato alla formazione della nota Valle del Bove (Carbone et al. 2010). I depositi derivanti tale fenomeno di collasso si rinvencono tra i centri abitati di Milo e Pozzillo, a Est della Valle del Bove (Calvari et al. 1998), dove vanno a formare un esteso deposito detritico-alluvionale denominato "Chiancone" (Romano 1982; Calvari & Gropelli 1996).

L'attività eruttiva del Mongibello è prevalentemente di tipo effusivo, anche se non mancano le evidenze di numerose eruzioni esplosive dovute prevalentemente all'attività vulcanica dei crateri sommitali. Tra i 12 ka fa ed il presente, infatti, si è formata una importante successione piroclastica costituita da depositi di caduti di origine sub-Pliniana (Del Carlo et al. 2004), ampiamente affioranti sul versante orientale dell'apparato vulcanico. La maggiore eruzione esplosiva, di intensità Pliniana, è avvenuta nel 122 a.C. (Coltelli et al. 1998) e ha prodotto uno spesso accumulo di depositi di caduta che hanno ricoperto buona parte del versante Sud-orientale del M. Etna, causando gravi danni all'antica città di Catania. È proprio a questa eruzione che può essere riferita la formazione della Caldera del Piano, una estesa struttura di collasso sommitale di circa 2 km di diametro, all'interno della quale i prodotti dell'attività eruttiva recente hanno formato l'attuale cono del Mongibello.

Per quanto concerne la successione stratigrafica, gli studi effettuati hanno evidenziato che il substrato dell'apparato vulcanico è rappresentato, nei settori settentrionali e occidentali, dalle unità tettoniche frontali della Catena Appenninico-Maghrebide e dalle relative coperture neogeniche (Monaco et al. 2010). Nei settori meridionali e orientali, invece, il substrato della struttura vulcanica è costituito da una spessa successione regressiva pleistocenica (Ogniben 1966; Kieffer 1971; Lanzafame et al. 1999; Di Stefano & Branca 2002), contenente livelli di vulcaniti tholeiitiche (Monaco et al. 2010).

La successione pleistocenica è costituita dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre, dalle Sabbie e ghiaie di Villaggio S. Giorgio e dalle Ghiaie di M. Tiriti (Carbone et al. 2009). La deposizione delle Argille grigio-azzurre, iniziata prima dell'attività vulcanica del M. Etna, è proseguita anche durante la fase delle Tholeiiti di Base, come evidenziato dall'età radiometrica delle lave sottomarine intercalate ai depositi argillosi nell'area di Aci Castello (Gillot et al. 1994; De Beni 2004; De Beni et al. 2005). Le Ghiaie di M. Tiriti, invece, contengono clasti vulcanici riferibili alle prime lave subaeree del M. Etna, a composizione tholeiitica (Chester & Duncan 1982). Infine, la successione pleistocenica è ricoperta in discordanza dai depositi alluvionali della parte terminale del Pleistocene medio (Lanzafame et al. 1997), che testimoniano una fase erosiva connessa al sollevamento dell'area.

7.3 Caratteristiche stratigrafiche

Il settore di studio ricade nella porzione nord-orientale della Piana di Catania, nell'area compresa tra la costa ionica a Est, il Fiume Simeto a Sud e i rilievi basso collinari di Villaggio San Giorgio a NW. I settori di piana sono caratterizzati dalla presenza di spesse successioni clastiche quaternarie, di origine continentale, transizionale e marina, mentre i rilievi collinari sono costituiti da una spessa successione regressiva pleistocenica, localmente ricoperta da lembi di depositi quaternari terrazzati (Monaco & Tortorici 1999; Carbone et al. 2009). Per maggior chiarezza, nel seguito vengono descritte tutte le unità affioranti nella zona di Catania e nella Piana del Fiume Simeto, nonostante i termini vulcanici del M. Etna non si rinvenivano direttamente nei settori di studio.

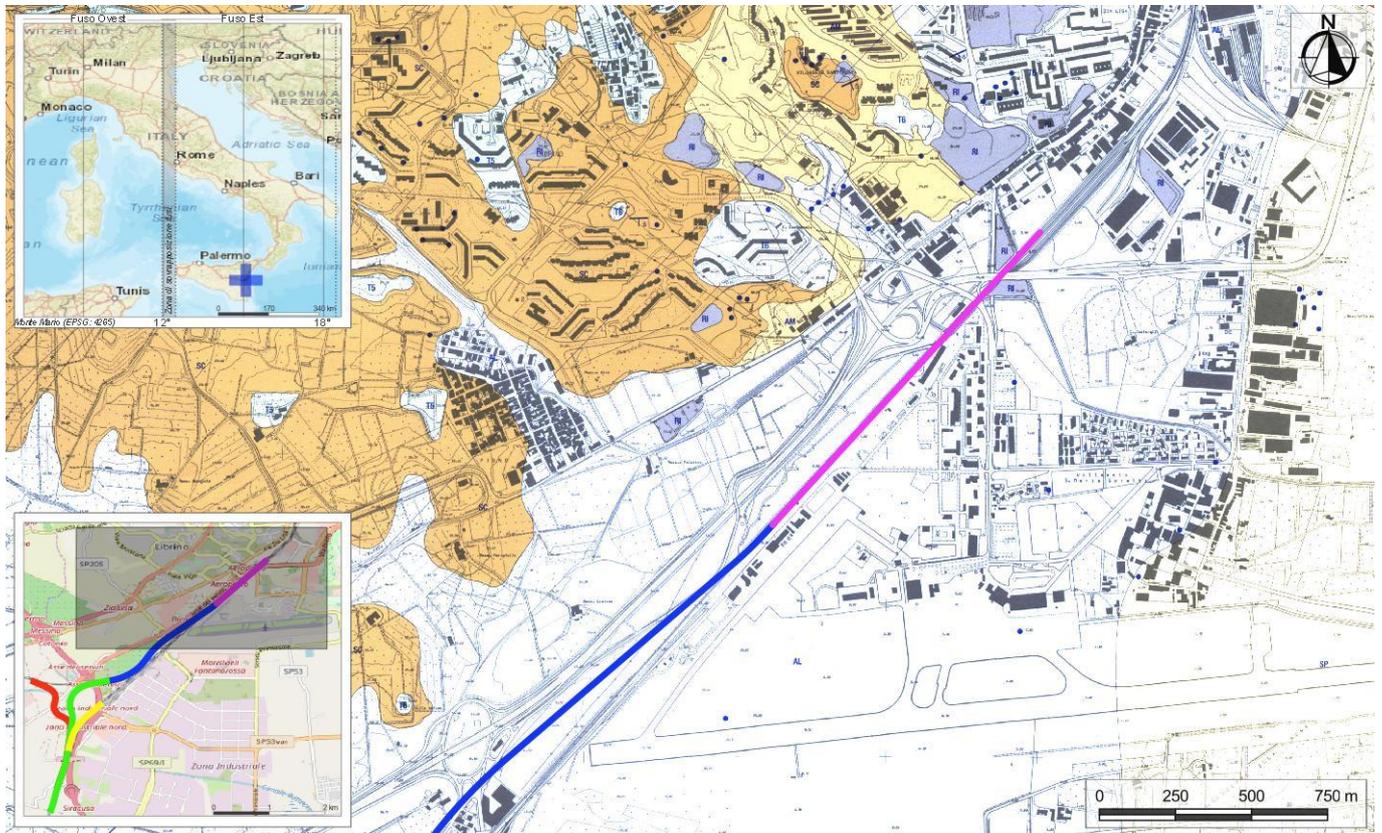


Figura 10 – Stralcio cartografico della Carta geologica dell'area urbana di Catania (da Monaco & Tortorici 1999), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”). Legenda: AM) Depositi marini del ciclo infra-medio-pleistocenico – argille siltoso, marnose; SC) Depositi marini del ciclo infra-medio-pleistocenico – sabbie quarzose; T4) Depositi d'ambiente continentale e transizionale – terrazzo di Cibali; T5) Depositi d'ambiente continentale e transizionale – terrazzo di Corso Indipendenza; T6) Depositi d'ambiente continentale e transizionale – terrazzo di Acquicella; AL) Depositi d'ambiente continentale e transizionale – alluvioni recenti ed attuali; SP) Depositi d'ambiente continentale e transizionale – depositi di spiaggia; RI) Materiale di scarto e riporto.

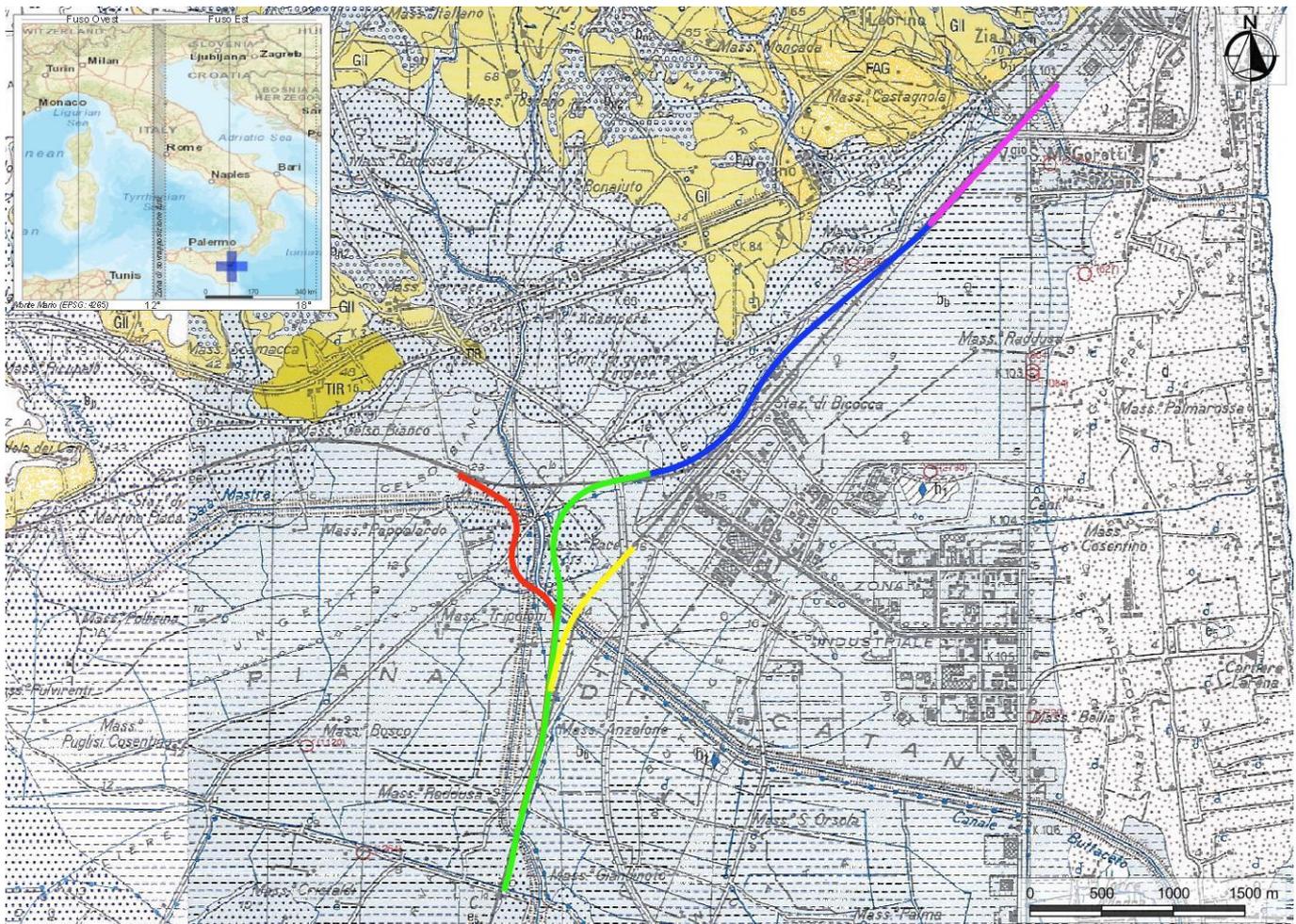


Figura 11 – Stralcio della Carta geologica d’Italia 1:50000, foglio 634 Catania (da ISPRA 2009), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merce”). Legenda: FAG) Formazione delle argille grigio-azzurre; GII) Sabbie e ghiaie di Villaggio S. Giorgio; TIR) Ghiaie di M. Tiriti; bn2) Depositi alluvionali terrazzati di II ordine; bn1) Depositi alluvionali terrazzati di I ordine; bb) Depositi alluvionali recenti; e5) Depositi palustri; ba) Depositi alluvionali attuali; d) Depositi eolici; g2) Depositi di spiaggia; h1) Depositi antropici.

Con diretto riferimento a quanto riportato nella Carta Geologica d’Italia in scala 1:50000 (Carbone et al. 2009), le successioni stratigrafiche presenti nell’area di interesse possono essere distinte, dal basso verso l’alto, in:

- **Depositi subetnei e vulcaniti di Acì Trezza:** sono costituiti da quattro successioni infra-pleistoceniche, di genesi sia vulcanica che sedimentaria:
 - **Formazione delle Argille grigio-azzurre** (Pleistocene inferiore – Pleistocene medio): argille e argille marnose di colore grigio-azzurro (FAG), massive o a stratificazione poco evidente, con sottili intercalazioni di lenti sabbiose fini, più frequenti e spesse verso l’alto, e argille sabbiose ricche di grossi molluschi al passaggio con le soprastanti sabbie. Locali e discontinue intercalazioni sottili e lenticolari di tufi gradati. Contengono microfaune a *Bulimina etnea*, *B. elegans marginata*, *Neogloboquadrina*

pachyderma, *Globigerina calida* e nannofossili caratterizzati da *Pseudoemiliana lacunosa*, *Gephyrocapsa oeoanica s.l.*, *Gephyrocapsa sp.3*. La base della formazione non è affiorante. Si tratta di depositi di ambiente di pro-delta regressivo, con uno spessore in affioramento di circa 140 m. Età:

- **Formazione di Aci Trezza** (Pleistocene medio): formazione vulcanica riferibile alla fase etnea delle Tholeiiti di Base (**UAT**), costituita da due distinti membri incassati all'interno della Formazione delle Argille grigio-azzurre:
 - **Membro delle Isole Ciclopi**: è il più antico e risulta costituito da rocce subvulcaniche massive di composizione alcali-basaltica e hawaiiitica (**UAT01**), con tessitura afanitica. Le rocce hanno una colorazione variabile dal grigio chiaro al grigio scuro e sono interessate da un'intensa fessurazione colonnare, a prevalente sviluppo verticale, a cui si sovrappone una intensa tettonizzazione ad andamento meridiano.
 - **Membro di Aci Castello**: è il più recente ed è invece formato da rocce laviche sub-alcaline (tholeiiti) a composizione basaltica (**UAT02**), con tessitura variabile da debolmente porfirica ad afanitica. Derivano da eruzioni sottomarine caratterizzate dall'esteso sviluppo di lave a *pillow*, eruttate sia nel corpo d'acqua sia all'interno di masse sedimentarie non diagenizzate. Lo spessore affiorante di questo membro arriva a circa 120 m, mentre la sua età radiometrica è di circa 496.1±43.5 ka.
- **Sabbie e ghiaie di Villaggio S. Giorgio** (Pleistocene medio): sabbie giallo-rossastre prevalentemente quarzose (**GII**), a grana da fine a grossolana, con rare intercalazioni argilloso-limose e lenti medio-spesse di conglomerati, più frequenti verso l'alto al passaggio con le ghiaie. Presentano stratificazione tabulare obliqua e a festoni e strutture di paleocorrenti. Contenuto faunistico rappresentato da gusci di lamellibranchi e gasteropodi. Microfauna prevalentemente bentoniche dominate da *Cassidulina carinata*, *Bolivina catanensis* e *Ammonia inflata*. Il limite inferiore è graduale e sfumato da un'alternanza sabbioso-argillosa. Si tratta di sedimenti di ambiente fluvio-marino, con uno spessore variabile da pochi metri a circa 30 m.
- **Ghiaie di M. Tiritù** (Pleistocene medio): ghiaie con intercalazioni di conglomerati a matrice sabbiosa (**TIR**), debolmente cementate, di colore giallastro e struttura caotica, con lenti da spesse a molto spesse di argille e sabbie a stratificazione obliqua contraria all'embriciatura dei ciottoli. I clasti di dimensione fino a 50 cm, arrotondati e sferici, sono rappresentati da prevalenti quarzareniti (circa 90%), da calcari di vario tipo, da marne, da subordinate metamorfiti di vario grado e da rari ciottoli di basalti tholeiitici vacuolari. Il contenuto faunistico è praticamente assente. Il passaggio alla sottostante formazione sabbioso-ghiaiosa è eteropico. Si tratta di depositi di conoide alluvionale progressivamente evolventi verso delta, con uno spessore massimo di circa 30 m.
- **Distretto vulcanico del Monte Etna e depositi alluvionali terrazzati**: sono rappresentati da sette differenti unità geologiche, di genesi vulcanica e sedimentaria:
 - **Depositati alluvionali terrazzati di IV e V ordine** (Pleistocene superiore): ghiaie ad abbondante matrice sabbiosa di colore ruggine (**bnn**), a clasti arrotondati di dimensione da 2 a 20 cm, raramente fino a 50 cm, rappresentati da prevalenti quarzareniti, da subordinate metamorfiti di vario grado e da rari ciottoli di basalti tholeiitici vacuolari. Costituiscono il deposito terrazzato di quota 190 m circa, ad Ovest di M. Sofia, e quello di quota 100 m circa a Nord dello stadio Cibali. Il deposito è modellato sulle argille grigio-azzurre ed è ricoperto dalle vulcaniti della Formazione della Timpa. Lo spessore varia da qualche centimetro fino a 5 m.
 - **Formazione La Timpa** (Pleistocene superiore): formazione vulcanica riferibile alla fase etnea delle Timpe (**UTM**), costituita da due distinti membri poggianti sul substrato sedimentario e, localmente, sulle vulcaniti di Aci Trezza:
 - **Membro Leucatia**: è il membro inferiore e risulta formato da una successione di sedimenti

vulcanoclastici (**UTM03**) con elementi di natura sedimentaria depositatisi in ambiente continentale e subordinatamente transizionale. La porzione basale della successione è costituita da un'alternanza di livelli ghiaiosi e sabbiosi di natura prevalentemente vulcanica, con subordinati clasti sedimentari, e da livelli di limi argillosi. La porzione medio-alta è data da un'alternanza di livelli di sabbie vulcaniche da fini a grossolane a stratificazione incrociata e da livelli massivi costituiti da clasti di lave a spigoli vivi e rari frammenti di argille marnose in matrice sabbiosa. Tale membro rappresenta un antico deposito detritico-alluvionale e presenta uno spessore massimo di circa 50 m.

- **Membro di S. Maria La Scala:** è il più recente e risulta costituito da rocce laviche di composizione prevalentemente hawaiiitica (**UTM01**), a tessitura scarsamente porfirica, con fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e subordinatamente olivina, disposte in banconi di spessore da 3 a 8 m. Le morfologie primarie di flusso sono del tutto o in prevalenza obliterate e i banconi stessi, specie in prossimità di zone acclivi, sono spesso disarticolati in grossi blocchi di alcuni metri di diametro. È sempre presente una tettonizzazione a sviluppo meridiano, a tratti intensa. Si possono a volte ritrovare intercalati livelli decimetrici di vulcanoclastiti a granulometria psammitica, alterate, ascrivibili sia a trasporto primario che a rimaneggiamenti successivi. Lo spessore massimo del membro è di circa 70 m mentre l'età radiometrica va da 145.8 ± 7.0 a 121.2 ± 7.5 ka.
- **Depositi alluvionali terrazzati di III ordine** (Pleistocene superiore): ghiaie a clasti eterometrici di colore nerastro (**bn3**), misti a suolo agrario, costituite in prevalenza da clasti vulcanici scarsamente arrotondati di dimensioni tra pochi mm e 30 cm. Lo spessore varia da pochi centimetri fino a circa 3 m.
- **Formazione Piano Provenzana** (Pleistocene superiore): unità riferibile all'attività periferica del vulcano Ellittico (Fase dello Stratovulcano), costituita da colate laviche di composizione variabile da hawaiiiti a benmoreiti (**UPP**), a tessitura da subafirica a porfirica, con prevalenti fenocristalli di plagioclasio, pirosseno ed olivina. Le lave presentano una giacitura sub-orizzontale e affiorano limitatamente in corrispondenza della scarpata della Timpa di Acireale. La formazione ha uno spessore variabile tra 10 e 15 m.
- **Formazione Portella Giumenta** (Pleistocene superiore): successione vulcanica costituita da prodotti piroclastici e lavici dovuti alle eruzioni finali (**GUM**), di tipo pliniano, del vulcano Ellittico (Fase dello Stratovulcano). Nella zona di interesse, di tale formazione si rinviene unicamente un membro a composizione piroclastica:
 - **Membro Osservatorio Etneo:** è costituito da un'alternanza di livelli cineritici e di lapilli pomicei di colore grigio-bianco (**GUM01**), intercalati all'interno di un deposito epiclastico. La composizione è benmoreitico-trachitica, mentre la tessitura dei prodotti è oligofirica con fenocristalli di plagioclasio, pirosseno ed anfibolo. Il membro in questione, riferibile ad un deposito piroclastico di caduta distale, presenta uno spessore di circa 1.5 m e presenta un'età approssimativa di 15 ka.
- **Depositi alluvionali terrazzati di I e II ordine** (Pleistocene superiore): ghiaie, sabbie e limi sabbiosi di colore bruno-rossastro, con lenti ghiaiose giallastre a clasti prevalentemente quarzosi, metamorfici e localmente vulcanici (tufiti di C. Russo), arrotondati e con diametro da 2 a 20 cm. Il deposito è distribuito in due ordini estesi da quota 150 a 55 m (**bn2**) e da 50 a 25 m (**bn1**), mentre lo spessore può arrivare a circa 10 m.
- **Formazione Torre del Filosofo** (Pleistocene superiore – Olocene): colate laviche con morfologia prevalente di tipo *aa* e *toothpaste*, raramente *pahoehoe* (**UTF**), e coni di scorie e bombe generalmente sciolte, o localmente saldate a formare bastioni di scorie. La composizione è hawaiiitico-mugearitica, con tessitura da sub-afirica a porfirica, con prevalenti fenocristalli di plagioclasio, pirosseno ed olivina in rapporti variabili. L'età dei prodotti varia da inferiore a 15 ka fino al presente. Le colate laviche di questa formazione, cui possono essere associati prodotti piroclastici di caduta, sono state suddivise in quattro

intervalli temporali, i cui limiti corrispondono alle più significative eruzioni prodotte dal vulcano Mongibello (Fase dello Stratovulcano):

- **Membro S. Nicolò:** sabbie e conglomerati fini di natura epiclastica (**UTF04**), derivanti dal rimaneggiamento, alterazione e trasporto di materiale vulcanoclastico prevalentemente di caduta e degli elementi scoriacei di colate laviche. I depositi raggiungono spessori di 4 m, ma risultano generalmente nell'ordine del metro;
 - **colate dell'intervallo 15 ka-3.9 ka:** sono costituite dalle colate di S. Gregorio, Cannizzaro, Cezza, Ognina, Misterbianco, Masseria Cisternazza, Barriera del Bosco, Larmisi, Vigna Grande, Quartararo, Villa Carnazza e Aciplatani (**UTFi1**);
 - **colate dell'intervallo 3.9 ka-122 a.C.:** sono formate dalle colate di Mascalucia, Torre del Grifo, Tremestieri Etneo, S. Giovanni Galermo, Masseria Licciardello, Villa la Monica, M. Trigona, Malavigna, S. Pietro Clarenza, Camporotondo Etneo, Gravina di Catania, Trecastagni e M. Serra, nonché da depositi piroclastici di caduta (**UTFi2**);
 - **colate dell'intervallo 122 a.C.-1699:** sono composte dalle colate del 1537, di M. Arsi di S. Maria, S. Giovanni la Punta e Monpilieri, oltre che da depositi piroclastici di caduta (**UTFi3**);
 - **colate dell'intervallo 1699-1971:** sono formate unicamente dalla colata del 1699 (**UTFi4**).
- **Depositi continentali e transizionali del Pleistocene superiore – Attuale:** sono costituiti da otto differenti unità geologiche, di genesi sia marina che continentale:
- **Depositi alluvionali recenti** (Pleistocene superiore – Olocene): limi argillosi e limi sabbiosi di colore bruno (**bb**), con rari ciottoli quarzosi e lavici, bordanti il Vallone Fossa della Creta, a SW si Catania; sabbie a grana da fine a grossolana, limi e argille con lenti di ghiaie, lungo il F. Simeto, Vallone Cubba e V.ne Cardinale. Verso Est il deposito alluvionale fa da transizione ad argille e limi neri lagunari e a sabbie di spiaggia. Lo spessore varia da pochi metri fino a 80 m, da dati di pozzo.
 - **Depositi palustri** (Olocene): limi e argille nerastre con abbondante frazione organica (**e5**), depositatisi in aree depresse acquitrinose per affioramento della falda libera nella zona peri-costiera o in anse abbandonate. Nel settore ad Ovest di Catania il deposito è costituito da sabbie fini con livelli limosi ed argillosi, sporadicamente ghiaiosi, di origine lacustre, per sbarramento lavico di corsi d'acqua. Gli spessori dei depositi sono modesti, ma nel sottosuolo della pianura alluvionale potrebbero avere uno sviluppo anche importante.
 - **Depositi alluvionali attuali** (Olocene): limi, limi sabbiosi e ghiaie eterometriche a clasti prevalentemente sedimentari spigolosi (**ba**), subordinatamente metamorfici di vario grado, appiattiti e/o arrotondati, lavici smussati, costituenti l'attuale alveo del Fiume Simeto, dei canali principali e dei torrenti etnei in corso di formazione.
 - **Depositi eolici** (Olocene): sabbie fini di colore giallastro a prevalente quarzo e minori minerali pesanti e calcite (**d**), granulometricamente ben cernite. Formano dune costiere a creste sinuose, alte fino a 8 m. L'originaria stratificazione incrociata a grande scala è obliterata dalla vegetazione e da un sottile strato limoso di suolo. Localmente fanno transizione a depositi palustri, mentre lungo la foce del Simeto sono sormontati dai depositi alluvionali. L'intervento antropico ha modificato l'originario assetto di questi depositi, infatti nell'area degli stabilimenti balneari e dei villaggi della Plaia, il duneto è quasi completamente distrutto.
 - **Depositi di spiaggia** (Olocene): sabbie prevalentemente medie e grossolane ben classate (**g2**), di colore giallo-biancastro, a granuli quarzosi e minore frazione di calcite e minerali pesanti, in strati da molto sottili a medi, generalmente amalgamati, localmente alternate a sabbie fini e limi sabbiosi. Diffusi e discontinui *lag* conchigliari con abbondanti bioclasti e biosomi di molluschi (prevalenti *Tellina* sp.,

Cardidae e minori gasteropodi). Le strutture sedimentarie sono effimere. Formano un cuneo sedimentario spesso mediamente 8-10 m e ampio fino a 250 m nella parte settentrionale; nella fascia centro-meridionale si assottigliano fino a 50 m. I depositi passano lateralmente verso terra a quelli eolici dunari e verso mare ai sedimenti della spiaggia sommersa.

- **Depositi di versante** (Olocene): depositi di versante accumulati caoticamente (**a**), costituiti da materiale poligenico, prevalentemente ghiaioso-sabbioso in matrice sabbioso-limosa. Nell'area della Cittadella Universitaria e di Monte d'Oro globano talora blocchi lavici di dimensioni variabili.
- **Depositi di frana** (Olocene): accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei (**a1**), prevalentemente a tessitura argilloso-sabbiosa, con più o meno abbondante frazione litica lavica o quarzarenitica, in funzione delle caratteristiche del substrato su cui insistono.
- **Depositi antropici** (Olocene – Attuale): materiale di riporto e di scarto edilizio, di resti archeologici o derivante da crolli di edifici storici (area del centro storico). Materiale di costruzione di scogliere artificiali e moli. Comprende anche il materiale degli argini principali del F. Simeto e del Canale Buttaceto (**h**), sono esclusi i rilevati stradali e ferroviari. Discariche per rifiuti solidi urbani (**h1**).

7.4 Caratteristiche strutturali

La Catena Appenninico-Maghrebide è un *thrust and fold belt system* sviluppatosi a partire dal Miocene inferiore, essenzialmente costituito da successioni sedimentarie meso-cenozoiche di ambiente marino (Bianchi et al. 1987; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 2000; Bello et al. 2000; Lavecchia et al. 2007b). L'intero sistema è caratterizzato, quindi, dalla presenza di numerose faglie inverse e transpressive (Lavecchia et al. 2007a). Nello specifico, il settore occidentale è caratterizzato da un sistema di faglie, a direzione all'incirca E-W e cinematica trascorrente e inversa, che tagliano i contatti di ricoprimento delle maggiori unità tettono-stratigrafiche, anche essi ad orientazione circa E-W (Ghisetti & Vezzani 1984).

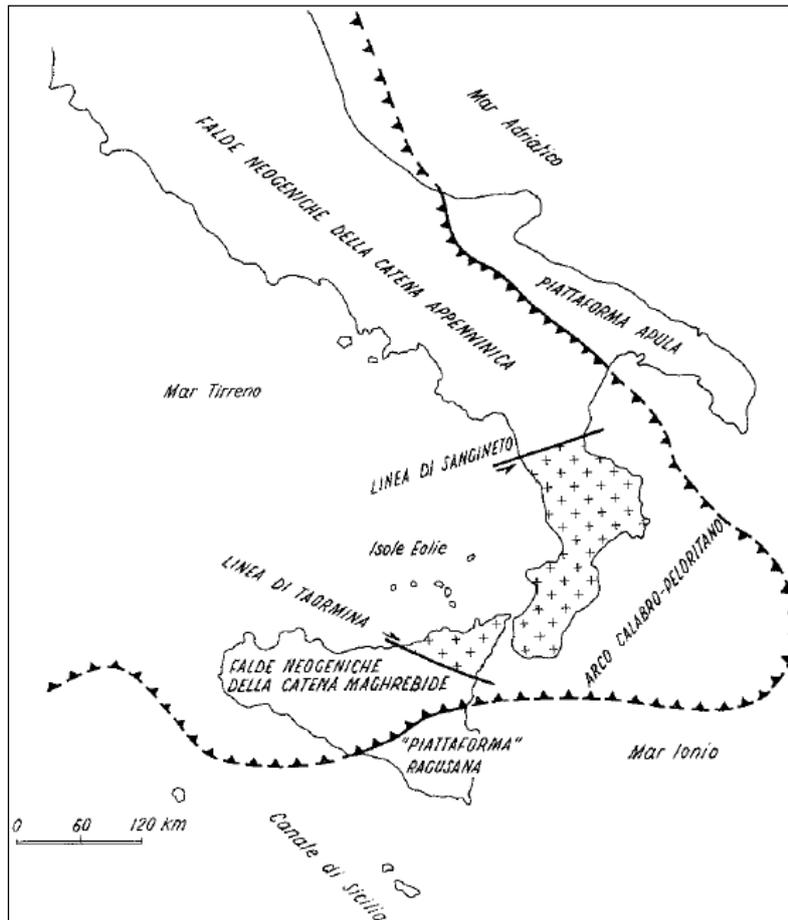


Figura 12 – Ricostruzione strutturale schematica della Catena Apenninico-Maghrebide (da Bonardi et al. 1976).

La deformazione strutturale che ha interessato l'area in esame può essere schematizzata attraverso tre distinte fasi tettoniche (Carbone et al. 1982; Bello et al. 2000; Monaco et al. 2002): fase transtensiva (Cretacico – Eocene), fase compressiva (Oligocene superiore – Messiniano) e fase deformativa finale (Pliocene – Quaternario). Quest'ultima fase, in particolare, vede la riattivazione delle principali faglie preesistenti con movimenti normali ed è connessa ad importanti sollevamenti differenziali, come testimoniato dalla presenza di numerosi bacini peri-tirrenici (Carbone et al. 1982; Monaco et al. 2010).

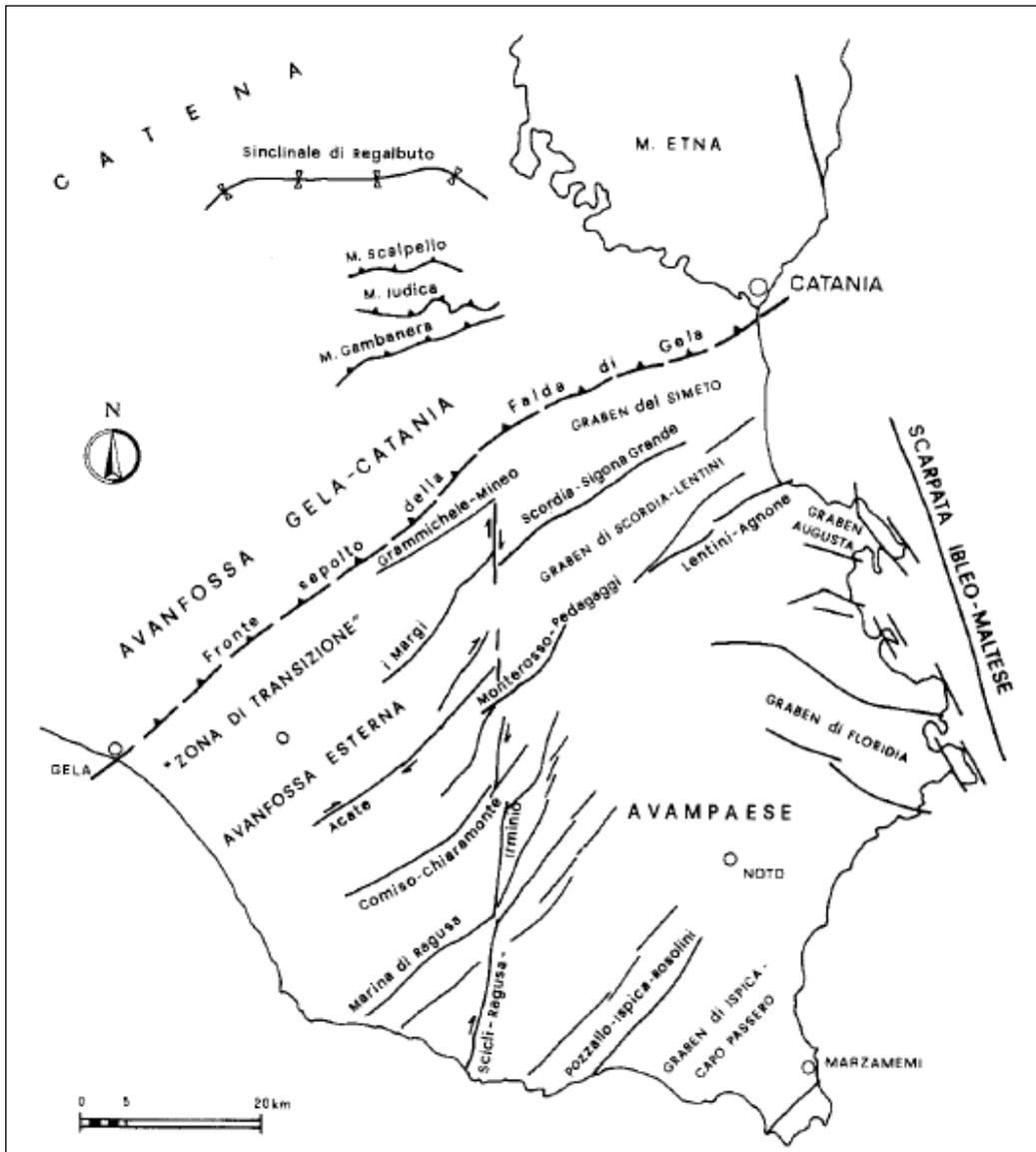


Figura 13 – Schema tettonico delle principali strutture del Plateau Ibleo, dell’Avanfossa Gela-Catania e dei thrusts dell’area di M. Judica (da Bianchi et al. 1987).

La propagazione del sistema M. Kumeta-Alcantara ha interessato il dominio di avampaese fino al raggiungimento dell’area di Sciacca, che risulta probabilmente caratterizzata da una importante zona di debolezza crostale (Ghisetti & Vezzani 1984; Lavecchia et al. 2007a). Il raccorciamento crostale, che è perdurato fino al Pliocene inferiore, si è verificato a mezzo della sincrona attivazione di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti. Quest’ultime, in particolare, risultano spesso di modesta entità e mostrando un’età più recente man mano che ci sposta a sud del sistema M.Kumeta-Alcantara (Ghisetti & Vezzani 1984). Nel complesso, i rigetti di tali faglie sono difficilmente quantificabili, poiché la profondità a cui avviene lo scollamento delle falde non è ben nota, ma comunque ipotizzabile al di sopra delle rocce terrigene Triassiche.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	43 di 167

La profondità dei piani di scollamento tettonico, secondo i recenti studi a livello crostale, dovrebbe essere compresa entro i primi 30 km e tendenzialmente in aumento verso nord (Lavecchia et al. 2007b). Nello specifico, il piano principale dei *thrust* che caratterizzano la Catena Appenninico-Maghrebide si estende a partire dal settore posto a NW del Canale di Sicilia, formando un arco convesso che attraversa il mare e rientra in prossimità di Sciacca-Gela, proseguendo quindi fino a Catania (Bonardi et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000).

Il settore dell'Avanfossa Gela-Catania è, dal punto di vista strutturale, una depressione tettonica delimitata da un sistema di faglie orientate circa NE-SW, che si individuano tra Comiso-Chiaramonte, Monterosso-Pedagaggi e Lentini-Agnone (Carbone et al. 1982). La copertura neogenico-quadernaria presente all'interno del bacino, tuttavia, non è originata unicamente da apporti detritici delle zone di catena, ma mostra caratteri litologici simili a quelli delle successioni plio-quadernarie delle aree di avampaese (Carbone et al. 1982; Bianchi et al. 1987).

Una parte della successione plio-pleistocenica di avanfossa è sepolta al di sotto delle coltri alloctone del sistema frontale dell'orogene appenninico-maghrebide, denominato Falda di Gela (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978), mentre un'altra porzione si è depositata al tetto dell'alloctono durante le ultime fasi di migrazione verso sud (Torelli et al. 1998). Ancora verso Ovest, il suddetto fronte affiora in superficie in contatto tettonico con i depositi di avanfossa, secondo una faglia trascorrente sinistra orientata all'incirca N-S.

Verso nord, infine, le successioni alloctone sono interessate da una serie di scaglie embriciate a vergenza meridionale (Unità di M. Judica), messe in posto su rampe di *thrust* orientate circa E-W e caratterizzate da movimenti obliqui destri (Bello et al. 2000; Torrìsi et al. 2008). Tali scaglie tettoniche sono ritagliate, a loro volta, da importanti sistemi di faglie trascorrenti che deformano sia i depositi marini del Pliocene medio-superiore, riferibili al Bacino di Centuripe (Di Grande et al. 1976; Torrìsi et al. 2008), che i depositi marini terrazzati del Pleistocene medio (480±240 ka).

Le strutture trascorrenti si associano a zone di taglio coniugate orientate rispettivamente NE-SW e NW-SE, che risultano caratterizzate da movimenti essenzialmente sinistri con una limitata componente verticale (Ghisetti & Vezzani 1984). Attualmente esse sono rappresentate dalle faglie del Sistema del Dittaino e dalla faglia di S.M. di Licodia-Ragalna (Torrìsi et al. 2008). Il Sistema del Dittaino si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 25 km ed è costituito da due segmenti disposti *en-echelon* (Ghisetti & Vezzani 1984), ognuno di lunghezza pari a circa 15 km (Torrìsi et al. 2008). Tali sistemi si estendono a partire dalla bassa valle del Fiume Simeto fino a terminare, verso SW, con *thrust* di accomodamento orientati E-W, a cui viene imputata la riattivazione del fronte di M. Scalpello e di M. Judica (Torrìsi et al. 2008).

La Faglia di S.M. di Licodia-Ragalna si estende per circa 16 km dalla media valle del Fiume Simeto fino al fianco Sud-occidentale dell'Etna, rappresentando la porzione rigettata verso SE del segmento più meridionale del Sistema del Dittaino (Torrìsi et al. 2008). Tale faglia si localizza, infatti, a NE di un'imponente zona di taglio destra sviluppata per circa 30 km lungo il bordo meridionale dell'Etna (Bello et al. 2000; Torrìsi et al. 2008). Tale zona di taglio si compone di segmenti orientati WNW-ESE, disposti secondo una geometria *en-echelon* con sovrapposizione a sinistra (Torrìsi et al. 2008). Tali strutture delimitano la parte superiore della successione infra-medio pleistocenica di avanfossa affiorante tra l'edificio vulcanico dell'Etna e la piana di Catania, lungo una fascia di territorio allungata in direzione WNW-ESE (Catalano et al. 2004; Torrìsi et al. 2008).

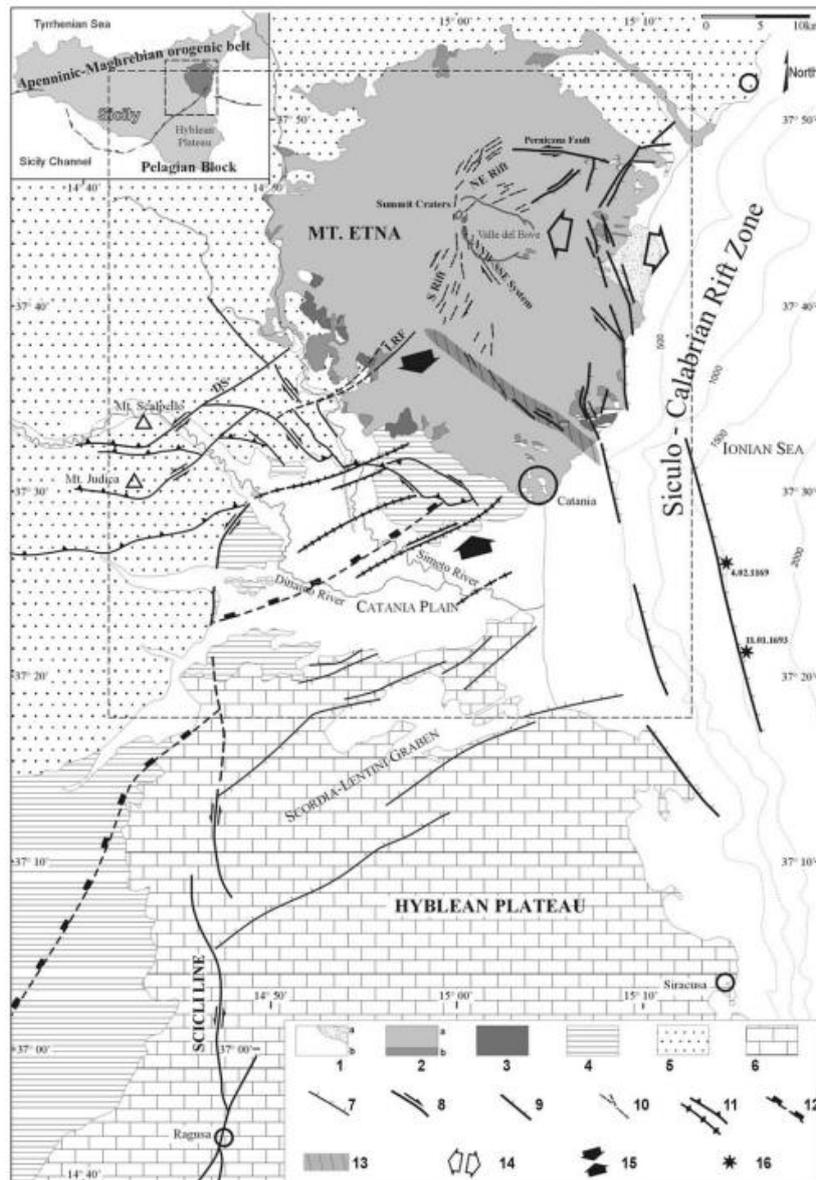


Figura 14 – Schema geologico-strutturale dell’area di Catania (da Torrisi et al. 2008). 1: a) conoide alluvionale; b) depositi alluvionali olocenici; 2: a) lave etnee recenti (< 80 ka); b) Lave centri alcalini antichi (180÷100ka); 3) Lave pre-etnee sub-alcaline (580÷250 ka); 4) depositi pleistocenici di avanfossa; 5) Unità alloctone; 6) sequenze carbonatiche iblee; 7) faglia normale; 8) faglia trascorrente; 9) segmento del Rift Siculo-Calabro; 10) fratture estensionali e fessure eruttive; 11) anticlinale e thrust; 12) fronte unità alloctone; 13) zona di faglia trasformate; 14) direzione massima estensione nell’area etnea lungo il Rift Siculo-Calabro; 15) direzione di massima compressione nell’area a sud dell’Etna; 16) epicentri dei terremoti storici con M>7.

Lungo la zona di trascorrenza destra, nelle aree di sovrapposizione tra i singoli segmenti di faglia, si sviluppano rampe di *thrust* e pieghe orientate E-W e NE-SW, nonché zone di transtensione orientate in direzione N160, lungo le quali ha avuto luogo la risalita di magmi alcalini aventi età di circa 200 ka (Monaco 1997; Monaco et al. 2010). L’insieme delle faglie trascorrenti costituisce, quindi, un’unica associazione strutturale relativa ad un meccanismo



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	45 di 167

di taglio puro, coerente con una compressione orizzontale orientata NNW-SSE, suturata nel complesso da depositi terrazzati di età tirreniana (Monaco 1997; Monaco et al. 2002; Catalano et al. 2004).

Nell'area più prossima all'abitato di Catania, si riconoscono due domini tettonici adiacenti e caratterizzati, rispettivamente, dalla crescita attiva di strutture compressive ed estensionali. Le strutture compressive, in particolare, sono distribuite nella zona della Piana di Catania e sono rappresentate da una serie di pieghe con asse allungato in direzione ENE-WSW (Torrìsi et al. 2008). Tale sistema, che risulta delimitato verso ovest dal corso del Fiume Dittaino, si estende per circa 30 km lungo il bordo meridionale dell'edificio etneo, dalla media valle del Fiume Simeto fino alla città di Catania.

Le pieghe sono associate a *thrust* a vergenza meridionale, orientati N80, e sono interpretabili, nel complesso, come l'espressione superficiale dei raccorciamenti lungo una *detachment fault* (Catalano et al. 2007). Tali pieghe hanno interessato i terrazzi fluviali aventi un'età estesa fino a 40 ka, mentre i *thrust* hanno deformato anche la piana alluvionale olocenica, producendo scarpate estese alcuni metri e determinando significativi effetti diretti sulla morfologia del letto fluviale del corso del Fiume Simeto e sull'andamento complessivo del corso del Fiume Dittaino (Catalano et al. 2007).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 46 di 167

8 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

8.1 Assetto litostratigrafico

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a sequenze sedimentarie di substrato che a successioni clastiche di copertura. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione.

8.1.1 Depositi di avanfossa pleistocenici

Questi depositi sono formati da tre differenti successioni marine, transizionali e continentali, localmente affioranti nella porzione nord-occidentale dell'area di studio, lungo i rilievi collinari che bordano la Piana di Catania. All'interno della depressione morfo-strutturale, invece, tali successioni sono sempre ricoperte da depositi quaternari di origine marina e continentale.

8.1.1.1 Formazione delle Argille grigio-azzurre

La formazione in questione affiora localmente nei settori nord-occidentali dell'area di studio, come ad esempio in località Villaggio Sant'Agata, Librino, Castagnola e Pigno. Nei settori interni della piana, invece, questa formazione si rinviene sempre al di sotto dei depositi di copertura più recenti e costituisce, quindi, il substrato geologico dell'area. Si tratta di depositi marini di piattaforma neritica e pro-delta regressivo, costituiti da una singola litofacies a composizione argilloso-limosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell'area. Tale unità presenta uno spessore massimo di circa 200 m ed è ascrivibile al periodo Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

Dal punto di vista litologico si tratta di argille limose, limi argillosi e argille limoso-marnose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro, talora nocciola e giallastro per alterazione (**FAG**), a struttura generalmente indistinta, a tratti con laminazione incrociata e stratificazione sub-parallela; a luoghi si rinvengono lenti e/o livelli di sabbie fini e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio e giallastro, in strati da molto sottili a sottili, localmente laminati, con rare ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate, più frequenti verso l'alto stratigrafico; talora sono presenti livelli di limi e limi argillosi di colore grigio, a struttura laminata o finemente stratificata, con diffusi veli di materiale organico nerastro e discontinue intercalazioni lenticolari di tufi gradati.



Foto 1 – Formazione delle Argille grigio-azzurre (FAG) nel foro di sondaggio SD07, tra i 30.0 ed i 35.0 m dal p.c..

8.1.1.2 Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio

Questa unità affiora localmente nella porzione nord-occidentale della zona di studio, lungo tutti i rilievi collinari che bordano la Piana di Catania, mentre in profondità si rinviene solo lungo i margini della depressione morfostrutturale. Si tratta di depositi marini di spiaggia e piana fluvio-deltizia, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano per alternanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre. La successione in esame mostra uno spessore massimo di circa 150 m ed è interamente riferibile al Pleistocene medio.

Sotto il profilo sedimentologico è formata da limi sabbiosi e sabbie limose di colore giallastro (**GII**), a stratificazione obliqua e a festoni, talora con struttura di paleocorrenti, con locali passaggi di sabbie medio-fini e grossolane di colore grigio e giallastro; a luoghi si rinvengono passaggi di argille limose e argille sabbiose di colore marrone, grigio e grigio-verdastro, talora nocciola e giallastro per alterazione, in strati da molto sottili a sottili, più frequenti verso il basso stratigrafico; talora sono presenti orizzonti di arenarie marrone chiaro mediamente cementate e lenti irregolari di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbioso-limosa e argilloso-sabbiosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.



Foto 2 – Formazione Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio (GII) nel foro di sondaggio SD08, tra i 5.0 ed i 10.0 m dal p.c..

8.1.1.3 Ghiaie di Monte Tiriti

Tale unità si rinviene in lembi di ridotta estensione lungo il margine nord-occidentale della piana, tra Masseria Condorelli e località Serrace. Si tratta di depositi continentali, marini e transizionali di conoide alluvionale e delta di conoide, costituiti da una singola litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa. Poggiano in eteropia sulle Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 70 m ed è interamente ascrivibile al Pleistocene medio.

Generalmente è formata da ghiaie e blocchi poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati (**TIR**), a struttura caotica, da poco a mediamente cementati, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone chiaro e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono lenti e/o livelli di argille limose grigie e sabbie giallastre a stratificazione obliqua, contraria all'embriciatura dei ciottoli.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 49 di 167

8.1.2 Depositi marini e transizionali quaternari

Questi terreni sono rappresentati da tre distinte unità marine e transizionali quaternarie, ampiamente affioranti in prossimità della costa ionica. Tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica sulle unità geologiche più antiche e risultano parzialmente eteropici ai coevi Depositi continentali quaternari.

8.1.2.1 Depositi marini e costieri antichi

I terreni in questione non affiorano nell'area di studio, ma si rinvencono in profondità al di sotto dei Depositi alluvionali antichi, soprattutto nella porzione più settentrionale dell'area di studio. Si tratta di depositi marini di spiaggia, laguna e cordone litoraneo, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre. Questa unità presenta uno spessore massimo di circa 18 m ed è riferibile all'Olocene.

Dal punto di vista litologico la facies ghiaioso-sabbiosa è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso limosa di colore marrone e giallastro (**gn1**), da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono ciottoli e blocchi eterogenei appiattiti; talora sono presenti passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro.

Mentre, la litofacies sabbioso-limosa è formata da sabbie e sabbie limose di colore giallastro (**gn2**), a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate, spesso appiattite; a luoghi si rinvencono lenti e/o livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone e giallastro, generalmente abbondante.

Infine, la facies limoso-argillosa è costituita da argilla limosa e limi argillosi di colore giallastro e marrone (**gn3**), a struttura indistinta, con rare ghiaie poligeniche; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie limose di colore grigio.

8.1.2.2 Depositi marini e costieri recenti

Tali depositi si rinvencono diffusamente in prossimità della costa ionica e occupano una fascia larga diverse centinaia di metri. Si tratta di depositi marini di spiaggia, laguna e cordone litoraneo, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano in discordanza sui Depositi marini e costieri antichi e sui Depositi alluvionali antichi e sono parzialmente eteropici ai Depositi alluvionali recenti. L'unità in esame mostra uno spessore massimo di circa 10 m ed è ascrivibile all'Olocene tardo.

Sotto il profilo litostratigrafico si tratta di sabbie medio fini di colore marrone e giallastro (**gb1**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi frammenti fossili e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate, spesso appiattite; a luoghi si rinvencono lenti e/o livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone e giallastro, generalmente abbondante.

8.1.2.3 Depositi marini e costieri attuali

I terreni in esame si rinvencono in prossimità della costa ionica, lungo una stretta fascia allungata in direzione circa N-S. Si tratta di depositi marini di spiaggia e spiaggia sommersa, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-ghiaiosa. Poggiano in discordanza sui Depositi marini e costieri recenti e sono parzialmente eteropici ai Depositi alluvionali attuali. Questa unità è caratterizzata da uno spessore massimo di circa 4 ed è interamente riferibile al periodo Olocene tardo – Attuale.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	50 di 167

Dal punto di vista litologico sono formati da sabbie fini e sabbie limose di colore grigio e giallastro (**ga1**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate, spesso appiattite; a luoghi si rinvencono blocchi lavici di dimensioni decimetriche e lenti irregolari di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice limosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

8.1.3 Depositi continentali quaternari

Questi depositi sono composti da sette differenti unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutta l'area di studio. Tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica sulle unità geologiche più antiche e risultano parzialmente eteropici ai coevi Depositi continentali quaternari.

8.1.3.1 Depositi alluvionali terrazzati di Corso Indipendenza

Tali terreni si rinvencono localmente nella porzione più settentrionale dell'area di interesse, tra località Palanitta e Villaggio Sant'Agata. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da una singola litofacies a composizione limoso-sabbiosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre e sulle Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio. Questi depositi mostrano uno spessore massimo di circa 15 m e sono ascrivibili al Pleistocene superiore.

Generalmente sono formati da limi sabbiosi e sabbie fini di colore giallastro (**btc**), a stratificazione obliqua, con locali frammenti fossili e passaggi di conglomerati poligenici a clasti sub-arrotondati; a luoghi si rinvencono intercalazioni di epiclastiti di colore nerastro e lenti irregolari di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

8.1.3.2 Depositi alluvionali terrazzati di Acquicella

I sedimenti in questione si rinvencono in lembi di ridotta estensione nei settori nord-occidentali dell'area di studio, in corrispondenza della parte alta dei versanti che bordano la Piana di Catania. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre e sulle Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 12 m ed è interamente riferibile al Pleistocene superiore.

Dal punto di vista litologico è composta da sabbie medio-fini di colore grigio e giallastro (**btb**), a stratificazione obliqua, con diffusi passaggi di limi sabbiosi nocciola e giallastri; a luoghi si rinvencono intercalazioni di epiclastiti di colore nerastro e lenti irregolari di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

8.1.3.3 Depositi alluvionali antichi

Questi depositi non affiorano direttamente nella zona di intervento, ma si rinvencono in profondità al di sotto dei Depositi alluvionali recenti. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre e sui Depositi marini e costieri antichi. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 50 m ed è interamente ascrivibile all'Olocene.

La litofacies più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate (**bn1**), in matrice sabbiosa e sabbioso limosa di colore bruno, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono ciottoli e blocchi eterogenei da appiattiti ad arrotondati; talora sono presenti passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro.

La litofacies psammitica è prevalentemente composta da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore nocciola, grigio e giallastro (**bn2**), a struttura indistinta, con locali ciottoli e ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono livelli di limi argillosi grigi e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate, talora appiattite, in matrice sabbiosa di colore grigio.



Foto 3 – Facies psammitica dei Depositi alluvionali antichi (**bn2**) nel foro di sondaggio SD04, tra i 15.0 ed i 20.0 m dal p.c..

La litofacies pelitica, infine, è formata da limi da debolmente argillosi ad argillosi di colore grigio chiaro, marrone e giallastro (**bn3**), a struttura indistinta, con rare ghiaie poligeniche e locali livelli grigio-scuro e nerastrati; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie limose grigie e paleosuoli poco evoluti.

8.1.3.4 Depositi alluvionali recenti

Questi depositi si rinvencono diffusamente in tutta l'area di studio, nel settore di piana che va dai rilievi collinari presenti a NW fino alla zona litoranea della Plaia di Catania. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale,

argine e piana alluvionale, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre, sulle Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio e sui Depositi alluvionali antichi e sono parzialmente eteropici ai Depositi marini e costieri recenti. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 14 m ed è interamente riferibile all'Olocene tardo.

La litofacies più grossolana è composta da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate (**bb1**), in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore bruno, marrone e giallastro, generalmente abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio, marrone e giallastro.

La litofacies sabbioso-limosa è generalmente costituita da sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone e grigio, a luoghi grigio scuro o bruno (**bb2**), a struttura indistinta, con rare ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi argilloso-sabbiosi giallastri e livelli di limi argillosi grigi.



Foto 4 – Facies pelitica (bb2) in appoggio sulla litofacies sabbioso-limosa (bb1) dei Depositi alluvionali recenti, nel foro di sondaggio SD07, tra gli 0.0 ed i 5.0 m dal p.c..

La litofacies prevalentemente pelitica, infine, è formata da argille limose e limi argillosi di colore marrone e nocciola, a luoghi grigio (**bb3**), a struttura indistinta o laminata, con sporadiche ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; si rinvencono frequenti e sottili passaggi di sabbie limose e limi sabbiosi grigi.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 53 di 167

8.1.3.5 Depositi alluvionali attuali

Tali sedimenti si rinvencono, lembi di ridotta estensione, in corrispondenza degli alvei e dei canali che tagliano l'area di studio. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale e argine, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano in discordanza sui Depositi alluvionali recenti e sui Depositi marini e costieri recenti e sono parzialmente eteropici ai Depositi marini e costieri attuali. I terreni in questione mostrano uno spessore massimo di circa 3 m e sono riferibili al periodo Olocene tardo – Attuale.

In generale, sono formati da sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro (**ba1**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali resti vegetali e diffuse ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono lenti e/o livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, con abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

8.1.3.6 Coltri eluvio-colluviali

I depositi in esame si rinvencono in lembi di ridotta estensione nella porzione nord-occidentale dell'area di studio, alla base dei rilievi collinari che bordano la Piana di Catania. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a composizione limoso-sabbiosa. Poggiano in discordanza sulla Formazione delle Argille grigio-azzurre, sulle Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio e sono parzialmente eteropiche ai Depositi alluvionali recenti. Questa unità presenta uno spessore massimo di circa 5 m ed è riferibili all'intervallo Olocene tardo – Attuale.

Dal punto di vista litologico sono formati prevalentemente da limi sabbiosi e sabbie argilloso-limose di colore marrone, grigio e giallastro (**b2**), a struttura indistinta, con diffusi resti vegetali e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate, in matrice limosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, generalmente abbondante.

8.1.3.7 Riporti antropici

Questi terreni si rinvencono diffusamente in tutta l'area di studio e, in particolare, nella zona dell'Aeroporto di Fontanarossa e del nucleo industriale di Pezzagrande – Stazione di Bicocca. Si tratta essenzialmente di depositi continentali connessi all'attività antropica nell'area urbana, costituiti da una singola litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa. Questi terreni poggiano in discordanza su tutte le unità più antiche e presentano uno spessore massimo di circa 4 m. Dal punto di vista cronologico sono riferibili al periodo Attuale.

Per quanto concerne le caratteristiche litologiche, i depositi in esame sono formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate (**h**), con sporadici blocchi e locali frammenti di laterizi, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore bruno, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di limi argilloso-sabbiosi di colore marrone scuro, con rare ghiaie locali frammenti di laterizi.

8.2 **Assetto strutturale**

Dal punto di vista strutturale, l'area di studio è caratterizzata da un assetto piuttosto regolare ed omogeneo, connesso essenzialmente con la tettonica estensionale e trascorrente che ha interessato questo settore di territorio a partire dal Mesozoico.

Tutta l'area risulta caratterizzata dalla presenza di spesse coperture sedimentarie di origine alluvionale, vulcanica e costiera, che obliterano completamente i principali elementi tettonici dell'area. Gli importanti sistemi di faglie



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	54 di 167

normali e trascorrenti che tagliano il substrato plio-pleistocenico dell'area, infatti, sono completamente mascherati dai depositi fluvio-marini della piana e, pertanto, non sono direttamente rilevabili in superficie.

9 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE

L'evoluzione geomorfologica dell'area di Catania è legata ad un insieme di fattori geologici *s.l.* e geologico-strutturali che hanno agito, in maniera concomitante, nello sviluppo del paesaggio attuale. In particolare, la morfologia superficiale del territorio in esame risulta profondamente connessa alla importante evoluzione geodinamica della regione etnea, che ha profondamente modificato l'assetto superficiale dell'area catanese durante tutto il Quaternario (Carbone et al. 2009). Ad essa si aggiungono inoltre gli effetti geomorfologici dovuti alle acque superficiali, sia continentali che marine, e alla intensa antropizzazione dell'area, soprattutto in corrispondenza dei principali centri urbani e delle maggiori opere di comunicazione.

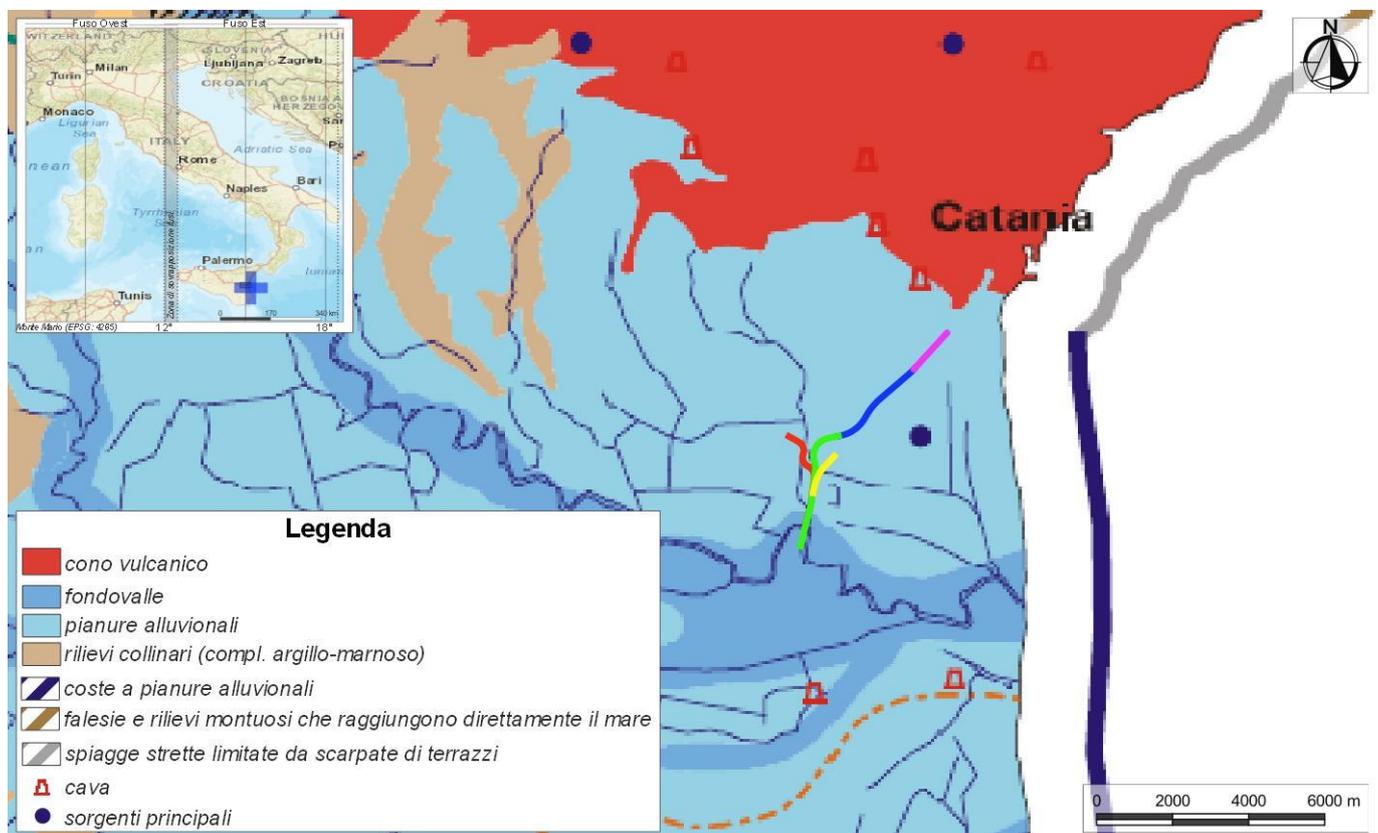


Figura 15 – Stralcio della Carta Geomorfologica in scala 1:250000 della zona di studio (da Regione Sicilia 2002), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

9.1 Morfologia e sedimentologia della zona costiera

Il Golfo di Catania è il risultato del continuo e lento riempimento di un paleo-golfo pre-etneo ad opera di depositi marini e alluvionali e delle colate laviche connesse alla crescita dell'edificio vulcanico del M. Etna (Carbone et al. 2009). I processi progradazionali di colmamento del golfo hanno portato, durante il Quaternario, al progressivo

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 56 di 167

spostamento della linea di costa verso Est (Gemmellaro 1849; Longhitano 2002), fino al raggiungimento dell'attuale conformazione morfologica.

Il litorale catanese rappresenta, quindi, il risultato della complessa evoluzione geologica *s.l.* subita dall'intera area di interesse durante l'ultimo periodo della sua evoluzione geologica. In esso possono distinguersi due settori morfologici principali (Carbone et al. 2009):

- il **settore settentrionale**, dove la costa attuale è il prodotto del modellamento, da parte del moto ondoso, dei fronti lavici messi in posto durante le fasi di accrescimento del versante sud-orientale del M. Etna;
- il **settore meridionale**, in cui la costa attuale rappresenta il limite esterno della piana alluvionale prodotta da successive fasi di colmamento sedimentario ad opera del Fiume Simeto e dei suoi affluenti principali.

Il settore costiero settentrionale, che rappresenta parte del fianco sud-orientale del M. Etna, si estende in senso meridiano per una lunghezza di circa 15 km tra la parete rocciosa della Timpa di Don Masi e il Porto di Catania. Proprio l'area portuale costituisce il limite più meridionale delle colate laviche che si sono riversate nell'area durante gli ultimi 15 ka, con una direzione di flusso circa NW-SE (Carbone et al. 2009).

A causa della loro natura e delle modalità di messa in posto, i fronti lavici formano un tratto costiero a falesia estremamente complesso ed articolato, con altezza variabile tra 5 e 15 m (Carbone et al. 2009). Talora, l'azione di erosione del moto ondoso, in particolare durante le fasi di maggiore energia, ha prodotto solchi di battente, grotte marine, archi naturali, faraglioni e *pocket beaches* (Carbone et al. 2009).

Verso Nord, alla base delle Rupe di Aci Castello, è presente una piattaforma di abrasione marina a protezione della falesia, caratterizzata da lave a *pillows* e basalti colonnari con lenti di jaloclastiti (Carbone et al. 2009). A breve distanza dalla riva di Aci Trezzasi rinvencono, invece, gli scogli dei "Ciclopi" e la "Isola Lachea", che rappresentano i resti di un'antica attività vulcanica intrusiva (Corsaro & Cristofolini 1997).

Il settore costiero meridionale, invece, è rappresentato dalla fascia sabbiosa della Plaia di Catania e si estende per una lunghezza di circa 10 km tra il Porto di Catania e lo sperone roccioso di Capo S. Croce. La costa sabbiosa di questo settore rappresenta, quindi, il risultato della rielaborazione degli ingenti apporti sedimentari del F. Simeto da parte del moto ondoso (Carbone et al. 2009).

La spiaggia, attualmente in forte erosione a causa dei numerosi interventi antropici effettuati lungo tutto il bacino del F. Simeto (Longhitano & Zanini 2002; Carbone et al. 2009), è caratterizzata da un basso gradiente morfologico e da una estesa piattaforma protesa verso mare. Le principali entità morfologiche riconoscibili sono rappresentate da alcuni lembi relitti dello storico duneto costiero, locali lagune pericostiere salmastre, il meandro abbandonato della vecchia foce fluviale e il sistema di *spit* sabbiosi alla foce del F. Simeto (Carbone et al. 2009).

Nel settore di spiaggia emersa, la distinzione tra retrospiaggia ed avanspiaggia è sempre molto netta ed evidente. La prima è contraddistinta dalla presenza di dune eoliche e specchi d'acqua salmastra (le *Salatelle*), asciutti durante la stagione estiva e dotati di un battente d'acqua di poche decine di centimetri durante il resto dell'anno (Carbone et al. 2009). Nell'avanspiaggia, invece, sono presenti i due ordini di berme, ordinaria e di tempesta, distanziati di qualche decina di metri soltanto durante il periodo estivo (Carbone et al. 2009).

In quest'area si sviluppano i sistemi deltizi dei Fiumi Simeto e S. Leonardo, caratterizzati da una estrema variabilità di morfologie in relazione alla quantità di sedimenti disponibili e al reiterarsi di fasi di alta energia da parte dell'azione marina (Carbone 2011). Lo stato di equilibrio dei suddetti sistemi deltizi, in particolare, è evidenziato dalla presenza o assenza di *spit* sabbiosi, oltre che dalla loro stessa conformazione morfologica. Nella stessa zona, a poche decine di metri dalla costa, è inoltre presente il Lago Gornalunga, un piccolo specchio d'acqua pericostiero alimentato dal canale artificiale Benante.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 57 di 167

Tutti i suddetti sistemi appartengono ad un tipo di costa con un originario profilo di tipo dissipativo (Orton & Reading 1993), capace cioè di disperdere l'azione energetica del moto ondoso attraverso la presenza di almeno due serie di barre sommerse con relativi truogoli, posti a diversa distanza dalla battigia. La suddetta identità morfologica si rispecchia, nella zona emersa, attraverso la presenza di una serie di berme lungo l'avanspiaggia e di un'estesa area di retrospiaggia con dUNETI parzialmente vegetati (Carbone 2011). L'attuale assenza di queste morfologie di base è da mettere in relazione, quindi, non solo all'azione continua delle mareggiate ma anche ai vistosi fenomeni di arretramento costiero che caratterizzano il litorale in esame da diverso tempo (Longhitano & Zanini 2002).

9.2 Morfologia dei sistemi fluviali

La rete idrica superficiale e i principali sistemi fluviali dell'area presentano caratteristiche morfologiche profondamente differenti nei diversi settori di territorio analizzati. Nella zona più settentrionale, corrispondenza al centro abitato di Catania la rete idrica superficiale è stata profondamente modificata dalla forte attività antropica e dalle numerose colate laviche che hanno interessato questo settore di territorio in epoca storica (Carbone et al. 2009). Nella zona più meridionale, in corrispondenza del margine nord-orientale della Piana di Catania, il reticolo idrografico superficiale è invece profondamente influenzato dall'azione erosiva e deposizionale del Fiume Simeto e della costa ionica (Carbone et al. 2009).

Il principale corso d'acqua dell'area urbana di Catania è rappresentato dal Fiume Amenano, che assume un importante significato nell'idrogeologia dell'area. Tale corso d'acqua è stato deviato in epoche diverse da successivi flussi lavici, finché nel 1669 è stato definitivamente sepolto da una imponente colata lavica che, dopo aver attraversato la città di Catania, si è spinta fino al Mar Ionio (Carbone et al. 2009). A seguito di questo evento, le acque provenienti dalle aree di monte hanno iniziato a muoversi nel sottosuolo della città all'interno della colata lavica, seguendo vie di drenaggio preferenziali che ricalcano il corso dell'antico fiume, soprattutto nel tratto più prossimo allo sbocco in mare (Ferrara 1993; Carbone et al. 2009).

Nella zona più meridionale, gli elementi idrografici superficiali sono più evidenti e strettamente connessi all'evoluzione del Fiume Simeto e del litorale ionico (Carbone et al. 2009). Il senso di scorrimento delle acque del Fiume Simeto si caratterizza per la diversa orientazione dei vari segmenti di cui si compone la direzione complessiva di deflusso, essenzialmente in funzione dei principali elementi strutturali che hanno interessato le successioni di substrato (Carbone et al. 2010). Ad ogni modo, lo sviluppo della rete idrografica della Piana di Catania è legato non solo all'assetto stratigrafico-strutturale dell'area e all'azione erosiva e deposizionale dei corsi d'acqua che la incidono, ma anche a fattori meteo-marini di una certa rilevanza.

Infatti, la costa ionica a sud del centro abitato di Catania è stata caratterizzata in epoca recente da una importante fase di avanzamento, a cui è seguita l'attuale fase di arretramento (Carbone et al. 2010). La fase di avanzamento è perdurata almeno fino al 1950 ed è stata determinata dalla forte tendenza progradazionale della piana costiera e deltizia di Catania, in virtù di un maggior carico solido del F. Simeto e dei suoi tributari minori (Carbone et al. 2010). La fase di arretramento, invece, si è sviluppata a partire dalla metà del secolo scorso, essenzialmente a causa degli importanti interventi antropici sul territorio che hanno determinato una vistosa diminuzione degli apporti solidi di tutti i sistemi fluviali, fino a determinare l'attuale deficit sedimentario (Amore & Giuffrida 1985; Longhitano & Colella 2001).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	58 di 167

10 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area di studio, in relazione alla complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico-strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo. Di seguito vengono descritti, nel dettaglio, i principali elementi geomorfologici presenti nell'area ed i relativi fattori morfoevolutivi, con esplicito riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche in allegato alle presenti note.

10.1 Elementi idrografici

La struttura della rete idrografica locale è, in generale, fortemente influenzata sia dalle caratteristiche morfologiche del territorio che dalla natura litologica dei litotipi affioranti. Nelle aree collinari nord-occidentali, infatti, il reticolo idrografico locale presenta uno sviluppo poco ramificato ed un *pattern* sub-angolare che segue in buona sostanza i principali allineamenti strutturali dell'area. Nei settori delle principali aree alluvionali e costiere, invece, la rete idrografica superficiale risulta piuttosto sviluppata ed articolata, anche se profondamente modificata dalle numerose opere di bonifica e regimazione idraulica realizzate nel corso degli ultimi secoli.

I principali corsi d'acqua dell'area, a carattere perenne, sono rappresentati dal Fiume Simeto e dal Torrente Acquicella, che defluiscono con basso gradiente idraulico dai settori collinari e montuosi più interni verso la costa ionica della Piana di Catania. Ad essi si aggiungono una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere stagionale e/o torrentizio, e numerosi canali artificiali realizzati nel corso dei secoli in tutto il settore di piana.

10.2 Elementi strutturali e tettonici

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità. Quest'ultimo risulta legato, essenzialmente, alla natura litologica dei depositi ed alla loro età, nonché al relativo grado di alterazione e diagenesi degli stessi. In generale, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme morbide e poco marcate, con rilievi poco acclivi ed estesi intervallati ad ampie spianate di genesi marina ed alluvionale. La continuità del paesaggio è localmente interrotta da alte scarpate di erosione fluviale e marina, intagliate nei terreni sabbioso-conglomeratici del substrato pleistocenico, particolarmente evidenti lungo il margine nord-occidentale della Piana di Catania.

Dal punto di vista giaciturale, tutte le successioni sedimentarie presenti nei settori di studio sono caratterizzate da un assetto prevalentemente tabulare o, al più, blandamente immergente verso la costa. Ciò si traduce in un assetto morfologico essenzialmente dolce e poco articolato, anche se spesso interrotto da ampie valli di erosione fluviale. Infine, gli elementi tettonici che interessano i termini litologici del substrato sono piuttosto rari e limitati a piccole faglie distensive poste lungo il margine della piana, difficilmente individuabili con precisione a causa delle spesse coperture quaternarie presenti nell'area.

10.3 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Nell'intera area esaminata, le principali forme di accumulo derivano dai processi deposizionali dei sistemi fluviali presenti, che conferiscono alla Piana di Catania e alle maggiori depressioni vallive una morfologia blandamente ondulata e leggermente degradante verso Est: Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali e risultano, molto spesso, fortemente interdigerati tra loro, creando così un articolato

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 59 di 167

sistema sedimentario di origine alluvionale. Allo sbocco delle principali aste torrentizie nelle aree pianeggianti, si rinvencono inoltre locali conoidi alluvionali di estensione ed importanza variabile.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvencono inoltre vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Tutti gli alvei sono caratterizzati da zone di erosione laterale e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono presenti in corrispondenza dei margini esterni dei terrazzi alluvionali più estesi, posti a quote variabili dai fondovalle attuali.

Infine, in corrispondenza dei versanti e dei rilievi più acclivi dove affiorano le successioni vulcano-sedimentarie del substrato, sono presenti chiari fenomeni erosivi, sia areali che lineari, connessi col deflusso non regimato delle acque superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecicole a V o a fondo concavo, particolarmente frequenti nelle porzioni medio-basse dei pendii e nelle zone con le coperture detritico-colluviali più spesse.

10.4 Forme, processi e depositi di origine marina

Gli elementi connessi con l'azione delle acque marine risultano particolarmente diffusi in tutta l'area di studio, che si sviluppa sempre a breve distanza dalla costa ionica. La spiaggia attuale, essenzialmente sabbiosa, presenta una discreta estensione areale ed è caratterizzata da prevalenti fenomeni erosivi, dovuti in buona sostanza ai numerosi interventi antropici realizzati lungo il corso del F. Simeto.

In posizione più interna si rinviene, quindi, un'ampia pianura costiera che si estende per diverse centinaia di metri tra la spiaggia attuale e la zona alluvionale più interna. La piana è costituita da una serie di dune e cordoni litorali estesi in direzione circa parallela alla linea di costa, localmente intervallati da ampie depressioni morfologiche che corrispondono ad antichi sistemi lagunari o di stagno costiero. Localmente, la continuità della piana costiera è interrotta dalle foci dei principali sistemi fluviali dell'area.

10.5 Forme antropiche e manufatti

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai manufatti realizzati in corrispondenza delle maggiori aree urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle infrastrutture a rete più importanti. Nei settori più antropizzati si rinvencono, inoltre, estesi materiali di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura quaternari. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono, ovviamente, ai rilevati delle principali infrastrutture a rete ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree urbane più estese.

Ai suddetti elementi si aggiungono, ovviamente, numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di fabbricati ed abitazioni. Tali elementi presentano in genere altezze contenute, raramente superiori a 3 m, e sono spesso posti in corrispondenza di scarpate naturali preesistenti. Infine, lungo gli alvei dei maggiori corsi d'acqua dell'area, sono presenti numerose opere di regimazione idraulica rappresentate essenzialmente da briglie e argini artificiali. In particolare, si sottolineano i numerosi interventi di ingegneria idraulica realizzati negli ultimi decenni lungo le principali aste fluviali, come gli argini artificiali del Fiume Simeto e del Canale Buttaceto.

11 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

I dati geologici di superficie, unitamente alle informazioni stratigrafiche derivanti da perforazioni geognostiche e pozzi profondi, permettono di individuare nell'area in esame litotipi con differente comportamento idrogeologico (Carbone et al. 2009; Carbone 2011). Sulla base delle caratteristiche di permeabilità e dei rapporti stratigrafico-strutturali tra i litotipi presenti si possono distinguere acquiferi, sede di corpi idrici produttivi, e terreni a permeabilità bassa o molto bassa, privi di corpi idrici significativi che localmente determinano effetti di confinamento sugli acquiferi limitrofi (Ferrara 1999; Carbone et al. 2009).

In particolare, l'acquifero alluvionale della Piana di Catania è rappresentato da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate (Ferrara 1999). Tale eterogeneità tessiturale condiziona, infatti, l'esistenza ed il movimento delle acque sotterranee all'interno del complesso alluvionale, che poggia su terreni prevalentemente pelitici di età pleistocenica (Lentini et al. 1984; Ferrara 1999). I numerosi pozzi a uso civile, agricolo e industriale sono distribuiti in modo disomogeneo all'interno della piana e determinano condizioni di forte sovrasfruttamento dell'acquifero alluvionale, come dimostrato dalla forte intrusione marina nelle zone più vicine alla costa ionica (Ferrara 1999).

11.1 Complessi idrogeologici

Nell'area del Monte Etna e della limitrofa Piana di Catania è possibile distinguere più complessi idrogeologici con diverso significato ai fini della distribuzione delle risorse idriche sotterranee (Ferrara 1994, 2001; Ferrara & Pappalardo 2008). Nella zona di stretto interesse progettuale non sono presenti i termini vulcanici del Monte Etna, mentre si rinvencono unicamente i sedimenti terrigeni affioranti nella Piana di Catania e in corrispondenza delle colline che la bordano nella porzione nord-occidentale.

- il **Complesso delle vulcaniti storiche e recenti**, costituito da lave, scorie, sabbie e tufi degli apparati eruttivi del "Mongibello" è presente, con spessori diversi, nella maggior parte dell'edificio vulcanico ed è sede di falde di un certo interesse per l'elevata permeabilità, per porosità e fessurazione;
- il **Complesso dei conglomerati sabbiosi** è costituito da un deposito clastico fortemente eterometrico di chiara origine vulcanica, presente principalmente nella parte centrale della fascia pedemontana orientale del Monte Etna; in relazione alla variabile permeabilità che lo caratterizza, tale deposito costituisce un acquifero di discreto interesse, in relazione idraulica con i terreni vulcanici presenti a monte;
- il **Complesso delle vulcaniti antiche**, generalmente soggiacente ai terreni dei complessi precedentemente descritti, affiora principalmente lungo i versanti della grande depressione calderica della Valle del Bove; è costituito in prevalenza da lave compatte con elevata permeabilità per fessurazione ed è sede dei principali corpi idrici dell'edificio vulcanico, sostenuti dai terreni sedimentari impermeabili del basamento;
- il **Complesso delle vulcaniti basali**, rappresentato da lave a *pillow* in matrice ialoclastica o da lave compatte colonnari in ammassi discontinui in stretta relazione con i sedimenti del substrato, affiora per tratti limitati sui versanti sud-orientale ed occidentale del vulcano; sotto il profilo idrogeologico riveste scarso significato, sia per la limitata continuità sia per la ridotta permeabilità della maggior parte dei prodotti che lo costituiscono;
- il **Complesso delle alluvioni attuali e recenti** si rinviene in tutta la Piana di Catania e, secondariamente, in alcune zone marginali del Monte Etna, dove costituisce coperture di limitato spessore sulle vulcaniti e sui limitrofi affioramenti di terreni sedimentari; in relazione ai notevoli spessori e alle buone caratteristiche di permeabilità per porosità è localmente sede di falde di interesse antropico, soprattutto lungo il margine settentrionale della piana;

- il **Complesso dei terreni sabbioso-ghiaiosi** si rinviene diffusamente lungo i rilievi collinari che bordano la Piana di Catania a nord; è costituito da depositi silicoclastici grossolani con una permeabilità generalmente media e costituisce un acquifero di discreto interesse;
- il **Complesso delle argille grigio-azzurre**, comprendente terreni pelitici poco o nulla permeabili, affioranti sia lungo il perimetro dell'edificio vulcanico che ai margini della Piana di Catania; questo complesso si rinviene ovunque alla base dei depositi più permeabili e, pertanto, costituisce il sostegno delle falde contenute negli acquiferi soprastanti.

11.2 Strutture idrogeologiche e falde acquifere

La principale struttura idrogeologica dell'area in esame è rappresentata, senza dubbio, dalla Piana di Catania e dai depositi alluvionali e marini che la riempiono (Carbone et al. 2009; Carbone 2011). Tale idrostruttura è caratterizzata, per buona parte del suo sviluppo, dalla presenza di una falda superficiale contenuta all'interno dei depositi alluvionali grossolani del Fiume Simeto (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010). L'andamento della superficie piezometrica mostra, molto chiaramente, la presenza di un importante asse di drenaggio disposto parallelamente alla direzione secondo cui sono disposti i depositi alluvionali più permeabili (Ferrara 1999), grossomodo corrispondente all'antico alveo del Fiume Simeto. In prossimità della costa ionica, inoltre, è presente una ulteriore falda profonda semiconfinata, contenuta all'interno dei depositi grossolani che caratterizzano tale settore (Carbone et al. 2010).

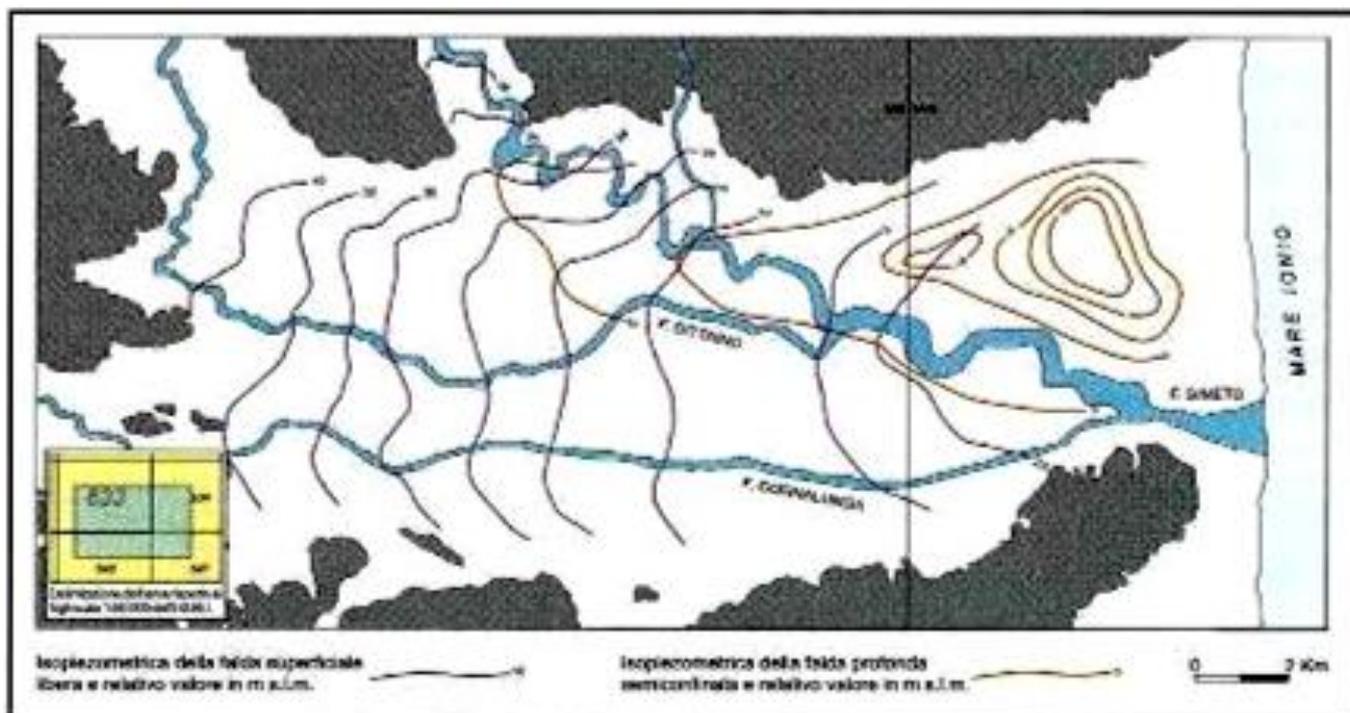


Figura 16 – Andamento delle superfici piezometriche relative alle falde idriche presenti nella Piana di Catania (da Ferrara 1999, modificato)

Gli acquiferi che contengono le suddette falde, come evidenziato dalle campagne di indagini geognostiche condotte, sono costituiti prevalentemente da depositi alluvionali grossolani, attuali e recenti, e da sabbie e ghiaie di ambiente continentale e di transizione, spesso formanti superfici terrazzate disposte su vari ordini (Ferrara 1999; Carbone et al. 2009). La falda dell'acquifero alluvionale si posiziona ad una profondità variabile tra 2 e 30 m

dall'attuale p.c., mostrando quindi una forte disomogeneità probabilmente connessa alle importanti variazioni granulometriche, sedimentologiche e idrogeologiche dei depositi terrigeni costituenti l'acquifero (Ferrara 1999).

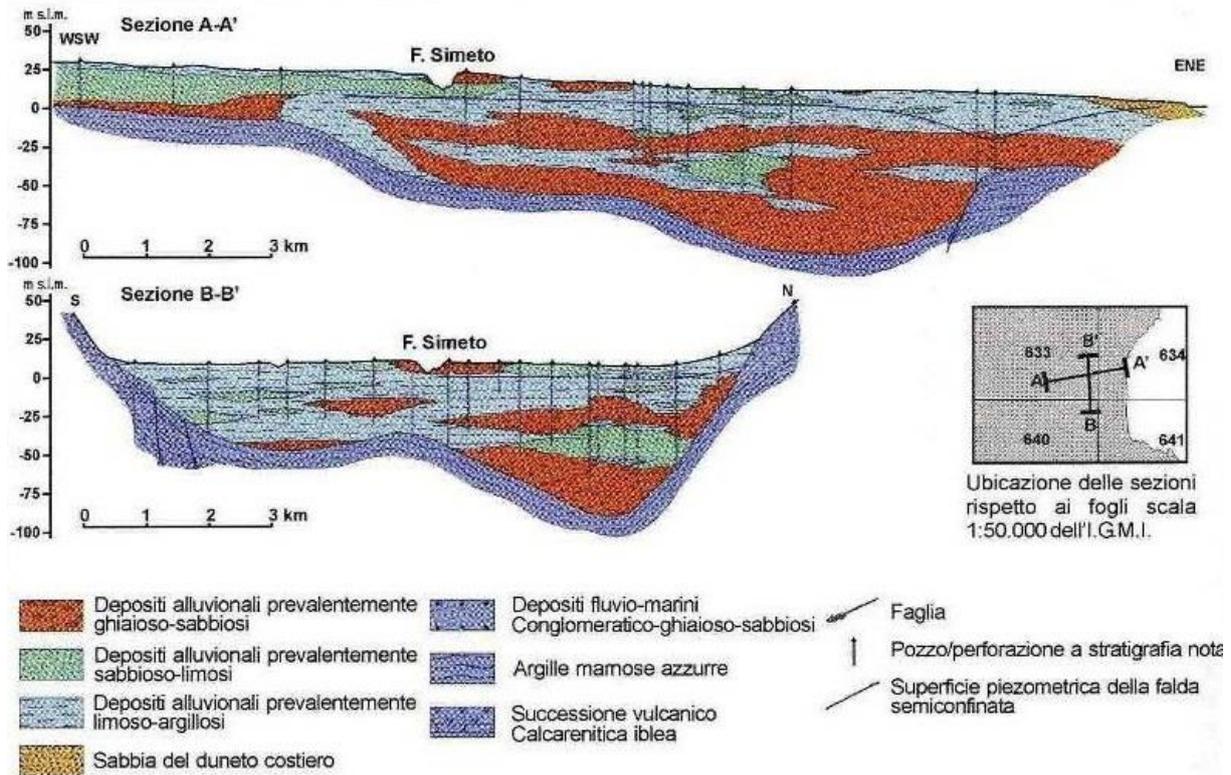


Figura 17 – Sezioni idrogeologiche della porzione più orientale della Piana di Catania (da Carbone et al. 2010).

La ricostruzione morfologica dell'andamento del substrato argilloso al di sotto dei depositi grossolani mostra chiaramente un andamento molto articolato del tetto delle argille pleistoceniche, dal quale sono comunque riconoscibili i principali assi di drenaggio orientati circa E-W (Carbone et al. 2009, 2010). La ricostruzione dello spessore dell'acquifero presente nel sottosuolo della Piana di Catania, invece, evidenzia il graduale aumento di potenza che si ha muovendosi verso il depocentro della piana, fino ad un massimo di circa 80 m (Carbone et al. 2009). Ciò è dovuto, naturalmente, alla presenza nel sottosuolo di importanti spessori di terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi.

L'alimentazione dell'acquifero sotterraneo deriva, in buona sostanza, dagli apporti idrici, sia superficiali che sotterranei, provenienti dalle depressioni vallive incise dai principali corsi d'acqua presenti nell'area (Ferrara 1999), come quelle dei Fiumi Simeto e Gornalunga. In particolare, il Fiume Simeto riceve nei settori di monte l'ulteriore apporto dei deflussi sotterranei derivanti dal versante occidentale del Monte Etna (Ferrara et al. 1998; Ferrara & Pappalardo 2004; Carbone et al. 2009). Ulteriori apporti si hanno inoltre con l'acquifero presente lungo il margine settentrionale della pianura, costituito dai depositi sabbioso-ghiaiosi continentali e marini delle colline settentrionali (Ferrara 1975; Carbone et al. 2009).

11.3 Opere di captazione ed emergenze sorgentizie

I principali acquiferi della zona di studio sono oggetto di sfruttamento antropico mediante numerosi pozzi, principalmente ad uso agricolo ed industriale, ma anche per approvvigionamento idropotabile. Le opere di

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 63 di 167

captazione sono rappresentate da pozzi perforati a profondità variabili da alcune decine di metri ad oltre 80 m, oltre che da pozzi scavati a largo diametro di pochi metri di profondità (Carbone et al. 2009, 2010).

In relazione alla distribuzione dei pozzi ed alla loro tipologia, la falda è oggetto di intenso sfruttamento soprattutto nella zona più settentrionale della Piana di Catania e nella zona costiera a nord del F. Simeto (Carbone et al. 2009; Comune di Catania 2011). Tale condizione determina effetti di progressivo abbassamento del livello piezometrico ed evidente intrusione delle acque salate origine marina (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010).

Le emergenze sorgentizie sono del tutto assenti nella zona di studio (Carbone et al. 2009; Comune di Catania 2011). Infatti, i limitati apporti idrici sotterranei provenienti dai rilievi collinari defluiscono interamente all'interno dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania. Ad ogni modo, non è possibile escludere la presenza di piccole emergenze sorgentizie, a carattere stagionale, in prossimità della zona di contatto tra i depositi grossolani più permeabili e i termini pelitici che li tamponano alla base.

11.4 Chimismo delle acque

Dal punto di vista chimico, le acque sotterranee della Piana di Catania risultano fortemente differenti da quelle dell'edificio vulcanico del M. Etna e degli altri acquiferi limitrofi. Sulla scorta dei dati bibliografici a disposizione (Ferrara 1994; Carbone et al. 2009) è possibile definire unicamente le caratteristiche chimiche generali delle acque di falda presenti nei settori di piana.

I valori di conducibilità sono generalmente superiori a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e, talora, arrivano fino a 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nella zona centro-meridionale e lungo la fascia costiera (Carbone et al. 2009). Questi valori sono connessi all'alto contenuto di ioni Cl, Na ed SO_4 , a cui si aggiungono localmente i composti di azoto. Nella zona più settentrionale, dove i depositi alluvionali sono più spessi e trasmissivi, i valori di conducibilità elettrica sono invece inferiori a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a causa degli apporti sotterranei di acque provenienti dall'acquifero delle colline settentrionali che bordano la piana (Ferrara et al. 1998).

11.5 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

Nella Piana di Catania, la vulnerabilità all'inquinamento è influenzata dalla permeabilità dei depositi più superficiali e dagli scambi idrici sotterranei tra le acque superficiali e profonde provenienti dagli alvei dei corsi d'acqua che attraversano la pianura (Ferrara et al. 1998; Carbone et al. 2009). Infatti, la presenza in superficie di depositi limoso-sabbiosi limita l'infiltrazione delle acque meteoriche, riducendo o annullando del tutto la penetrazione di sostanze inquinanti nel sottosuolo (Carbone et al. 2009). A ciò si aggiunge l'azione di protezione svolta dalle intercalazioni pelitiche poco permeabili, a cui è connessa la condizione di semiconfinamento della falda alluvionale più profonda (Ferrara et al. 1998; Carbone et al. 2009).

I deflussi provenienti dalle valli dei principali corsi d'acqua rappresentano un elemento di potenziale pericolosità in termini di inquinamento, in quanto trasportano ingenti quantitativi di acque reflue non trattate provenienti dai centri urbani presenti sul versante occidentale del M. Etna e lungo la valle del F. Simeto (Ferrara et al. 1998; Carbone et al. 2009). Le evidenze di questo inquinamento si rilevano in molti punti della valle, anche se localmente il fenomeno risulta attenuato per effetto della diluizione delle acque (Carbone et al. 2009).

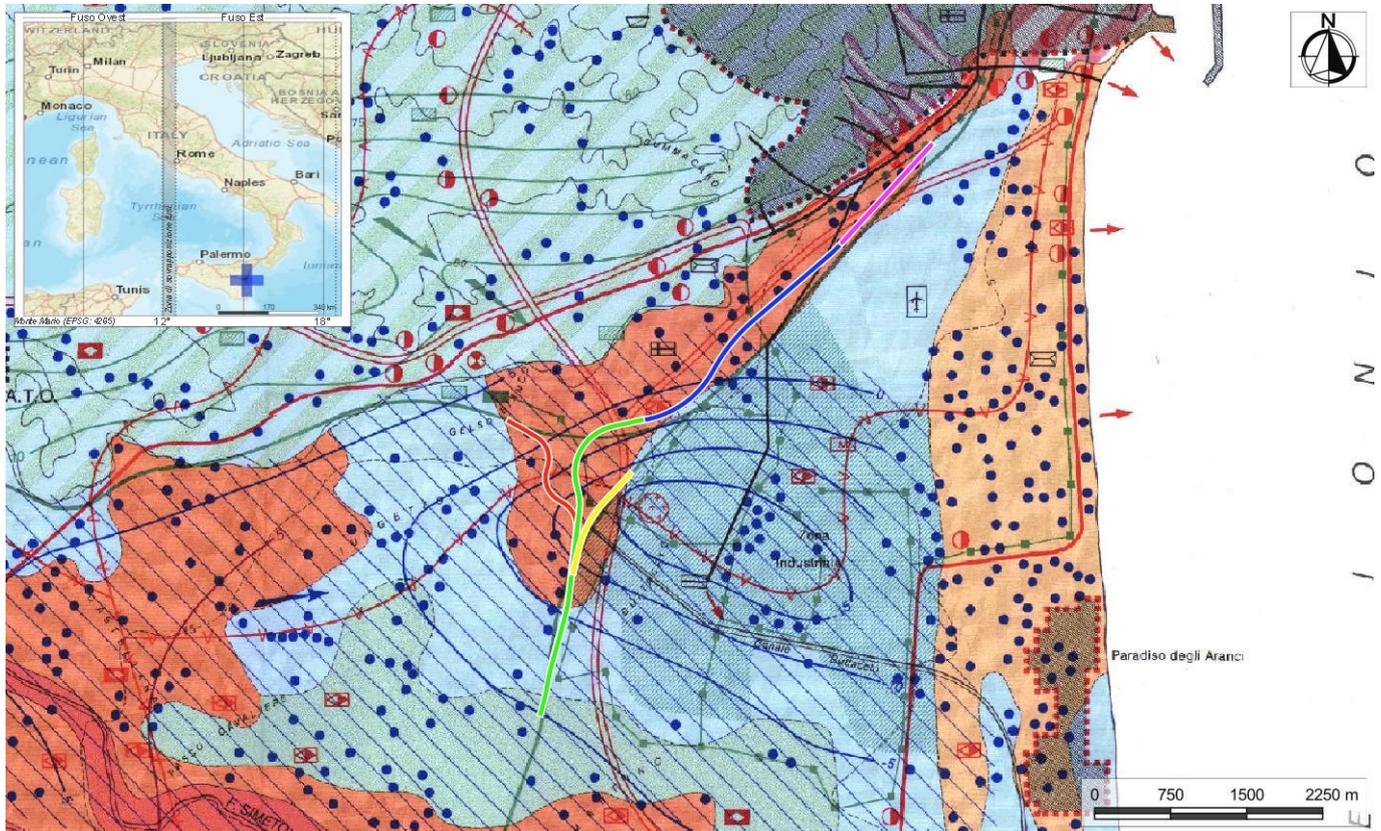


Figura 18 – Stralcio della carta della vulnerabilità all'inquinamento della Piana di Catania (da Ferrara et al. 1998), le campiture con colorazioni variabili dal rosso al rosa chiaro indicano settori con vulnerabilità variabile da molto elevata a elevata, mentre le colorazioni dal verde all'azzurro indicano vulnerabilità da media a bassa. Nell'immagine è riportata anche l'individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto "Stazione di Fontanarossa", in blu la tratta relativa al lotto "Interramento linea Palermo-Catania", in verde la tratta relativa al lotto "Bretella Catania-Siracusa", in rosso la tratta relativa al lotto "Bretella Palermo-Siracusa", in giallo la tratta relativa al lotto "Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci").

La vulnerabilità degli acquiferi nel settore d'intervento risulta condizionata sia dalla permeabilità specifica e locale dei terreni alluvionali affioranti, infatti questa risulta condizionata dalle caratteristiche granulometriche delle litofacies presenti localmente, sia dalla variabilità della soggiacenza locale. Ad ogni modo, relativamente al settore di stretto interesse progettuale, la vulnerabilità risulta generalmente bassa o media, in relazione alla presenza diffusa in affioramento di termini litologici fini, argilloso-limosi e sabbioso-limosi.

Un ulteriore elemento di potenziale criticità è rappresentato dall'utilizzo di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti ad uso agricolo, oltre che dalla presenza di allevamento di bovini, ovini, equini e suini (Carbone et al. 2009). Inoltre, nella parte centrale della piana è presente l'area industriale di Catania, dove la qualità delle acque è decisamente scadente a causa degli scarichi non trattati che vengono smaltiti lungo i canali di bonifica e nei principali corsi d'acqua della zona, come il T. Buttaceto e il T. Acquicella (Ferrara et al. 1998; Carbone et al. 2009).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 65 di 167

12 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, in maniera puntuale e dettagliata, le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. Inoltre, i dati piezometrici reperiti e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo nei settori di territorio esterni all'area di stretto interesse progettuale.

Lo studio geologico appositamente condotto ha inoltre permesso di definire lo stato di alterazione e/o fessurazione degli ammassi rocciosi e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto che, come noto, influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'area di studio.

Infine, a corredo del presente studio, è stato condotto uno specifico approfondimento idrogeologico volto alla definizione della possibile influenza esercitata dalle opere in progetto sul regime di circolazione idrica dell'area e su eventuali variazioni del livello di falda a seguito della realizzazione delle opere in sotterraneo. I risultati di questo studio di approfondimento sono riportati in uno specifico elaborato progettuale in allegato alle presenti note di sintesi (cfr. RS3H 00 D69 RH GE0002 002).

12.1 Complessi idrogeologici

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

Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta in considerazione delle numerose prove di permeabilità (Lefranc) realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine. Nel paragrafo 12.2 "Prove di permeabilità" si riporta una sintesi di tali prove, con indicazione dei valori di permeabilità determinati e dei relativi complessi idrogeologici di appartenenza.

Si sottolinea, infine, che la stima del *range* di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico è stata effettuata in funzione delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione, fessurazione e carsismo dei singoli ammassi rocciosi.

12.1.1 Complessi delle unità del substrato

Questo gruppo è rappresentato da due distinti complessi idrogeologici, costituiti da successioni sedimentarie tardo-cenozoiche di ambiente continentale, marino e transizionale.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA					
	INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 66 di 167

12.1.1.1 Substrato argilloso-limoso

Al presente complesso (**SAL**) sono associati i depositi prevalentemente pelitici dell'unità **FAG**. Dal punto di vista litologico si tratta di argille limose, limi argillosi e argille limoso-marnose a struttura generalmente indistinta, a tratti con laminazione incrociata e stratificazione sub-parallela; a luoghi si rinvengono lenti e/o livelli di sabbie fini e limi argilloso-sabbiosi in strati da molto sottili a sottili, localmente laminati, con rare ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate, più frequenti verso l'alto stratigrafico; talora sono presenti livelli di limi e limi argillosi a struttura laminata o finemente stratificata, con diffusi veli di materiale organico e discontinue intercalazioni lenticolari di tufi gradati.

I terreni in questione costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nel contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di notevole importanza per tutti i corpi idrogeologici limitrofi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, a meno di piccole falde stagionali all'interno degli orizzonti sabbioso-limosi più permeabili nella parte alta del complesso. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

12.1.1.2 Substrato sabbioso-ghiaioso

A questo complesso (**SSG**) sono riferiti i depositi continentali, marini e transizionali delle unità **GII** e **TIR**. Per quanto concerne le caratteristiche litologiche, si tratta di limi sabbiosi e sabbie limose a stratificazione obliqua e a festoni, con locali passaggi di sabbie medio-fini e grossolane; a luoghi si rinvengono livelli di argille limose e argille sabbiose in strati da molto sottili a sottili, più frequenti verso il basso stratigrafico, e strati di arenarie mediamente cementate; verso l'alto passano a ghiaie e blocchi poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati, da poco a mediamente cementati, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante.

Questi depositi costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario, che presentano interscambi con i corpi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche della piana. La permeabilità, per porosità e fessurazione, prevalentemente bassa. Al complesso in esame si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

12.1.2 *Complessi dei depositi di copertura*

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

12.1.2.1 Terrazzi limoso-sabbiosi

A tale complesso (**TLS**) sono associati i depositi alluvionali terrazzati delle unità **btc** e **btb**. Sotto il profilo litostratigrafico si tratta di limi sabbiosi e sabbie fini e medio-fini a stratificazione obliqua, con diffusi passaggi di limi sabbiosi e conglomerati poligenici; a luoghi si rinvengono intercalazioni di epiclastiti e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante.

I presenti litotipi costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario, direttamente influenzate dalle precipitazioni meteoriche e con carattere essenzialmente stagionale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 67 di 167

prevalentemente bassa. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

12.1.2.2 Coperture limoso-argillose

Al presente complesso (**CLA**) sono riferiti i terreni pelitici dei depositi di copertura **gn3**, **bn3** e **bb3**. Dal punto di vista litologico si tratta di argille limose e limi da debolmente argillosi ad argillosi a struttura indistinta o laminata, con sporadiche ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono paleosuoli poco evoluti e sottili passaggi di sabbie limose e limi sabbiosi.

I termini litologici in esame costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nel contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquitard di importanza variabile in relazione all'estensione e allo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, a meno di piccole falde stagionali all'interno degli orizzonti sabbioso-limosi più permeabili all'interno del complesso. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa. A questo complesso si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-9}$ e $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

12.1.2.3 Coperture sabbioso-limose

A questo complesso (**CSL**) sono riferiti i depositi quaternari prevalentemente sabbioso-limosi delle unità **gn2**, **gb1**, **ga1**, **bn2**, **bb2** e **ba1**. Dal punto di vista litologico è formato da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o laminata, con locali ciottoli e ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate, talora appiattite; a luoghi si rinvengono livelli di limi argillosi e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora appiattite, in matrice sabbiosa e limoso-sabbiosa da scarsa ad abbondante.

Questi depositi costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che presentano interscambi con i corpi idrici superficiali e/o sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. Al complesso in esame si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

12.1.2.4 Coperture ghiaioso-sabbiose

A tale complesso (**CGS**) sono associati i termini alluvionali grossolani delle unità **gn1**, **bn1** e **bb1**. Sotto il profilo litostratigrafico si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono ciottoli e blocchi eterogenei, da appiattiti ad arrotondati, e passaggi di sabbie e sabbie limose.

I presenti litotipi costituiscono acquiferi porosi di elevata trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che presentano interscambi con i corpi idrici superficiali e/o sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

12.1.2.5 Terreni di copertura

Al presente complesso (**TRC**) sono riferiti i terreni di copertura antropica ed eluvio-colluviale delle unità **b2** e **h**. Dal punto di vista litologico si tratta di limi argilloso-sabbiosi e sabbie argilloso-limose a struttura indistinta, con diffusi resti vegetali, locali ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate e sporadici frammenti di laterizi; a

luoghi si rinvennero ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, con sporadici blocchi e frammenti di laterizi, in matrice limoso-sabbiosa da scarsa ad abbondante.

I termini litologici in esame costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività a causa del ridotto spessore dei depositi, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale, direttamente influenzate dal regime delle precipitazioni meteoriche. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. Al complesso in questione è pertanto possibile attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

12.2 Prove di permeabilità

Di seguito si riporta una sintesi delle prove di permeabilità a disposizione, con indicazione dei valori di permeabilità determinati distinti per i relativi complessi idrogeologici di appartenenza.

sigla	prova	tipologia	profondità <i>m</i>	permeabilità <i>m/s</i>	campagna indagini
SD42	P3	Lefranc	24.8	9.03E-08	2020
SD40	3	Lefranc	26.8	5.90E-09	2019
SD01	4	Lefranc	25.8	2.20E-08	2019
SD02	4	Lefranc	24.3	4.20E-07	2019
SD03	4	Lefranc	23.8	4.10E-07	2019
SD04	4	Lefranc	26.8	1.50E-07	2019
SD06	3	Lefranc	14.8	1.10E-07	2019
SD07	4	Lefranc	21.8	4.90E-07	2019
SD08	4	Lefranc	25.3	9.40E-08	2019
SD09	4	Lefranc	32.3	2.70E-08	2019
SD02	5	Lefranc	34.3	1.20E-07	2019
SD06	4	Lefranc	22.3	8.40E-08	2019
BH4	LE3	Lefranc	25.0	4.29E-09	Interporto 2013

Tabella 22 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità per il Complesso delle unità del substrato argilloso-limoso (SAL).

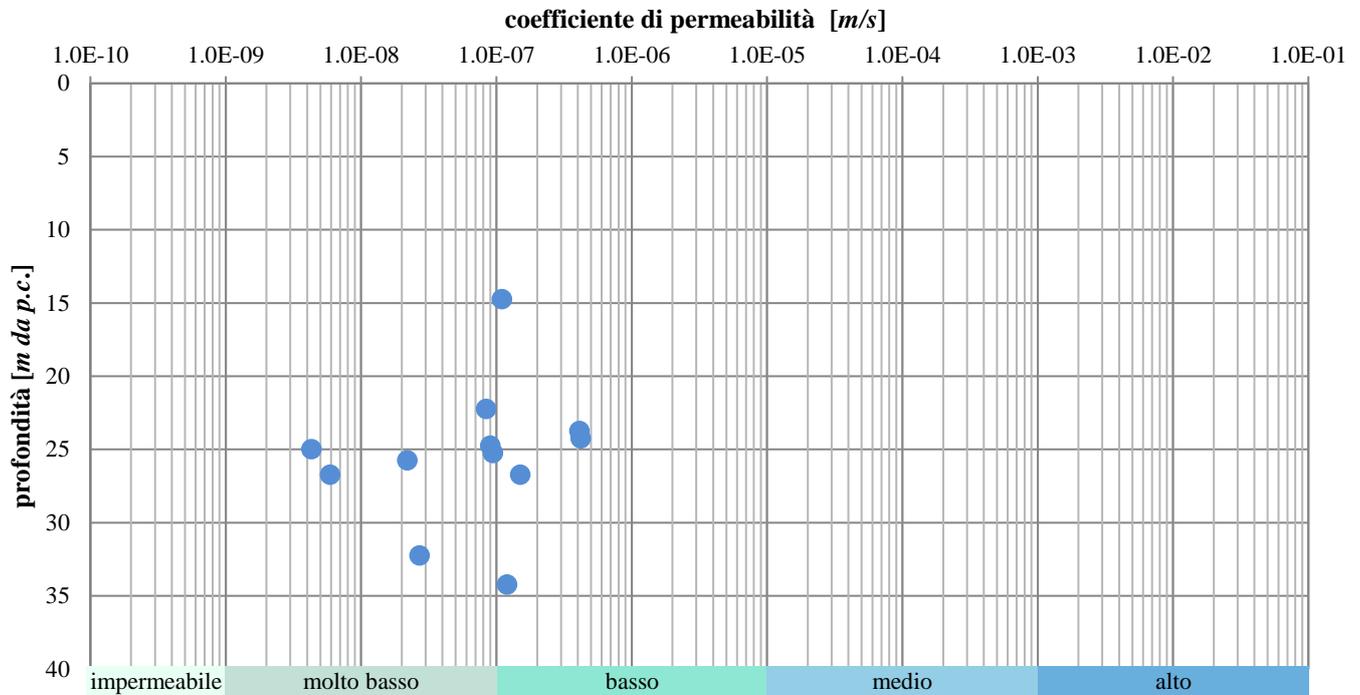


Figura 19 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità in funzione della profondità per il Complesso delle unità del substrato argilloso-limoso (SAL).

sigla	prova	tipologia	profondità <i>m</i>	permeabilità <i>m/s</i>	campagna indagini
SD08	1	Lefranc	3.3	1.1E-06	2019
SD08	2	Lefranc	7.8	7.7E-07	2019
SD08	3	Lefranc	15.8	6.9E-08	2019

Tabella 23 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità per il Complesso delle unità del substrato sabbioso-ghiaioso (SSG).

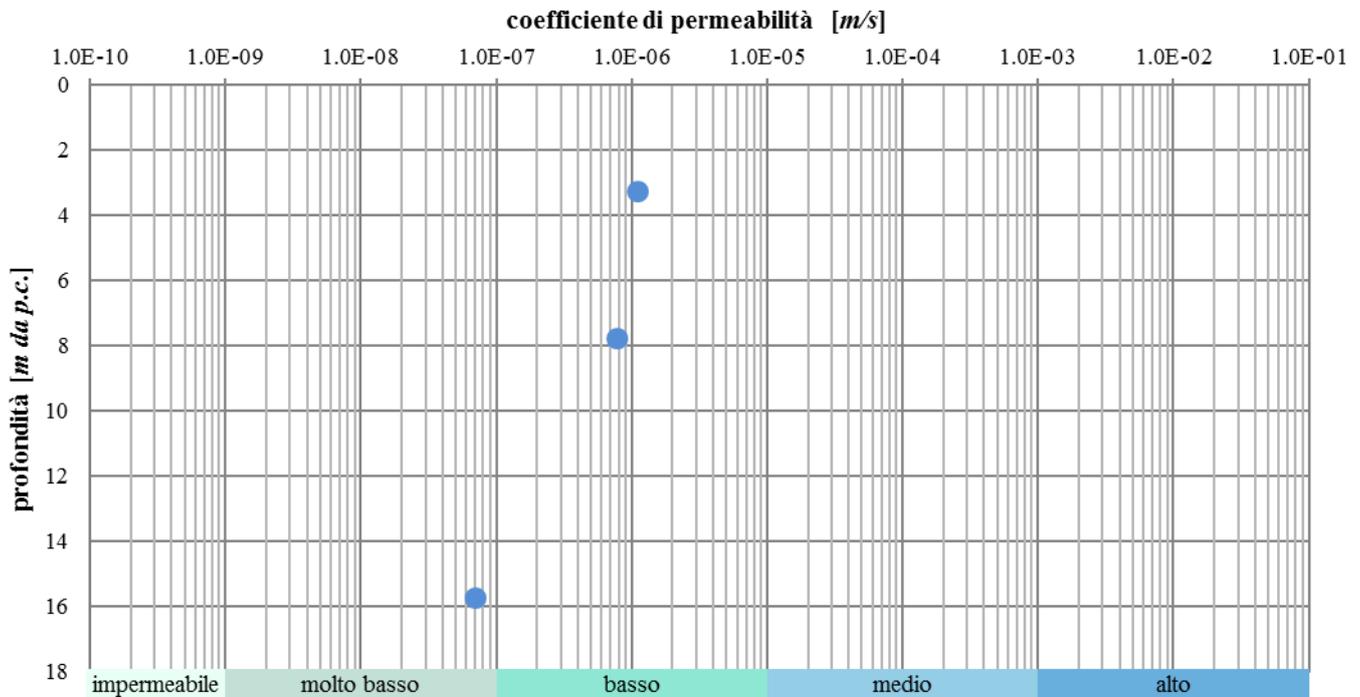


Figura 20 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità in funzione della profondità per il Complesso delle unità del substrato sabbioso-ghiaioso (SSG).

sigla	prova	tipologia	profondità m	permeabilità m/s	campagna indagini
SD43	P1	Lefranc	5.25	1.70E-06	2020
SD44	P1	Lefranc	3.80	7.20E-06	2020
SD44	P2	Lefranc	14.00	4.40E-06	2020
SD03	2	Lefranc	10.3	1.4E-07	2019
SD05	5	Lefranc	34.3	4.1E-08	2019
SD06	2	Lefranc	6.8	5.0E-07	2019
SD09	2	Lefranc	15.3	2.0E-07	2019
SD10	2	Lefranc	14.8	3.2E-08	2019
SD11	3	Lefranc	12.3	4.5E-08	2019
SD11	4	Lefranc	18.3	1.5E-07	2019
SD12	2	Lefranc	7.8	8.1E-07	2019
SD15	2	Lefranc	9.3	7.7E-08	2019
SD15	3	Lefranc	13.3	2.6E-06	2019
SD15	4	Lefranc	16.3	3.8E-06	2019
SD13	3	Lefranc	18.3	4.0E-07	2019
SD20	2	Lefranc	14.8	1.6E-06	2019
SD21	2	Lefranc	15.3	2.0E-07	2019

sigla	prova	tipologia	profondità m	permeabilità m/s	campagna indagini
SD21	3	Lefranc	26.5	3.9E-08	2019
SD23	2	Lefranc	18.3	5.1E-08	2019
SD24	2	Lefranc	19.8	9.9E-08	2019
BH3	LE1	Lefranc	9.8	2.2E-07	Interporto 2013
BH4	LE1	Lefranc	7.0	6.8E-09	Interporto 2013
SD22	2	Lefranc	18.3	1.1E-07	2019
SD22	3	Lefranc	27.3	9.4E-09	2019
SD14	2	Lefranc	12.3	6.5E-07	2019
SD14	4	Lefranc	23.3	7.7E-08	2019
SD18	2	Lefranc	14.8	5.0E-07	2019
SD27	2	Lefranc	11.9	1.0E-07	2019
SD29	2	Lefranc	18.3	1.3E-06	2019
SD30	2	Lefranc	25.8	1.9E-07	2019
SD30	3	Lefranc	29.8	1.3E-08	2019
SD31	2	Lefranc	20.3	1.8E-06	2019
SD33	3	Lefranc	23.9	3.1E-08	2019
SD35	2	Lefranc	21.3	6.2E-08	2019
SD35	3	Lefranc	27.3	4.9E-08	2019
SD36	2	Lefranc	17.3	2.3E-07	2019
SD37	2	Lefranc	15.3	5.5E-07	2019
SD39	3	Lefranc	20.8	3.4E-09	2019
SD32	2	Lefranc	22.8	7.4E-08	2019
SD38	1	Lefranc	7.8	2.2E-06	2019
SD38	2	Lefranc	16.3	8.5E-07	2019
SD04	2	Lefranc	7.3	5.4E-06	2019
SD05	1	Lefranc	4.3	9.1E-08	2019
SD05	3	Lefranc	12.3	5.5E-08	2019
SD11	2	Lefranc	8.3	6.7E-08	2019
SD12	1	Lefranc	3.8	1.7E-06	2019
SD15	1	Lefranc	5.3	4.9E-07	2019
SD17	1	Lefranc	10.8	7.8E-07	2019
SD05	2	Lefranc	8.3	8.3E-07	2019
SD21	1	Lefranc	5.8	5.3E-07	2019
SD23	1	Lefranc	8.1	5.2E-08	2019
SD22	1	Lefranc	9.3	3.7E-06	2019

sigla	prova	tipologia	profondità m	permeabilità m/s	campagna indagini
SD25	1	Lefranc	8.8	4.3E-06	2019
SD28	2	Lefranc	12.3	9.8E-06	2019
SD29	1	Lefranc	9.3	3.7E-06	2019
SD30	1	Lefranc	7.8	4.3E-07	2019
SD31	1	Lefranc	7.3	2.7E-06	2019
SD35	1	Lefranc	9.3	8.5E-08	2019
SD36	1	Lefranc	9.3	4.6E-07	2019
BH1	LE1	Lefranc	7.0	2.5E-08	Interporto 2013
BH1	LE2	Lefranc	13.0	5.3E-09	Interporto 2013
BH2	LE1	Lefranc	10.0	8.8E-09	Interporto 2013
BH7	LE1	Lefranc	6.5	6.1E-09	Interporto 2013
S1e	LE2	Lefranc	12.3	2.2E-09	CT-SR 2012

Tabella 24 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità per il Complesso delle coperture limoso-argillose (CLA).

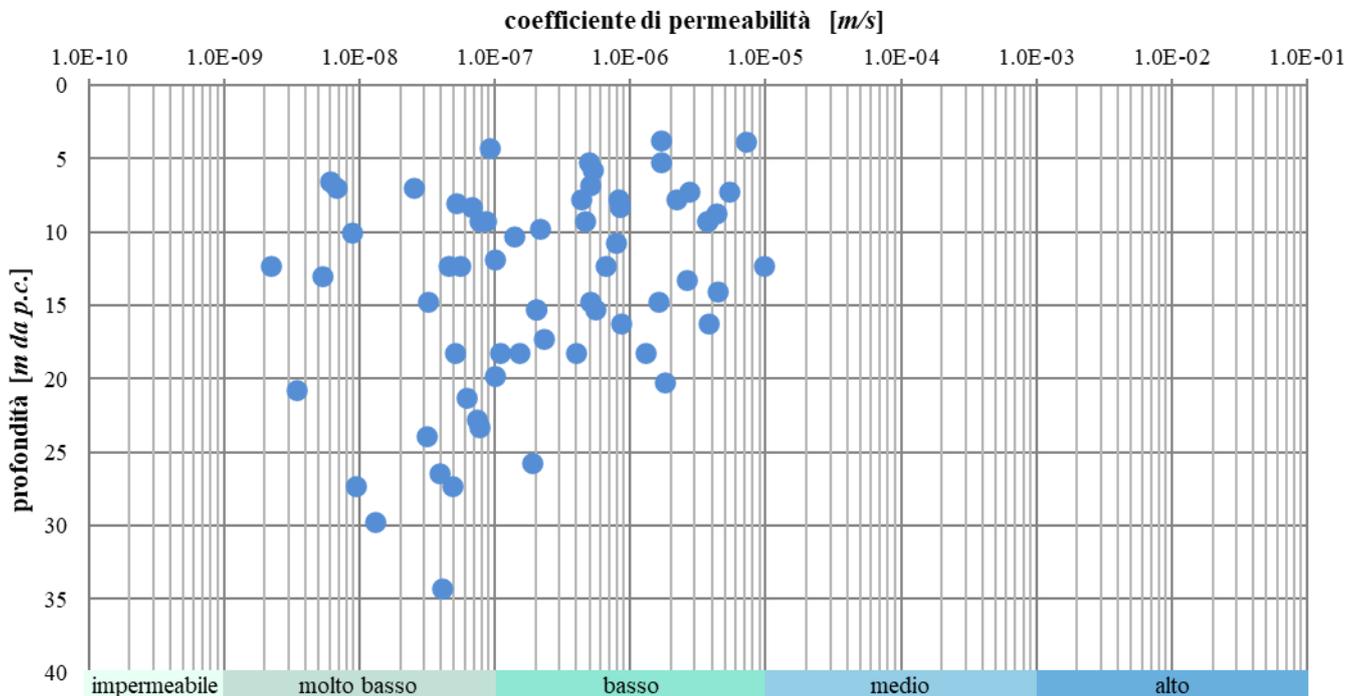


Figura 21 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità in funzione della profondità per il Complesso delle coperture limoso-argillose (CLA).

sigla	prova	tipologia	profondità m	permeabilità m/s	campagna indagini
SD42	P2	Lefranc	9.48	4.51E-05	2020

sigla	prova	tipologia	profondità <i>m</i>	permeabilità <i>m/s</i>	campagna indagini
SD43	P2	Lefranc	16.05	2.88E-06	2020
SD01	1	Lefranc	3.8	4.0E-07	2019
SD02	1	Lefranc	7.3	7.0E-07	2019
SD03	1	Lefranc	4.3	2.6E-07	2019
SD04	1	Lefranc	4.3	8.1E-06	2019
SD06	1	Lefranc	2.8	1.7E-06	2019
SD10	1	Lefranc	7.8	1.9E-07	2019
SD11	1	Lefranc	4.3	3.2E-07	2019
SD13	1	Lefranc	4.3	3.3E-06	2019
SD19	1	Lefranc	9.3	9.0E-08	2019
SD20	1	Lefranc	5.8	3.4E-06	2019
SD24	1	Lefranc	7.8	5.0E-06	2019
SD14	1	Lefranc	4.3	2.1E-07	2019
SD18	1	Lefranc	4.8	7.2E-06	2019
SD28	1	Lefranc	6.3	6.8E-05	2019
SD27	1	Lefranc	3.6	1.2E-06	2019
SD33	1	Lefranc	7.3	2.8E-06	2019
SD34	1	Lefranc	7.3	4.9E-08	2019
SD26	1	Lefranc	4.3	6.1E-05	2019
SD39	1	Lefranc	3.8	1.1E-07	2019
SD39	2	Lefranc	10.3	3.6E-08	2019
SD40	1	Lefranc	7.3	2.9E-07	2019
SD01	2	Lefranc	9.3	9.7E-07	2019
SD01	3	Lefranc	17.8	4.9E-08	2019
SD02	2	Lefranc	15.3	1.2E-06	2019
SD02	3	Lefranc	20.3	4.2E-07	2019
SD03	3	Lefranc	15.8	4.0E-07	2019
SD04	3	Lefranc	11.8	3.1E-06	2019
SD05	4	Lefranc	25.3	1.8E-06	2019
SD10	3	Lefranc	27.8	2.7E-07	2019
SD12	3	Lefranc	13.8	1.7E-07	2019
SD12	4	Lefranc	25.8	1.6E-05	2019
SD13	2	Lefranc	11.8	7.4E-06	2019
SD17	2	Lefranc	15.3	1.2E-05	2019
SD17	3	Lefranc	32.3	2.7E-06	2019

sigla	prova	tipologia	profondità m	permeabilità m/s	campagna indagini
SD19	3	Lefranc	34.8	1.2E-05	2019
SD24	3	Lefranc	26.8	1.1E-05	2019
SD18	3	Lefranc	23.8	2.4E-07	2019
SD25	2	Lefranc	16.3	1.6E-05	2019
SD25	3	Lefranc	26.3	1.2E-05	2019
SD33	2	Lefranc	13.3	5.5E-07	2019
SD34	2	Lefranc	16.3	1.5E-07	2019
SD26	3	Lefranc	28.3	1.1E-05	2019
SD36	3	Lefranc	25.8	5.2E-08	2019
SD37	3	Lefranc	25.8	5.4E-06	2019
SD40	2	Lefranc	16.3	6.6E-08	2019
BH4	LE2	Lefranc	16.0	1.1E-07	Interporto 2013
BH5	LE2	Lefranc	13.0	3.5E-06	Interporto 2013
S1e	LE1	Lefranc	3.2	5.8E-06	CT-SR 2012

Tabella 25 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità per il Complesso delle coperture sabbioso-limose (CSL).

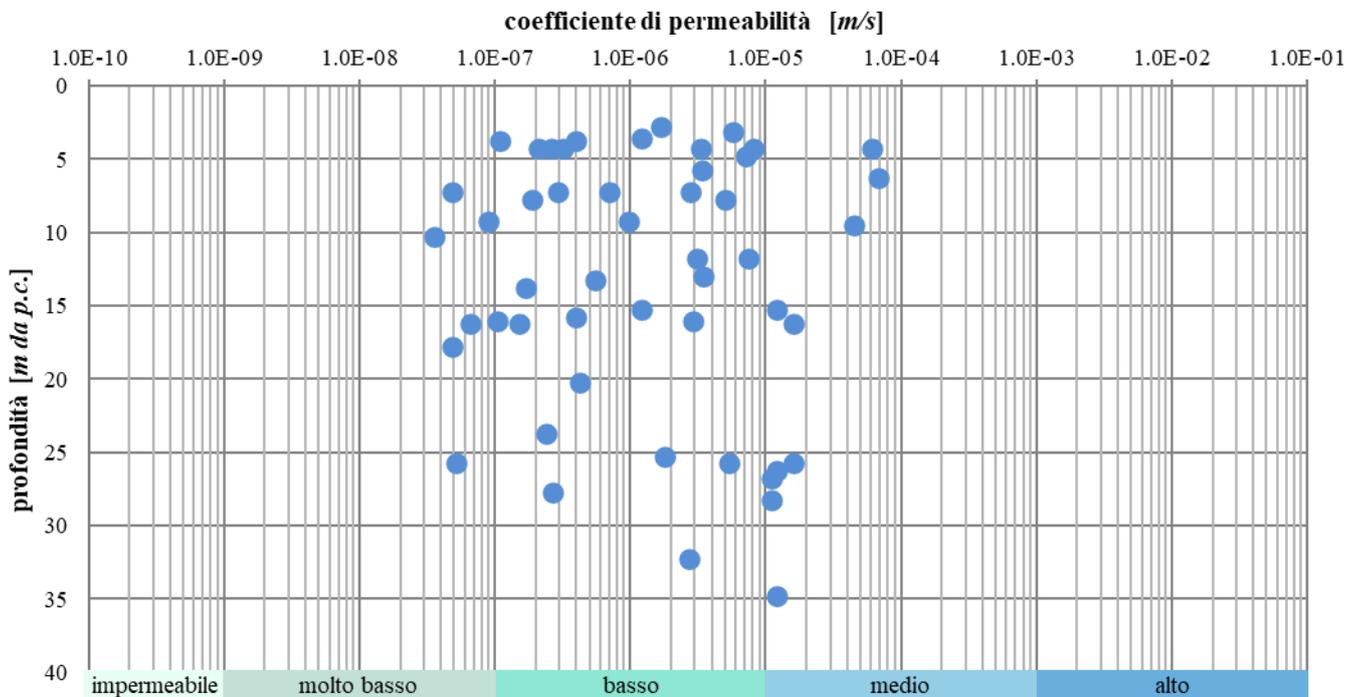


Figura 22 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità in funzione della profondità per il Complesso delle coperture sabbioso-limose (CSL).

sigla	prova	tipologia	profondità <i>m</i>	permeabilità <i>m/s</i>	campagna indagini
SD42	P1	Lefranc	3.85	8.58E-06	2020
SD42	P3	Lefranc	19.75	3.85E-07	2020
SD44	P3	Lefranc	21.75	1.20E-05	2020
SD09	3	Lefranc	24.3	2.7E-06	2019
SD11	5	Lefranc	23.3	2.7E-05	2019
SD19	2	Lefranc	22.3	1.6E-05	2019
SD15	5	Lefranc	22.3	2.1E-06	2019
SD20	3	Lefranc	23.3	3.9E-07	2019
SD23	3	Lefranc	26.8	1.9E-06	2019
SD14	3	Lefranc	18.3	6.0E-06	2019
SD28	3	Lefranc	27.3	1.4E-05	2019
SD27	3	Lefranc	27.8	1.8E-05	2019
SD29	3	Lefranc	27.3	1.5E-05	2019
SD34	3	Lefranc	28.3	1.9E-06	2019
SD26	2	Lefranc	15.8	3.3E-05	2019
SD32	1	Lefranc	11.8	2.3E-06	2019
SD09	1	Lefranc	6.5	4.5E-05	2019
SD37	1	Lefranc	5.8	1.4E-05	2019
BH2	LE2	Lefranc	16.0	9.5E-06	<i>Interporto 2013</i>
BH3	LE2	Lefranc	25.0	3.2E-06	<i>Interporto 2013</i>
BH5	LE1	Lefranc	7.0	1.2E-05	<i>Interporto 2013</i>

Tabella 26 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità per il Complesso delle coperture ghiaioso-sabbiose (CGS).

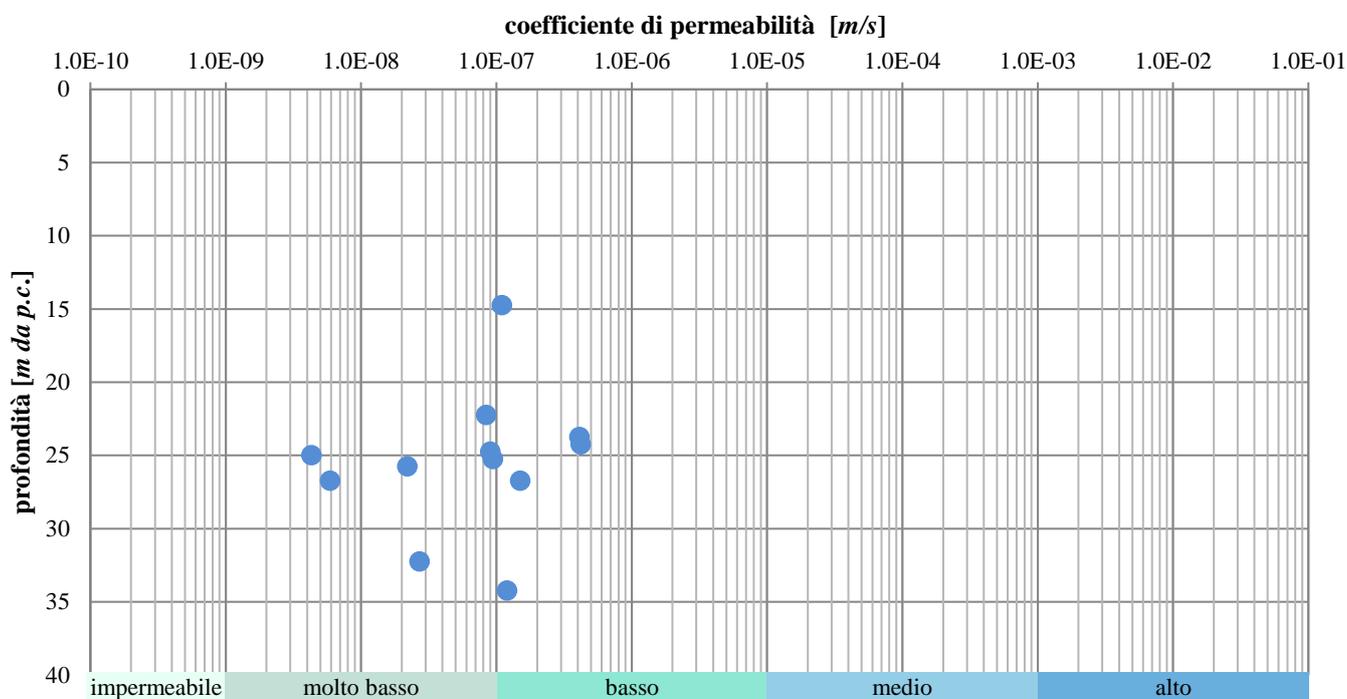


Figura 23 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità in funzione della profondità per il Complesso delle coperture ghiaioso-sabbiose (CGS).

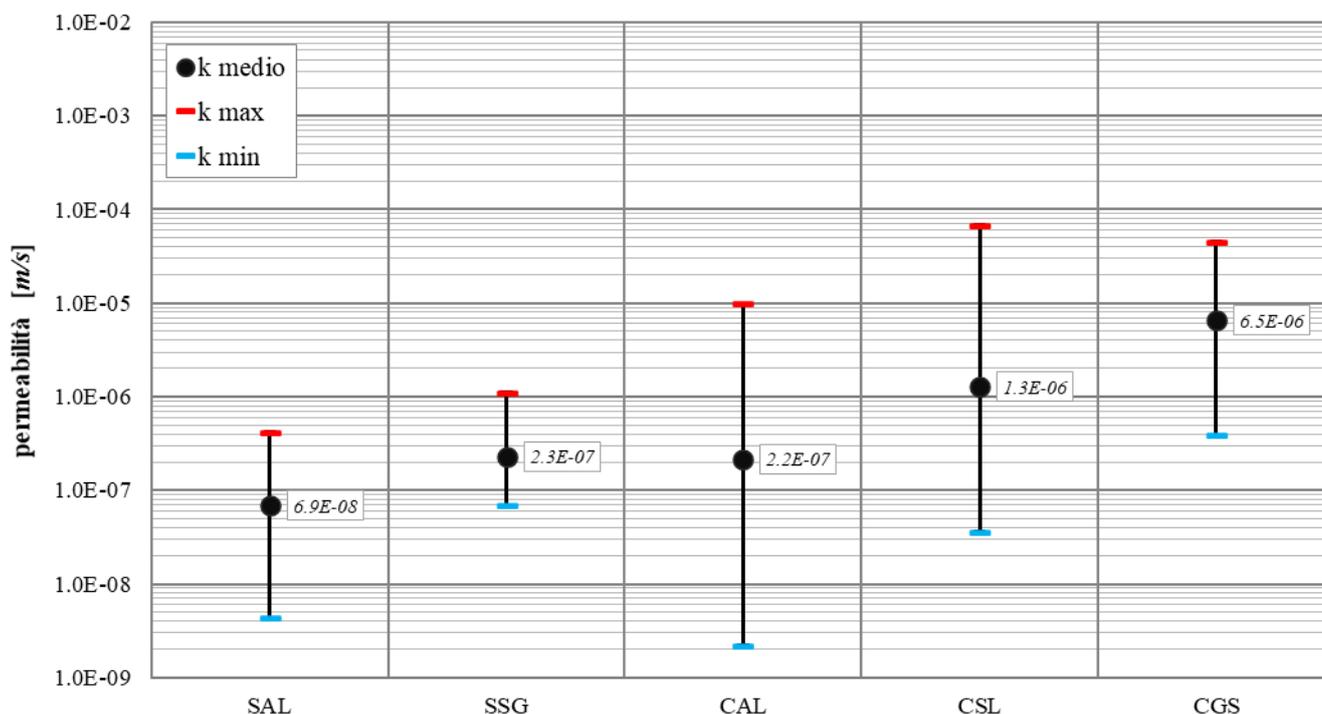


Figura 24 - Grafico di distribuzione del coefficiente di permeabilità per i cinque complessi per cui sono disponibili prove di permeabilità.

12.3 Monitoraggio piezometrico

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, nel corso dello studio sono state eseguite apposite campagne di monitoraggio consistenti nella misura del livello di falda nei tubi piezometrici precedentemente installati nei fori di sondaggio. In particolare, durante le varie campagne indagine eseguite sono stati attrezzati con piezometri n. 72 fori di sondaggio di cui n. 56 a tubo aperto, n. 14 con una cella di Casagrande, n. 1 con due celle di Casagrande, n. 1 a tubo aperto più una cella di Casagrande.

Le diverse campagne di monitoraggio del livello della falda sono iniziate a ottobre 1998 e sono terminate a maggio 2021 (RS3H 01 D69 PR GE0005 0003). Più in dettaglio il primo monitoraggio dei livelli piezometrici è stato condotto nel periodo che va da ottobre 1998 a novembre 1998, mentre una seconda campagna di letture è stata condotta nel mese di dicembre 2012 e successivamente da aprile 2019 a maggio 2021.

Nello specifico, nei profili geologici (RS3H 00 D69 L5 GE0001 001, RS3H 00 D69 L5 GE0001 002, RS3H 00 D69 L5 GE0001 003) ed idrogeologici (RS3H 00 D69 L5 GE0002 001, RS3H 00 D69 L5 GE0002 002, RS3H 00 D69 L5 GE0002 003) sono stati riportati i valori massimi e minimi della falda registrati nel corso delle diverse fasi di monitoraggio. In tal modo, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica nelle condizioni più penalizzanti (ovvero con i valori massimi del livello piezometrico) e definire per ogni punto la massima variabilità del livello idrico durante l'intero anno idrologico.

Invece, per quanto la planimetria idrogeologica e tutte le analisi specialistiche a corredo delle presenti note (modellazioni idrogeologiche RS3H 00 D69 RH GE0002 002) l'andamento della superficie piezometrica è stato ricostruito utilizzando i dati di monitoraggio di maggio 2019. In questo modo è stato possibile ottenere un dato uniforme dal punto di vista temporale, che risulta necessario per la definizione delle condizioni di deflusso idrico sotterraneo (gradienti, spartiacque sotterranee, assi di drenaggio preferenziali).

12.3.1 Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2020

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagini 2020, eseguito da ottobre 2020 a maggio 2021. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
SD42	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 1.5 finestrato: 1.5 - 30.0	10/2020	6.02	7.99	
		12/2020	5.40	8.61	
		01/2021	5.10	8.91	
		02/2021	5.20	8.81	
		03/2021	5.50	8.51	
		04/2021	5.27	8.74	
		05/2021	5.35	8.66	
SD43	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 15.0 finestrato: 15.0 - 21.0 cieco: 21.0 - 23.0	10/2020	2.68	4.69	
		12/2020	Distrutto	Distrutto	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
SD44	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 1.5 finestrato: 1.5 - 11.5 cieco: 11.5 - 23.0	10/2020	2.30	4.79	
		12/2020	1.90	5.19	
		01/2021	1.70	5.39	
		02/2021	2.00	5.09	
		03/2021	1.85	5.24	
		04/2021	1.69	5.40	
		05/2021	1.83	5.26	

Tabella 27 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine 2020, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

12.3.2 Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2019

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagini 2019, eseguito da aprile 2019 a maggio 2021. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
SD01	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 24.0	08/2019	4.53	7.35	
		08/2019	4.15	7.73	
		09/2019	4.15	7.73	
		10/2019	4.15	7.73	
		11/2019	4.14	7.74	
		12/2019	3.80	8.08	
		10/2020	3.80	8.08	
		11/2020	3.85	8.03	
		12/2020	3.68	8.20	
		01/2021	3.45	8.43	
		02/2021	3.76	8.12	
		03/2021	3.62	8.26	
		04/2021	3.58	8.30	
		05/2021	3.60	8.28	
SD02	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 24.0	05/2019	0.40	6.07	
		06/2019	0.38	6.09	
		07/2019	0.50	5.97	
		08/2019	0.83	5.64	
		08/2019	0.85	5.62	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		09/2019	0.78	5.69	
		10/2019	0.45	6.02	
		12/2019	0.37	6.10	
		10/2020	0.80	5.67	
		11/2020	0.60	5.87	
		12/2020	0.78	5.69	
		01/2021	0.50	5.97	
		02/2021	ND	ND	non letto
		03/2021	ND	ND	non letto
		04/2021	0.55	5.92	
		05/2021	0.61	5.86	
SD03	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 23.0	07/2019	4.44	13.56	
		07/2019	4.46	13.54	
		08/2019	4.63	13.37	
		08/2019	4.51	13.49	
		09/2019	4.39	13.61	
		10/2019	4.18	13.82	
		11/2019	4.13	13.87	
		12/2019	4.12	13.88	
		10/2020	ND	ND	rifiuti
		11/2020	ND	ND	rifiuti
		12/2020	ND	ND	rifiuti
		01/2021	ND	ND	rifiuti
		02/2021	ND	ND	rifiuti
		03/2021	ND	ND	rifiuti
04/2021	ND	ND	rifiuti		
05/2021	ND	ND	rifiuti		
SD03 bis	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 18.0 cieco: 18.0 - 19.0	07/2019	3.99	14.01	
		08/2019	4.48	13.52	
		08/2019	3.78	14.22	
		09/2019	3.93	14.07	
		10/2019	3.49	14.51	
		11/2019	3.22	14.78	
		12/2019	3.17	14.83	
		03/2021	ND	ND	rifiuti

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		04/2021	ND	ND	rifiuti
		05/2021	ND	ND	rifiuti
SD04	Tubo aperto¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 3.0 <i>finestrato:</i> 3.0 - 25.0 <i>cieco:</i> 25.0 - 28.0	04/2019	2.79	10.32	
		05/2019	2.78	10.33	
		06/2019	2.94	10.17	
		07/2019	3.08	10.03	
		07/2019	3.19	9.92	
		08/2019	3.24	9.87	
		08/2019	3.14	9.97	
		09/2019	3.12	9.99	
		10/2019	2.82	10.29	
		11/2019	1.69	11.42	
		12/2019	2.65	10.46	
		10/2020	3.06	10.05	
		11/2020	2.85	10.26	
		12/2020	2.30	10.81	
		01/2021	2.13	10.98	
		02/2021	2.30	10.81	
		03/2021	2.60	10.51	
		04/2021	2.61	10.50	
05/2021	2.63	10.48			
SD05	Tubo aperto¶ + 1 cella Casagrande¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 22.0 <i>finestrato:</i> 22.0 - 27.0 <i>cieco:</i> 27.0 - 28.0 <i>Cella 1:</i> 40.0	05/2019	ta1: 0.73	ta1: 4.71	
		05/2019	ta1: 0.58	ta1: 4.86	
		06/2019	ta1: 0.25	ta1: 5.19	
		07/2019	ta1: 0.43	ta1: 5.01	
		08/2019	ta1: 0.77	ta1: 4.67	
		08/2019	ta1: 0.92	ta1: 4.52	
		09/2019	ta1: 0.99	ta1: 4.45	
		10/2019	ta1: 1.00	ta1: 4.44	
		12/2019	ta1: 0.67	ta1: 4.77	
		10/2020	ta1: 1.30	ta1: 4.14	
		11/2020	ta1: 1.28	ta1: 4.16	
		12/2020	ta1: 1.25	ta1: 4.19	
		01/2021	ta1: 0.80	ta1: 4.64	
		02/2021	ta1: ND	ta1: ND	non letto

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		05/2019	c1: 2.32	c1: 3.12	
		05/2019	c1: 2.45	c1: 2.99	
		06/2019	c1: 2.47	c1: 2.97	
		07/2019	c1: 2.52	c1: 2.92	
		08/2019	c1: 2.76	c1: 2.68	
		08/2019	c1: 2.88	c1: 2.56	
		09/2019	c1: 2.94	c1: 2.50	
		10/2019	c1: 2.93	c1: 2.51	
		12/2019	c1: 2.64	c1: 2.80	
		10/2020	c1: 2.80	c1: 2.64	
		11/2020	c1: 2.87	c1: 2.57	
		12/2020	c1: 2.55	c1: 2.89	
		01/2021	c1: 2.45	c1: 2.99	
		02/2021	c1: ND	c1: ND	non letto
		03/2021	c1: ND	c1: ND	non letto
		04/2021	c1: 2.48	c1: 2.96	
		05/2021	c1: 2.50	c1: 2.94	
SD05 BIS	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 17.0	05/2019	1.23	4.21	
		05/2019	0.28	5.16	
		06/2019	1.53	3.91	
		07/2019	1.76	3.68	
		08/2019	2.14	3.30	
		08/2019	2.24	3.20	
		09/2019	2.25	3.19	
		10/2019	1.75	3.69	
		12/2019	0.92	4.52	
		10/2020	1.30	4.14	
		11/2020	1.50	3.94	
		12/2020	1.30	4.14	
		01/2021	0.90	4.54	
		02/2021	ND	ND	non letto
		03/2021	ND	ND	non letto
		04/2021	1.10	4.34	
		05/2021	1.19	4.25	
SD06	Tubo aperto¶	04/2019	2.75	12.62	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
	<i>cieco:</i> 0.0 - 3.0 <i>finestrato:</i> 3.0 - 25.0 <i>cieco:</i> 25.0 - 28.0	05/2019	3.14	12.23	
		05/2019	2.78	12.59	
		06/2019	2.83	12.54	
		07/2019	2.90	12.47	
		07/2019	2.97	12.40	
		08/2019	3.02	12.35	
		08/2019	4.58	10.79	
		09/2019	2.94	12.43	
		10/2019	2.85	12.52	
		11/2019	2.66	12.71	
		12/2019	2.64	12.73	
		10/2020	3.00	12.37	
		11/2020	3.05	12.32	
		12/2020	2.85	12.52	
		01/2021	2.65	12.72	
		02/2021	2.94	12.43	
		03/2021	ND	ND	non letto
		03/2021	2.70	12.67	
		04/2021	1.00	14.37	
		04/2021	2.72	12.65	
		05/2021	2.85	12.52	
		05/2021	1.12	14.25	
		SD07	Tubo aperto¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 3.0 <i>finestrato:</i> 3.0 - 28.0 <i>cieco:</i> 28.0 - 30.0	04/2019	4.97
		05/2019	2.97	13.03	
		06/2019	5.05	10.95	
		07/2019	3.10	12.90	
		07/2019	5.16	10.84	
		08/2019	5.24	10.76	
		08/2019	5.30	10.70	
		09/2019	5.29	10.71	
		10/2019	5.15	10.85	
		11/2019	4.88	11.12	
		12/2019	4.97	11.03	
		10/2020	Distrutto	Distrutto	
SD08	Tubo aperto¶	04/2019	8.89	17.59	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
	<i>cieco:</i> 0.0 - 2.0 <i>finestrato:</i> 2.0 - 33.0 <i>cieco:</i> 33.0 - 35.0	05/2019	8.92	17.56	
		05/2019	8.98	17.50	
		06/2019	9.12	17.36	
		07/2019	9.22	17.26	
		07/2019	9.25	17.23	
		08/2019	9.50	16.98	
		08/2019	9.55	16.93	
		09/2019	9.54	16.94	
		10/2019	9.34	17.14	
		12/2019	9.09	17.39	
		10/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		11/2020	ND	ND	
		12/2020	ND	ND	
		01/2021	ND	ND	
		02/2021	ND	ND	
		03/2021	ND	ND	accesso chiuso
		04/2021	ND	ND	accesso chiuso
05/2021	ND	ND	accesso chiuso		
SD09	Tubo aperto¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 3.0 <i>finestrato:</i> 3.0 - 30.0	05/2019	3.00	6.87	
		05/2019	3.00	6.87	
		06/2019	2.91	6.96	
		07/2019	3.02	6.85	
		08/2019	3.34	6.53	
		08/2019	3.47	6.40	
		09/2019	3.52	6.35	
		10/2019	3.55	6.32	
		12/2019	3.17	6.70	
		10/2020	Distrutto	Distrutto	
SD10	Tubo aperto¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 2.0 <i>finestrato:</i> 2.0 - 44.0 <i>cieco:</i> 44.0 - 46.0	04/2019	5.50	4.15	
		05/2019	5.50	4.15	
		05/2019	5.34	4.31	
		06/2019	4.57	5.08	
		07/2019	5.10	4.55	
		07/2019	5.50	4.15	
		08/2019	9.77	-0.12	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		08/2019	5.66	3.99	
		09/2019	5.31	4.34	
		10/2019	6.24	3.41	
		11/2019	6.04	3.61	
		12/2019	5.70	3.95	
		10/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		11/2020	ND	ND	accesso chiuso
		12/2020	6.00	3.65	
		01/2021	5.70	3.95	
		02/2021	6.10	3.55	
		03/2021	6.38	3.27	
		04/2021	6.11	3.54	
		05/2021	6.54	3.11	
SD11	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 28.0	04/2019	5.52	12.58	
		05/2019	5.86	12.24	
		05/2019	5.89	12.21	
		06/2019	6.03	12.07	
		07/2019	6.30	11.80	
		07/2019	6.64	11.46	
		08/2019	7.13	10.97	
		08/2019	7.27	10.83	
		09/2019	7.70	10.40	
		10/2019	6.17	11.93	
		11/2019	5.10	13.00	
		12/2019	5.64	12.46	
		10/2020	5.90	12.20	
		11/2020	6.00	12.10	
		12/2020	5.25	12.85	
		01/2021	4.25	13.85	
		02/2021	5.15	12.95	
		03/2021	5.60	12.50	
		04/2021	4.39	13.71	
		05/2021	5.75	12.35	
SD12	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 2.0	04/2019	9.55	11.95	
		05/2019	9.60	11.90	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
	<i>cieco:</i> 30.0 - 33.0 <i>finestrato:</i> 2.0 - 30.0	05/2019	9.64	11.86	
		06/2019	9.51	11.99	
		07/2019	9.83	11.67	
		07/2019	10.20	11.30	
		08/2019	10.50	11.00	
		08/2019	10.56	10.94	
		09/2019	10.55	10.95	
		10/2019	10.46	11.04	
		11/2019	10.29	11.21	
		12/2019	9.97	11.53	
		10/2020	10.50	11.00	
		11/2020	10.48	11.02	
		12/2020	10.00	11.50	
		01/2021	9.40	12.10	
		02/2021	9.80	11.70	
		03/2021	9.90	11.60	
		04/2021	9.95	11.55	
		05/2021	10.25	11.25	
SD15	Tubo aperto¶ <i>cieco:</i> 0.0 - 3.0 <i>finestrato:</i> 3.0 - 30.0	04/2019	6.26	10.68	
		05/2019	6.46	10.48	
		05/2019	6.52	10.42	
		06/2019	6.57	10.37	
		07/2019	6.95	9.99	
		07/2019	7.17	9.77	
		08/2019	7.49	9.45	
		08/2019	7.83	9.11	
		09/2019	6.10	10.84	
		10/2019	7.77	9.17	
		11/2019	6.14	10.80	
		12/2019	6.18	10.76	
		10/2020	ND	ND	
		11/2020	ND	ND	
		12/2020	5.20	11.74	
01/2021	4.40	12.54			
02/2021	5.00	11.94			

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		03/2021	5.58	11.36	
		04/2021	5.63	11.31	
		05/2021	5.90	11.04	
SD17	Tubo aperto¶ <i>cieco: 0.0 - 3.0</i> <i>finestrato: 3.0 - 50.0</i>	04/2019	5.12	12.53	
		05/2019	5.23	12.42	
		05/2019	5.33	12.32	
		06/2019	5.41	12.24	
		07/2019	5.56	12.09	
		07/2019	5.63	12.02	
		08/2019	5.87	11.78	
		08/2019	5.86	11.79	
		09/2019	6.01	11.64	
		10/2019	5.82	11.83	
		11/2019	5.48	12.17	
		12/2019	9.47	8.18	
		10/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		11/2020	ND	ND	accesso chiuso
		12/2020	5.40	12.25	
		01/2021	5.20	12.45	
		02/2021	ND	ND	accesso chiuso
		03/2021	ND	ND	accesso chiuso
		04/2021	5.26	12.39	
		05/2021	ND	ND	accesso chiuso
SD20	2 celle Casagrande¶ <i>Cella 1: 12.0</i> <i>Cella 2: 21.0</i>	04/2019	c1: 2.20	c1: 10.49	
		05/2019	c1: 2.33	c1: 10.36	
		05/2019	c1: 2.43	c1: 10.26	
		06/2019	c1: 2.65	c1: 10.04	
		07/2019	c1: 2.89	c1: 9.80	
		07/2019	c1: 3.13	c1: 9.56	
		08/2019	c1: 3.42	c1: 9.27	
		08/2019	c1: 3.65	c1: 9.04	
		09/2019	c1: 3.86	c1: 8.83	
		10/2019	c1: 8.75	c1: 3.94	
		11/2019	c1: 8.92	c1: 3.77	
		12/2019	c1: 11.63	c1: 1.06	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		10/2020	c1: 3.70	c1: 8.99	
		04/2019	c2: 2.35	c2: 10.34	
		05/2019	c2: 2.35	c2: 10.34	
		05/2019	c2: 2.52	c2: 10.17	
		06/2019	c2: 2.75	c2: 9.94	
		07/2019	c2: 3.01	c2: 9.68	
		07/2019	c2: 3.36	c2: 9.33	
		08/2019	c2: 3.52	c2: 9.17	
		08/2019	c2: 3.79	c2: 8.90	
		09/2019	c2: 4.03	c2: 8.66	
		10/2019	c2: 3.73	c2: 8.96	
		11/2019	c2: 3.52	c2: 9.17	
		12/2019	c2: 3.30	c2: 9.39	
		10/2020	c2: 3.70	c2: 8.99	
		11/2020	Distrutto	Distrutto	
SD22	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 25.0	07/2019	3.00	5.57	
		07/2019	2.16	6.41	
		08/2019	2.12	6.45	
		08/2019	2.09	6.48	
		09/2019	2.11	6.46	
		10/2019	1.23	7.34	
		11/2019	0.68	7.89	
		12/2019	0.81	7.76	
		10/2020	1.60	6.97	
		11/2020	1.00	7.57	
		12/2020	0.70	7.87	
		01/2021	0.60	7.97	
		02/2021	ND	ND	ostruito
		03/2021	ND	ND	ostruito
		04/2021	ND	ND	ostruito
		05/2021	ND	ND	ostruito
SD25	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 29.0	07/2019	7.59	6.39	
		07/2019	8.25	5.73	
		08/2019	8.80	5.18	
		08/2019	8.36	5.62	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		09/2019	8.94	5.04	
		10/2019	29.25	-15.27	
		11/2019	29.28	-15.30	
		12/2019	6.85	7.13	
		10/2020	9.30	4.68	
		11/2020	8.90	5.08	
		12/2020	8.00	5.98	
		01/2021	7.50	6.48	
		02/2021	ND	ND	Piegato
		03/2021	ND	ND	Piegato
		04/2021	ND	ND	Piegato
		05/2021	ND	ND	Piegato
SD26	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 40.0	07/2019	9.40	10.71	
		07/2019	9.79	10.32	
		08/2019	9.98	10.13	
		08/2019	9.78	10.33	
		09/2019	10.24	9.87	
		10/2019	9.60	10.51	
		11/2019	8.66	11.45	
		12/2019	7.96	12.15	
		10/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		11/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		12/2020	ND	ND	acc. Chiuso
		01/2021	7.20	12.91	
		02/2021	ND	ND	acc. Chiuso
		03/2021	ND	ND	accesso chiuso
		04/2021	7.15	12.96	
		05/2021	7.21	12.90	
SD27	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 24.0 finestrato: 24.0 - 30.0	07/2019	ND	ND	non trovato su punto indicato
		07/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		08/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		08/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
		09/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		10/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		11/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		12/2019	ND	ND	Non trovato sul punto indicato
		01/2021	ND	ND	
		02/2021	ND	ND	
		03/2021	ND	ND	
		04/2021	ND	ND	
		05/2021	ND	ND	
SD31	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 20.0	07/2019	3.25	9.27	
		07/2019	2.70	9.82	
		08/2019	3.84	8.68	
		08/2019	4.05	8.47	
		09/2019	4.23	8.29	
		10/2019	3.84	8.68	
		11/2019	3.00	9.52	
		12/2019	2.94	9.58	Non trovato sul punto indicato
		10/2020	4.10	8.42	
		11/2020	3.90	8.62	
		12/2020	3.45	9.07	
		01/2021	3.10	9.42	
		02/2021	2.80	9.72	
		03/2021	3.00	9.52	
		04/2021	2.94	9.58	
		05/2021	3.00	9.52	
SD33	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 24.0 finestrato: 24.0 - 30.0	07/2019	2.48	9.03	
		07/2019	2.63	8.88	
		08/2019	2.79	8.72	
		08/2019	2.92	8.59	
		09/2019	3.08	8.43	
		10/2019	3.19	8.32	
		11/2019	3.00	8.51	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
SD36	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 25.5	12/2019	3.03	8.48	
		10/2020	Distrutto	Distrutto	
		07/2019	3.15	5.86	
		07/2019	3.31	5.70	
		08/2019	3.35	5.66	
		08/2019	3.44	5.57	
		09/2019	3.54	5.47	
		10/2019	3.55	5.46	
		11/2019	3.58	5.43	
		12/2019	3.72	5.29	
		10/2020	4.00	5.01	
		11/2020	3.80	5.21	
		12/2020	ND	ND	ostruito
		01/2021	ND	ND	ostruito
		02/2021	ND	ND	ostruito
		03/2021	ND	ND	ostruito
		04/2021	ND	ND	ostruito
05/2021	ND	ND	ostruito		
SD37	1 cella Casagrande¶ Cella 1: 25.5	07/2019	8.80	4.73	
		07/2019	9.24	4.29	
		08/2019	9.53	4.00	
		08/2019	9.30	4.23	
		09/2019	ND	ND	
		10/2019	15.05	-1.52	
		11/2019	15.30	-1.77	
		12/2019	8.50	5.03	
		10/2020	9.70	3.83	
		11/2020	9.00	4.53	
		12/2020	8.90	4.63	
		01/2021	8.25	5.28	
		02/2021	ND	ND	
		03/2021	ND	ND	Container
04/2021	ND	ND	Container		
05/2021	ND	ND	Container		

Tabella 28 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine 2019, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

12.3.3 Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine CT-SR 2012

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagini CT-SR 2012, eseguito a dicembre 2012. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
S1e	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 15.0 finestrato: 15.0 - 30.0	03/12/2012	4.40	7.10	
		11/12/2012	4.09	7.41	
		21/12/2012	3.89	7.61	
S2e	Tubo aperto¶ cieco: 0.0 - 18.0 finestrato: 18.0 - 30.0	04/12/2012	6.10	2.50	
		21/12/2012	4.25	4.35	

Tabella 29 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine CT-SR 2012, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

12.3.4 Monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Aeroporto 1998

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagini Aeroporto 1998, eseguito da ottobre 1998 a novembre 1998. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
S7	-	01/10/1998	0.70	9.80	
		13/10/1998	0.60	9.90	
		23/10/1998	0.65	9.85	
		04/11/1998	0.63	9.87	
S14	-	01/10/1998	0.30	10.20	
		13/10/1998	0.30	10.20	
		23/10/1998	0.27	10.23	
		04/11/1998	0.30	10.20	
S21	1 cella Casagrande Cella 1: 21.0	01/10/1998	-0.25	10.75	
		13/10/1998	-0.25	10.75	
		23/10/1998	-0.23	10.73	
		04/11/1998	-0.25	10.75	
S22	Tubo aperto¶	01/10/1998	-0.10	5.20	

sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	quota falda m s.l.m.	note
	<i>cieco: 0.0 - 2.0</i> <i>finestrato: 2.0 - 13.0</i>	13/10/1998	0.00	5.10	
		23/10/1998	-0.09	5.19	
		04/11/1998	-0.11	5.21	

Tabella 30 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Aeroporto 1998, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

12.4 Opere di captazione ed emergenze sorgentizie

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

In particolare, all'interno dell'area di studio sono stati individuati n. 30 pozzi per il prelievo delle acque dal sottosuolo, ad uso prevalentemente irriguo e secondariamente ad uso industriale. Data l'inaccessibilità delle opere di captazione per l'ubicazione in proprietà private, non sono disponibili misure del livello piezometrico in foro. Tutti i dati raccolti sono riportati in apposite monografie di sintesi riportate in allegato alla presente relazione (cfr. RS3H 00 D69 RH GE0002 001). I punti di rilievo, individuati da un codice numerico univoco, sono inoltre riportati nella Carta idrogeologica e profilo idrogeologico in scala 1:5000 (cfr. RS3H 00 D69 L5 GE0002 001, RS3H 00 D69 L5 GE0002 002, RS3H 00 D69 L5 GE0002 003).

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei dati raccolti con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singolo punto (sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario – Italy zone 2, tipo, data rilevamento, falda, profondità, località, note).

sigla	Monte Mario/Italy 2		tipo	data rilevamento	falda m s.l.m.	profondità m	località	note
	X	Y						
Pz01	2523319	4145322	-	luglio 2019	-	-	Masseria Privitera	Non accessibile: personale non disponibile
Pz02	2524028	4145382	-	luglio 2019	-	-		Non accessibile: cancello chiuso, impianto abbandonato
Pz03	2523738	4145385	-	luglio 2019	-	-		Non accessibile: accesso negato
Pz04	2523513	4145442	-	luglio 2019	-	-		Non accessibile: personale non disponibile
Pz05	2524215	4145622	Pozzo trivellato	luglio 2019	60	-	Piano d'Arce	Pozzo sigillato non misurabile
Pz06	2523487	4145707	-	luglio 2019	-	-	Masseria Privitera	Non accessibile: proprietario non rintracciabile

sigla	Monte Mario/Italy 2		tipo	data rilevamento	falda <i>m s.l.m.</i>	profondità <i>m</i>	località	note
	X	Y						
Pz07	2523251	4145891	-	luglio 2019		-	Masseria Privitera	Non accessibile: proprietario non rintracciabile
Pz08	2524299	4146476	-	luglio 2019		-		Non accessibile: cancello chiuso
Pz09	2524268	4146499	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso
Pz10	2523702	4146589	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso e proprietario non rintracciabile
Pz11	2523834	4146730	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso e proprietario non rintracciabile
Pz12	2523953	4146756	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso e proprietario non rintracciabile
Pz13	2524025	4146980	Pozzo ordinario	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso
Pz14	2524000	4147013	Pozzo ordinario	luglio 2019		10	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso
Pz15	2523620	4147027	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Bicocca	Non accessibile: cancello chiuso e proprietario non rintracciabile
Pz16	2524710	4147112		luglio 2019		-		Non accessibile
Pz17	2523666	4147143		luglio 2019		-	Masseria Scamacca	Non accessibile: accesso negato
Pz18	2525709	4147235	Pozzo trivellato	luglio 2019		40	Fontanarossa	Non accessibile: accesso negato per motivi di sicurezza
Pz19	2525125	4147302	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Fontanarossa	Non accessibile: cancello chiuso
Pz20	2523921	4147488		luglio 2019		-	Pigno	Non accessibile
Pz21	2525067	4147556	Pozzo trivellato	luglio 2019		18	Gelso Bianco	Accesso negato
Pz22	2525358	4147579	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	Fontanarossa	Non accessibile
Pz23	2525072	4147606	Pozzo trivellato	luglio 2019		22	Gelso Bianco	Non accessibile: cancello chiuso
Pz24	2526464	4147619	Pozzo ordinario	luglio 2019		-	San Giuseppe La Rena	Accesso negato

sigla	Monte Mario/Italy 2		tipo	data rilevamento	falda <i>m s.l.m.</i>	profondità <i>m</i>	località	note
	X	Y						
Pz25	2526443	4147625	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	San Giuseppe La Rena	Accesso negato
Pz26	2526420	4147632	Pozzo trivellato	luglio 2019		-	San Giuseppe La Rena	Accesso negato
Pz27	2526740	4147745	Pozzo ordinario	luglio 2019		5.15	San Giuseppe La Rena	Non accessibile: cancello chiuso
Pz28	2525164	4147884		luglio 2019		-		Non accessibile: cancello chiuso
Pz29	2526461	4147950	Pozzo	luglio 2019		-	San Giuseppe La Rena	Non accessibile: cancello chiuso
Pz30	2526457	4148003	Pozzo ordinario	luglio 2019		-	San Giuseppe La Rena	Non accessibile: cancello chiuso

Tabella 31 – Sintesi dei punti d'acqua censiti.

12.5 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

Tutti i dati raccolti durante il presente studio, di carattere sia geologico che idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche peculiari dell'area e di individuare, per grandi linee, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Quest'ultimo, in particolare, è direttamente connesso alle caratteristiche di permeabilità dei termini litologici presenti e al locale assetto litostratigrafico dell'area.

Buona parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione areale e verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici di ridotta permeabilità che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati degli *acquiclude* o al più degli *acquitard*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

I depositi alluvionali e marini che colmano la Piana di Catania e i fondovalle dei principali corsi d'acqua dell'area sono rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico e, pertanto, costituiscono sistemi idrogeologici estremamente articolati e complessi. Il deflusso è direttamente condizionato dalle locali caratteristiche litologiche dei depositi e avviene essenzialmente all'interno degli orizzonti più permeabili in direzione del litorale ionico.

I terreni di copertura a composizione ghiaioso-sabbiosa si rinvengono prevalentemente in profondità, in lenti e/o livelli di limitato spessore ed estensione. In generale, presentano una permeabilità variabile da bassa a media e costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. Questi depositi sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che presentano interscambi con i corpi idrici delle strutture limitrofe. A causa della ridotta loro estensioni, i terreni in questione risultano spesso tamponati o confinati dalle porzioni meno permeabili delle coperture recenti che colmano la piana.

La porzione sabbioso-limosa dei depositi di copertura presenta una notevole estensione latero-verticale e si rinviene diffusamente all'interno di tutta la Piana di Catania. Questi terreni sono caratterizzati da una permeabilità variabile da bassa a media e, pertanto, costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	95 di 167

anisotropi. Nonostante i modesti valori di permeabilità, tali depositi sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, soprattutto a causa della loro notevole estensione. Le falde sono localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, con frequenti interscambi con i corpi idrici superficiali e/o sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe.

I termini prevalentemente pelitici dei terreni di copertura sono piuttosto diffusi nei settori di piana e presentano maggiore continuità ed estensione nella porzione più superficiale della sequenza fluvio-marina. A causa della loro ridotta permeabilità, questi terreni costituiscono dei limiti per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nel contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquitard* di importanza variabile in relazione all'estensione e allo spessore dei depositi. Generalmente non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, anche se localmente possono incontrarsi piccole falde stagionali all'interno degli orizzonti psammitici intercalati all'interno della frazione pelitica.

I depositi terrazzati presenti al margine della piana, a composizione prevalentemente limoso-sabbiosa, presentano limitato spessore ed estensione, in quanto formati da piccoli lembi in appoggio su termini litologici del substrato. Questi depositi presentano una permeabilità prevalentemente bassa e, quindi, costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. A causa del loro ridotto spessore, tali terreni sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario, direttamente influenzate dalle precipitazioni meteoriche e con carattere essenzialmente stagionale.

I depositi di copertura più recenti, di genesi antropica e detritico-colluviale, sono caratterizzati da una permeabilità estremamente variabile ma, a causa del ridotto spessore, sono in genere privi di falde e corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. Localmente, ove sussistono le adeguate condizioni idrogeologiche ed è presente un livello meno permeabile alla base, è possibile che si formino piccole falde a carattere stagionale, direttamente influenzate dal regime delle precipitazioni meteoriche o dagli apporti connessi all'attività antropica nell'area.

I termini sabbioso-ghiaiosi del substrato si rinvencono localmente lungo il margine nord-occidentale della Piana di Catania, in appoggio sui depositi pelitici più antichi. Generalmente, questi terreni costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi, sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario. Le caratteristiche delle falde sono condizionate dallo spessore dei depositi e, soprattutto, dalla presenza del substrato pelitico impermeabile alla base degli stessi. Le falde presenti in questi depositi alimentano i corpi idrici sotterranei degli acquiferi presenti nella Piana di Catania, con cui sono in contatto sia lateralmente che verticalmente.

Infine, i termini prevalentemente pelitici del substrato presentano una permeabilità estremamente bassa, talora fino a impermeabile, e pertanto non sono sede di falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. Tali terreni tamponano lateralmente e verticalmente molti degli acquiferi sotterranei più importanti e quindi, nello schema di circolazione idrica sotterranea della zona di studio, possono essere considerati come degli *acquitclode*.

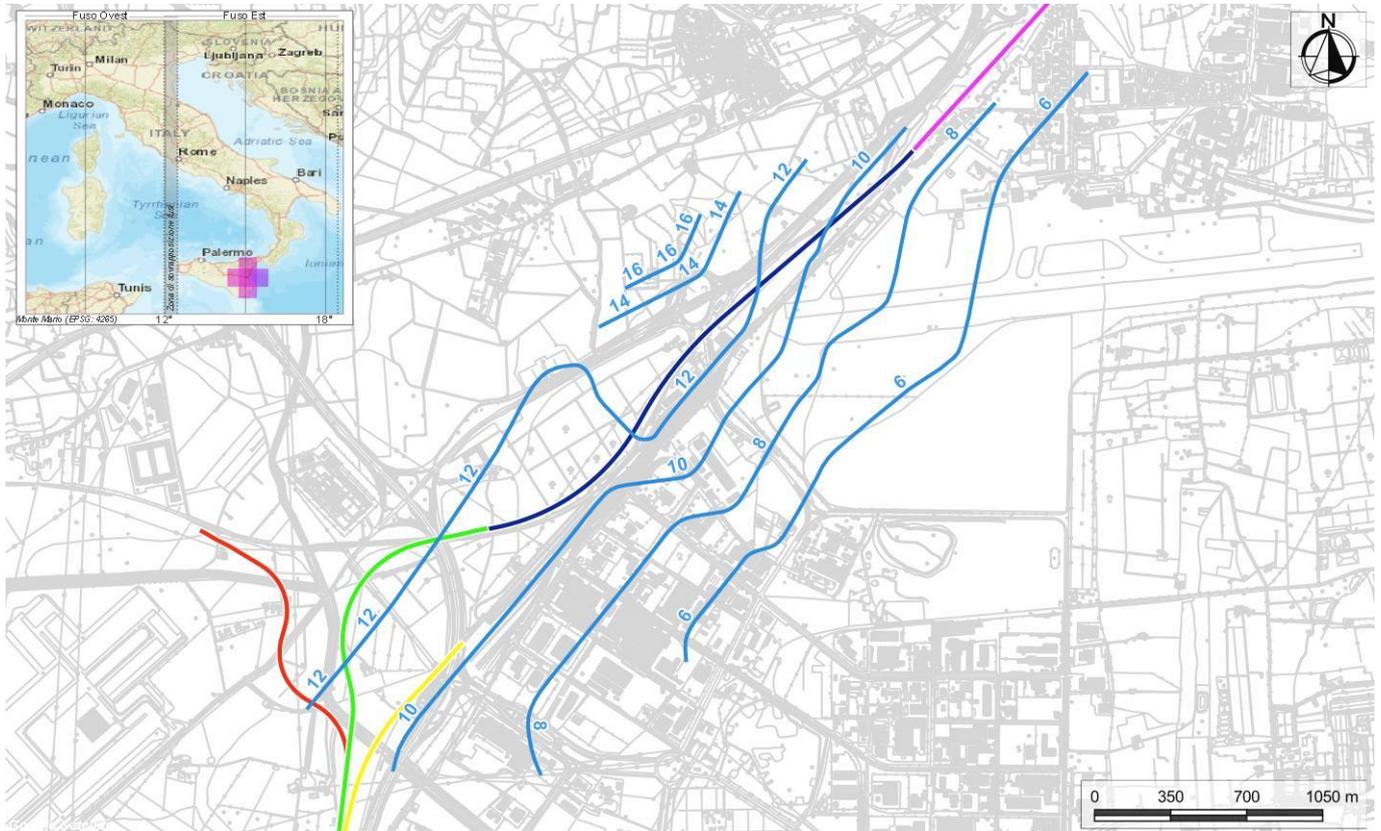


Figura 25 – Andamento della superficie piezometrica (in azzurro) nella porzione più settentrionale dell’area di studio, ricostruita sulla scorta delle misure piezometriche del mese di maggio 2019; in carta sono indicate le tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

In generale, l’area di studio è caratterizzata dalla presenza di una estesa falda freatica che defluisce all’interno dei depositi fluvio-marini che colmano la Piana di Catania. La falda defluisce grossomodo da NW a SE, dai settori interni verso il Mar Ionio. La falda è contenuta all’interno degli orizzonti più grossolani e permeabili ed è sostenuta, alla base, dai termini pelitici a bassissima permeabilità del substrato. Il deflusso è spesso suddiviso dagli orizzonti pelitici presenti all’interno della successione di riempimento della piana, anche se a grande scala presenta un carattere unitario.

In planimetria, la superficie piezometrica è stata ricostruita unicamente per la porzione più settentrionale del settore di studio, dove sono previsti gli interventi con possibile impatto sul regime di circolazione idrica dell’area (Figura 25). Al fine di avere un dato uniforme dal punto di vista temporale, l’andamento della superficie piezometrica è stato ricostruito utilizzando i dati di monitoraggio di maggio 2019. Come visibile dalla carta, il deflusso avviene prevalentemente da NW verso SE, con gradienti estremamente bassi compatibili con le caratteristiche morfologiche ed idrogeologiche dell’area.

Nella porzione centrale dell’area investigata è presente un piccolo spartiacque sotterraneo orientato circa NW-SE, mentre nei restanti settori si registrano due importanti assi di drenaggio connessi con le caratteristiche idrogeologiche dei depositi e con l’andamento morfologico del substrato impermeabile. Le misure a disposizione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	97 di 167

hanno evidenziato un notevole disturbo prodotto dalle opere di captazione presenti nella zona industriale di Catania, che localmente abbattano il livello di falda ben al di sotto della quota media che caratterizza la superficie piezometria. Nelle ricostruzioni planimetriche questi dati sono stati scartati, in quanto poco rappresentativi del regime di circolazione idrica sotterranea dell'area.

Nei settori più interni la falda è fortemente influenzata dall'andamento del substrato e si colloca a quote variabili tra i 14 ed i 16 m circa s.l.m.. Procedendo verso il litorale ionico, la quota di falda tende a deprimersi, fino a raccordarsi col livello di base rappresentato dal Mar Ionio. In corrispondenza del tracciato in progetto, la superficie piezometrica è posta a quote variabili tra i 9 ed i 13 m circa s.l.m., con valori massimi nella zona centrale dove è presente lo spartiacque sotterraneo descritto in precedenza.

13 SISMICITÀ DELL'AREA

La Sicilia orientale e l'intero settore etneo presentano un elevato rischio sismico, connesso alla particolare conformazione geologica del territorio ed alle numerose strutture tettoniche attive presenti nell'area. Nello specifico, il settore compreso tra la Sicilia orientale e la Calabria meridionale rappresenta una delle aree a più alta pericolosità sismica d'Italia, essendo stata colpita in passato da diversi terremoti distruttivi, con magnitudo M compresa tra 6.4 e 7.3 (Azzaro et al. 2000; Barbano et al. 2001; Boschi & Guidoboni 2001).

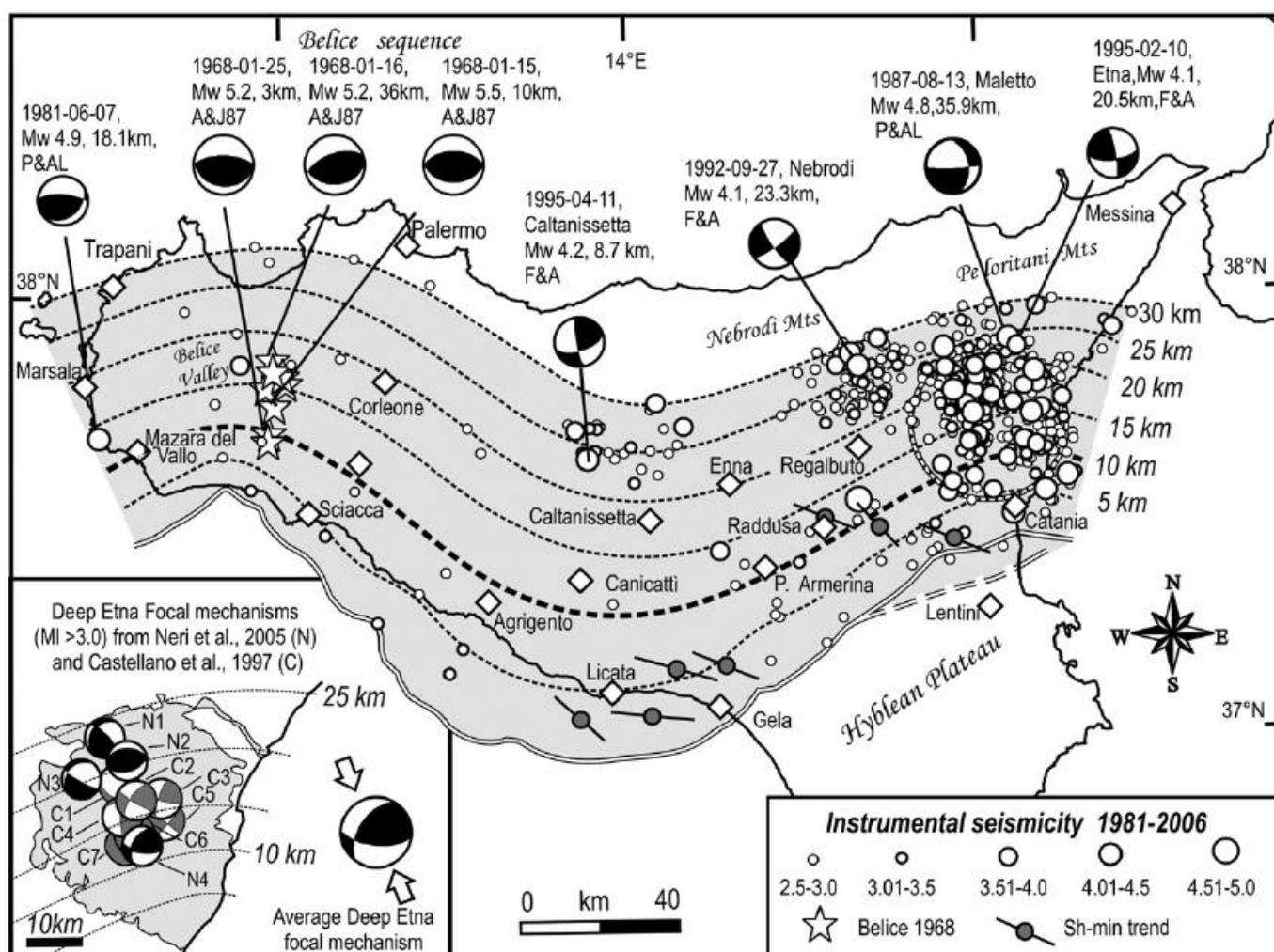


Figura 26 – Distribuzione spaziale dei terremoti storici e strumentali della Regione Sicilia (da Lavecchia et al. 2007).

La città di Catania è uno fra i comuni italiani più esposti alle differenti categorie di rischio geologico (rischio vulcanico, idrogeologico e sismico), a causa della sua prossimità a strutture fisiografiche e tettoniche di importanza regionale. L'alta esposizione della città è dovuta, ovviamente, alla sua particolare posizione geografica, posta a cavallo tra il versante Sud-orientale dell'Etna e il margine settentrionale della piana del F. Simeto. A causa di tali caratteristiche quest'area è stata soggetta, in tempi sia storici che recenti, a frequenti colate laviche e a importanti

fenomeni alluvionali. A questi si aggiungono, infine, numerosi terremoti catastrofici, con intensità fino X-XI MCS, che nel corso dell'ultimo millennio hanno interessato gran parte della Sicilia orientale (Carbone et al. 2009).

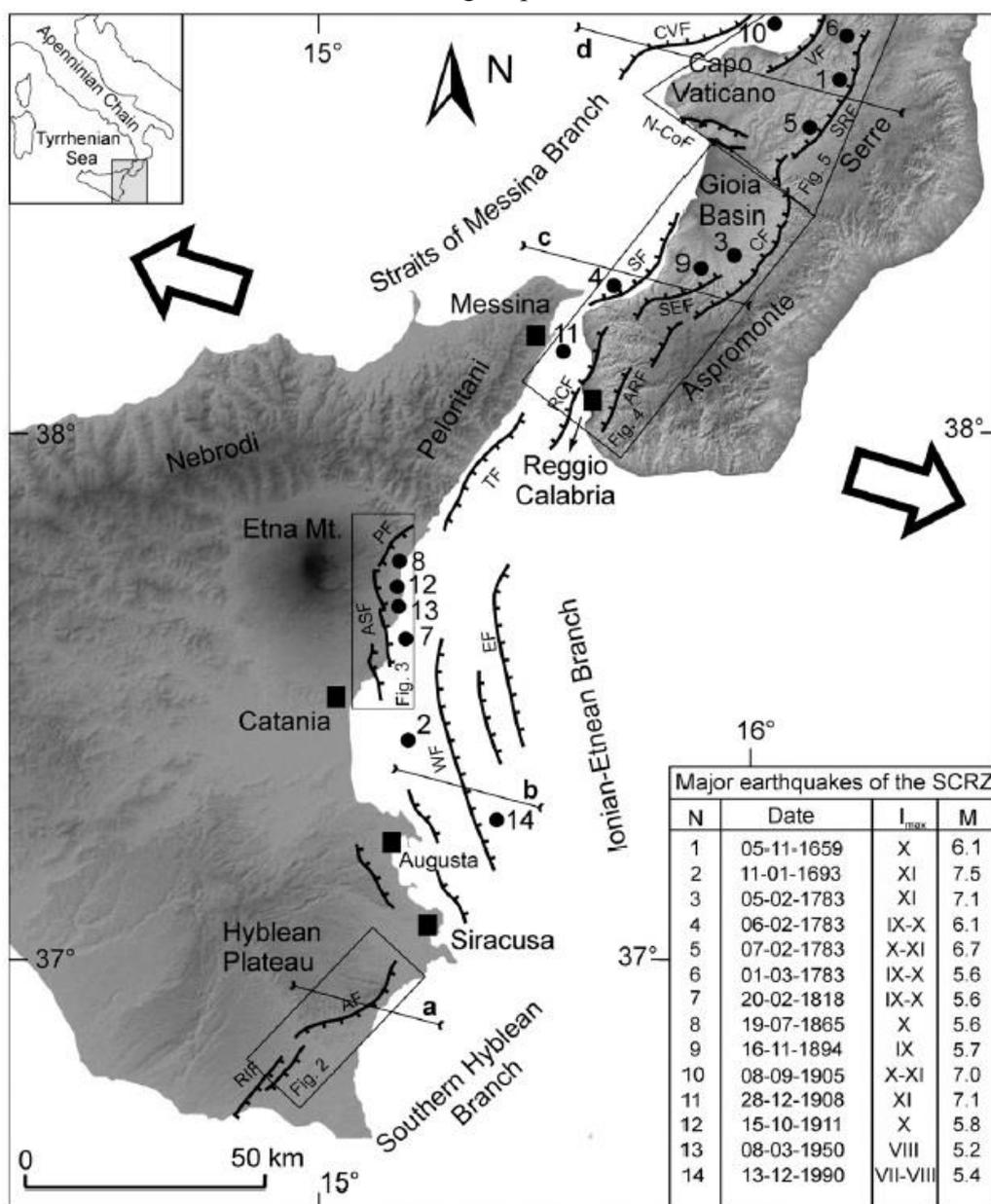


Figura 27 – Mappa sismotettonica della Sicilia orientale e Calabria meridionale con indicazione delle principali faglie (linee nere con trattini in corrispondenza della parte ribassata) e dei terremoti storici e strumentali (punti neri numerati) avvenuti negli ultimi 600 anni (da Catalano et al. 2008).

Dal punto di vista sismico, i terremoti capaci di dare un contributo significativo alla pericolosità sismica dell'area sono localizzati nella Sicilia orientale e nella Calabria meridionale (Meletti et al. 2000; Carbone 2011). Relativamente alle zone sismogenetiche della Calabria meridionale, le strutture certamente più attive sono quelle del bacino del Mèsima, delle Serre, di Gioia Tauro e di Cittanova, la cui attività si è protratta anche nel Pleistocene

superiore e nell'Olocene (Valensise & D'Addezio 1994; Monaco & Tortorici 2000; Jacques et al. 2001). Tali strutture, con direzione circa NE-SW, sono state probabilmente responsabili dei maggiori terremoti calabresi del 5, 6 e 7 febbraio e del 1 marzo del 1783 (Baratta 1901; Carbone et al. 2009).

Il terremoto del 28 dicembre 1908 ($M = 7.1$ e $I_{max} = XI$ MCS) è invece ubicato nella zona dello Stretto di Messina (Carbone 2011), in corrispondenza del versante calabrese. In assenza di evidenze ben documentate di fagliazione superficiale ed in relazione alla scarsa affidabilità dei dati strumentali, sono stati proposti differenti modelli riguardo la collocazione spaziale, la geometria e le dimensioni della sorgente sismogenetica (Ghissetti 1992; Valensise & Pantosti 2001).

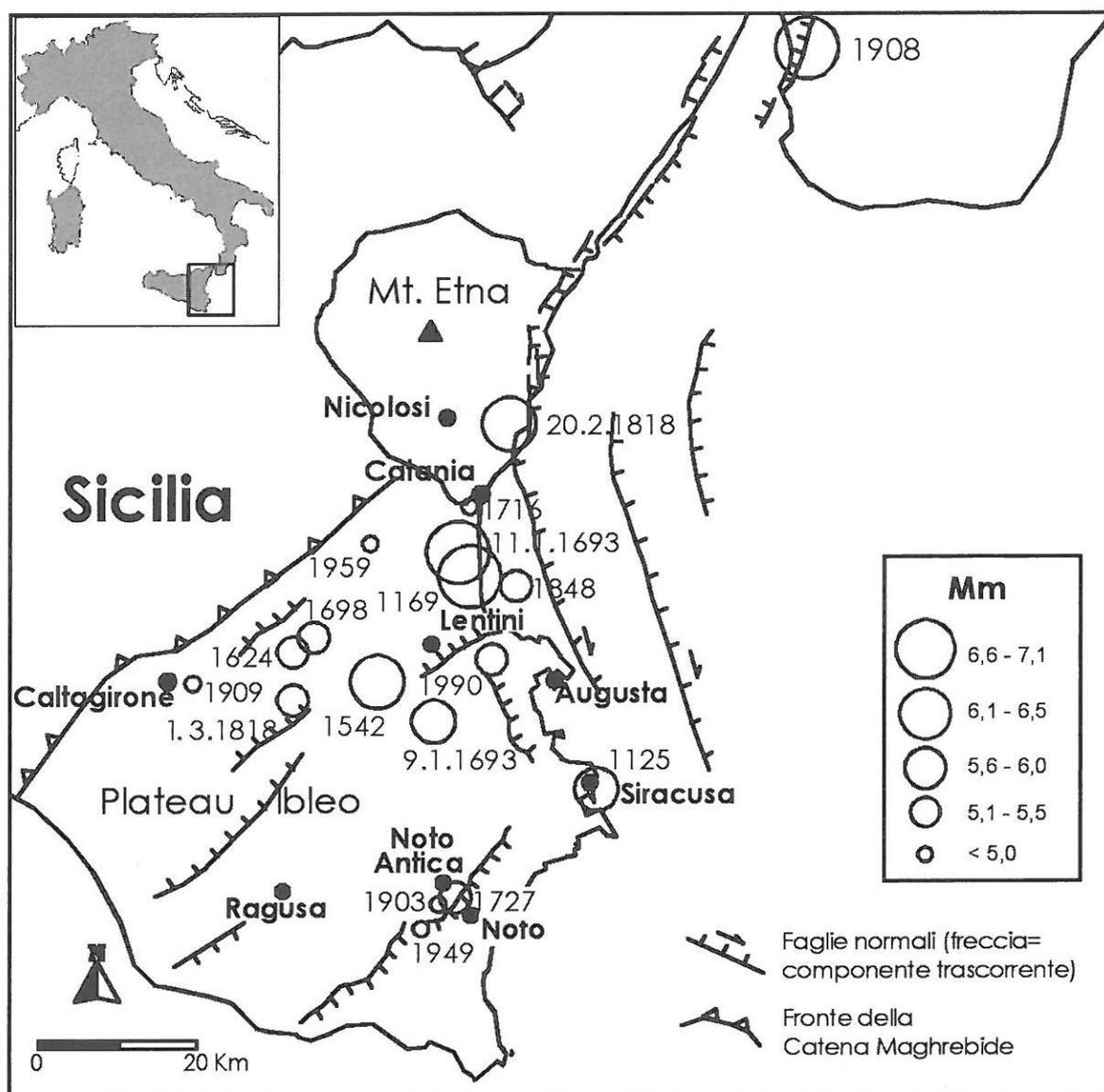


Figura 28 – Epicentri dei principali terremoti nel periodo 1125-1990 che hanno provocato danni o sono stati avvertiti a Catania (da Carbone et al. 2010).

Nella zona etnea, la sismicità è contraddistinta da eventi di bassa magnitudo e ridotta profondità ipocentrale (Gresta et al. 1997), capaci di produrre effetti significativi solo all'interno di un'areale piuttosto ristretto (Azzaro et al. 2000; Carbone et al. 2009). Al confine tra i Nebrodi ed i Peloritani occidentali, i terremoti sono localizzati lungo il versante tirrenico, soprattutto lungo l'allineamento Patti-Vulcano-Salina (Azzaro et al. 2000). Tale sismicità è associabile, quindi, alle diverse strutture trascorrenti NW-SE presenti nell'area (Barbano et al. 1979; Carbone et al. 2009), a cui è connesso anche il terremoto di Patti del 1978.

Nella Sicilia Sud-orientale la sismicità è distribuita soprattutto lungo la costa ionica, dove i principali eventi hanno raggiunto una magnitudo M prossima a 7.0 (Azzaro & Barbano 2000). La struttura responsabile dei maggiori terremoti di quest'area (1169, $I_{max} = X$ MCS; 1693, $I_{max} = XI$ MCS; 1818, $I_{max} = IX/X$ MCS) è probabilmente la Scarpata Maltese, un sistema di faglie trastensive a direzione prevalente NNW-SSE, che delimita *offshore* la zona ionica (Carbone et al. 1982; Bianca et al. 1999). Terremoti di modesta intensità sono localizzati, al contrario, nel settore più interno del *Plateau* Ibleo (Azzaro & Barbano 2000).

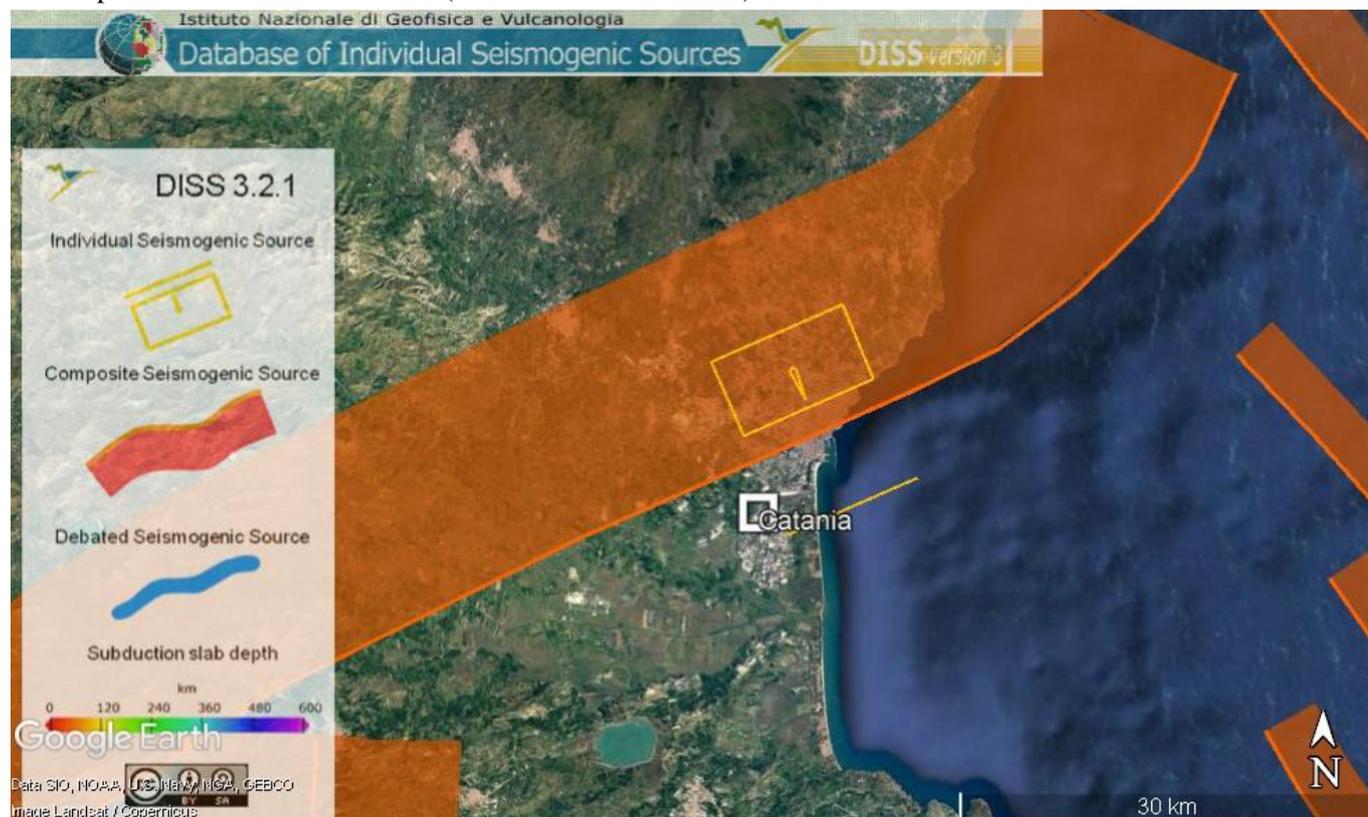


Figura 29 - Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5.5$ nell'area di studio (da DISS Working group 2018, Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.2.1., <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>).

La consultazione del database DISS (vers. 3.2.1., 2018), relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5, mostra che il tracciato di progetto si colloca a circa 3 km a sud di una fascia di potenziali faglie sismogenetiche. Infatti, l'area di studio ricade a circa 3 km a sud dalla fascia di sorgenti composite ITCS029 Gela-Catania (profondità stimata 3.0-10.0 km, magnitudo massima 6.0, *Slip rate* 0.1-0.5 mm/anno), che include la sorgente individuale ITIS106 Gravina di Catania (profondità stimata 4.0-7.0 km, magnitudo massima 6.0, ultimo evento 11 gennaio 1693).

Parameter	Quality	Evidence	
Min depth	km	3.0 OD	Based on regional tectonic considerations.
Max depth	km	10.0 OD	Based on regional tectonic considerations.
Strike min - max	deg	225 - 260 OD	Based on regional geologic and tectonic data.
Dip min - max	deg	20 – 40 OD	Based on regional geologic and tectonic data.
Rake min - max	deg	80 - 100 EJ	Inferred from regional geologic and tectonic data.
Slip Rate min - max	mm/y	0.1 – 0.5 EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude	Mw	6.0 OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

Tabella 32 – Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta ITCS029 “Gela-Catania”. Legenda LD=literature data, OD=original data, ER=empirical relationship, AR=analytical relationship, EJ=expert judgement.

Per quanto riguarda l’attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), i settori di studio ricadono all’interno della **Zona 935 “Iblei”**, una delle aree a più elevata sismicità d’Italia. Sulla base degli studi sismologici più aggiornati, in questa zona sono attesi terremoti piuttosto profondi ($P = 12-20$ km) e di elevata magnitudo ($M_{max} = 7.29$), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone 2011).

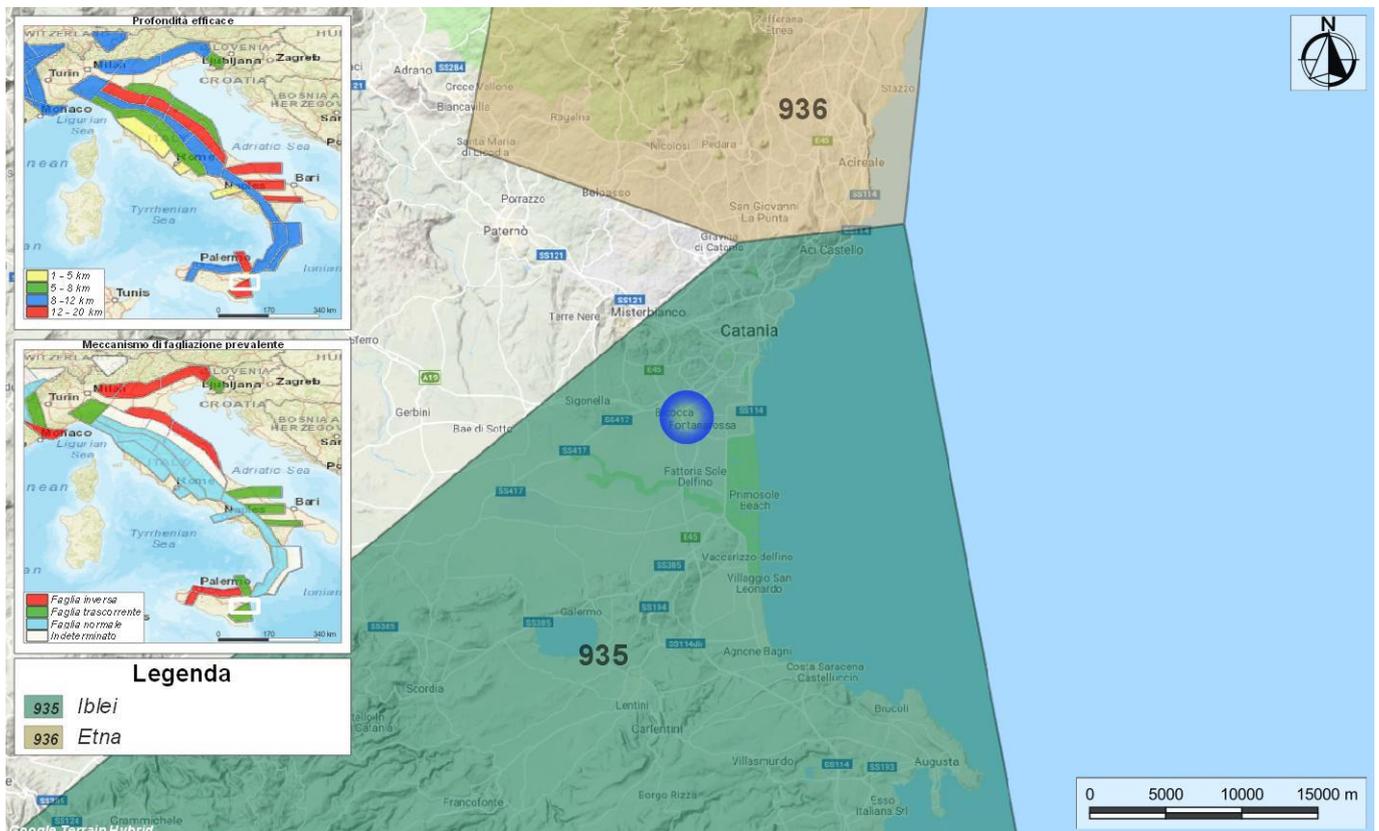


Figura 30 – Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 dell’area di studio, con indicazione dell’area di studio (blu).

13.1 Sismicità storica

Situata nel centro del Mediterraneo, la Sicilia è stata sempre considerata in una posizione strategica per il controllo delle vie del commercio con l'Asia minore e, per tale motivo, fu teatro di numerose guerre che resero l'isola soggetta alle dominazioni bizantina, araba, normanna e spagnola. In un simile contesto, i documenti storici con riferimenti agli eventi sismici succedutisi nel tempo risultano scarsi e lacunosi, anche se non mancano alcuni manoscritti permettono di datare i terremoti più violenti e di avere un quadro, almeno parziale, degli effetti indotti sui centri urbani e sull'ambiente.

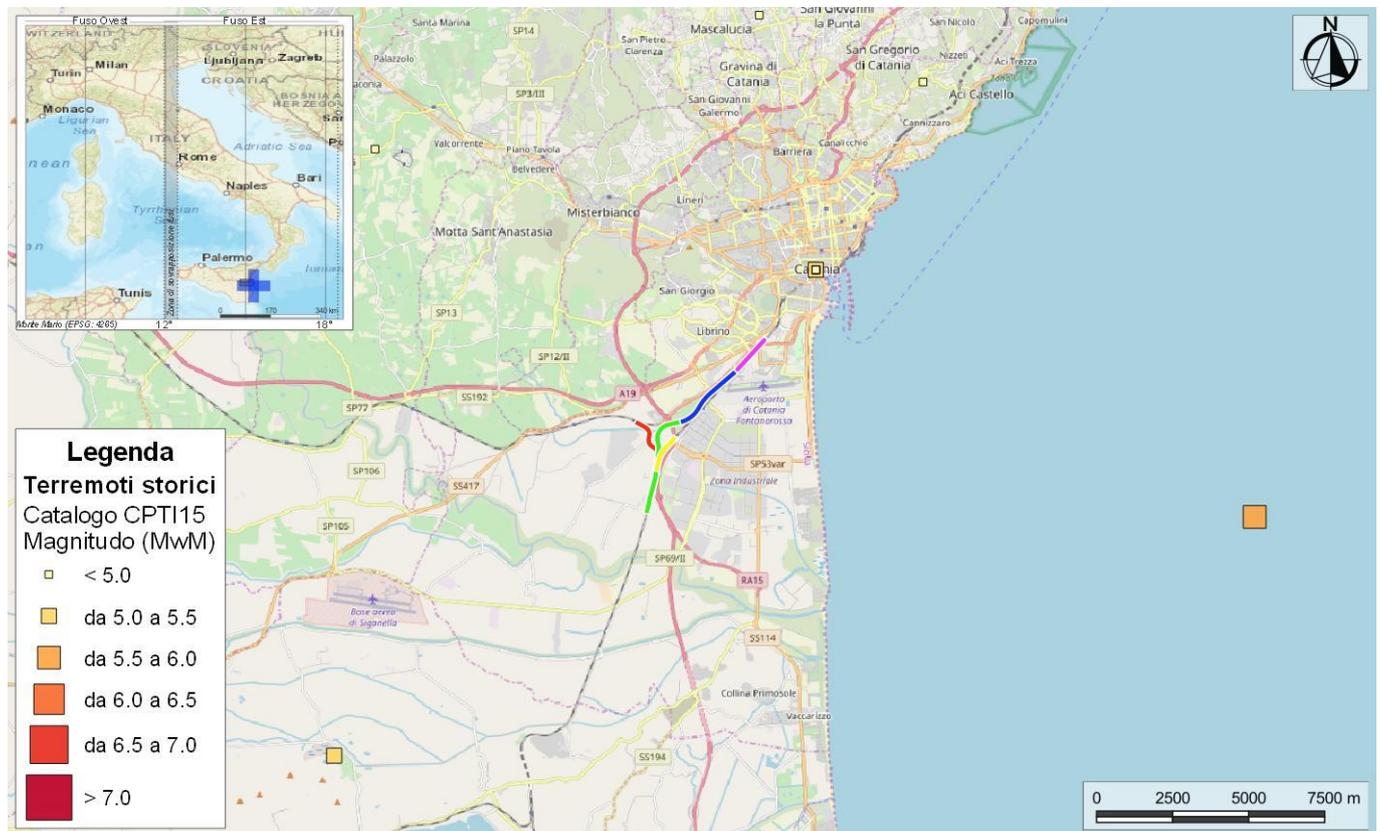


Figura 31 – Epicentri e magnitudo dei principali terremoti storici che hanno interessato la Sicilia Nord-orientale (CPTI15 v.3.0), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

Per quanto riguarda Catania, la città fu completamente rasa al suolo da due terremoti catastrofici ($I_{max}=X-XI$ MCS), mentre subì danni più o meno gravi in occasione di una decina di altri eventi sismici. Recentemente il sisma del 13 dicembre del 1990, noto con il nome di “Terremoto di Santa Lucia”, nonostante i valori di magnitudo registrati relativamente modesti ($M=5.4$ e $I=VII-VIII$ MCS), fu avvertito su una vasta area provocando 19 vittime e gravi danni a strutture ed edifici. Le ricostruzioni delle aree epicentrali basate sui dati storici e sul grado di intensità dei sismi, hanno mostrato come la sismicità sia distribuita, prevalentemente, in due settori: terremoti dalle caratteristiche distruttive vengono attribuiti alla Scarpata Maltese, mentre eventi con effetti meno drammatici sono riferibili, in generale, alla zona dello Stretto di Messina o all'interno della regione degli Iblei.

In base ai documenti relativi alla sismicità storica dell'area, è ragionevole ipotizzare come massimo evento atteso per la città di Catania un terremoto dalle caratteristiche analoghe ai sismi degli anni 1169 e 1693, con intensità pari a X-XI MCS e una magnitudo variabile tra 7.0 e 7.4. Uno studio finalizzato ad individuare i tempi di ritorno di eventi sismici nella città di Catania indica, per terremoti catastrofici simili all'evento verificatosi nel 1693, periodi medi di ritorno variabili tra i 250 e i 500 anni; sismi con valori di intensità pari al VII grado MCS, invece, come quello che si verificò nel 1818 hanno una frequenza stimata tra i 40 e i 90 anni.

Nella Tabella 33 sono elencati gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV (versione DBMI15 v3.0, Rovida et al. 2021) al fine di documentare la storia sismica del centro abitato di Catania (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Storia sismica di Catania

[37.502, 15.087]

Numero eventi: 158

Effetti	In occasione del terremoto del:				
	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
I [MCS]					
10	1169 02 04 07	Sicilia sud-orientale	8	10	6.5
7-8	1352 01 25	Catania	1	7-8	5.33
5	1517 12 31 03 55	Catania	1	5	4.16
5	1518 05 20 21 40	Catania	1	5	4.16
5	1524 12 29 07 50	Catania	1	5	4.16
6-7	1536 03 23	Catania	1	6-7	4.86
5-6	1537 05	Catania	1	5-6	4.4
5	1542 11 30 18 40	Sicilia sud-orientale	3	5	4.16
8	1542 12 10 15 15	Sicilia sud-orientale	32	10	6.68
4	1634 12 21 18	Etna - Versante meridionale	3	6-7	3.47
3-4	1635 08 12	Messina	3	5-6	4.4
5	1669 03 10 23 25	Etna - Nicolosi	3	7-8	4.03
8	1693 01 09 21	Sicilia sud-orientale	30	8-9	6.07
5-6	1693 01 11 08	Sicilia sud-orientale	8		
10	1693 01 11 13 30	Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
6	1693 04 01 07 50	Ionio meridionale	4	6	4.63
5	1693 07 08 17 50	Sicilia sud-orientale	7	6	4.93
5-6	1694 05 16	Sicilia orientale	7	5-6	4.4
7-8	1698 01 01	Monti Iblei settentrionali	6	7-8	5.66
7	1716 12 01	Catania	2	6	4.63
3-4	1727 01 07	Val di Noto	14	6-7	4.64
5-6	1780 03 28	Sicilia nord-orientale	10	7-8	5.52
5	1783 02 05 12	Calabria meridionale	356	11	7.1
7	1818 02 20 18 15	Catanese	128	9-10	6.28

Effetti	In occasione del terremoto del:				
6	1818 03 01 02 45	Monti Iblei	24	7-8	5.57
4-5	1819 07 26	Val di Noto	1	4-5	3.93
4	1823 03 05 16 37	Sicilia settentrionale	107	8	5.81
F	1830 07 13 15	Reggio di Calabria	3	5-6	4.4
NF	1842 11 18 01 15	Etna - Belpasso	5	6-7	3.47
6	1846 04 22 19 45	Piana di Catania	9	6	4.94
7	1848 01 11 12	Golfo di Catania	41	7-8	5.51
3-4	1850 01 01 11 00	Etna - Versante sud-occidentale	3	8	4.31
NF	1865 07 19 01 00	Etna - Fondo Macchia (Giarre)	32	9	4.87
3-4	1878 10 04 00 46	Mineo	7	5-6	4.29
4	1879 06 17 06 50	Etna - Bongiaro (S. Venerina)	25	8-9	4.59
4	1883 03 22 00 15	Etna - Nicolosi	7	8-9	4.59
4-5	1883 04 05 08 58	Etna - Nicolosi	11	6-7	3.47
4	1886 06 05 11 13	Etna - S. Venerina	21	7	3.75
2-3	1889 12 25 17 23	Etna - S. Maria Ammalati (Acireale)	25	7-8	4.03
3	1892 01 22 23 47	Monti Iblei	26	5	4.41
3	1892 03 16 12 38	Alicudi	28	7	5.24
3	1893 04 01 07 09	Etna - Zafferana Etnea	8	6-7	3.47
3	1893 04 22 03 20	Monti Nebrodi	33	6-7	4.83
4	1894 08 07 12 58	Etna - Zerbate (Aci S. Antonio)	12	6	3.19
4	1894 08 08 05 16	Etna - Mazzasette (Acireale)	45	8-9	4.59
4-5	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6.12
4	1894 12 27	Filicudi	12	6	4.99
2	1895 04 13 15 01	Monti Iblei ?	32	6-7	4.82
4-5	1897 02 11 23 33 07	Ionio meridionale	96	5	5.03
NF	1897 05 15 13 42 30	Tirreno meridionale	85	5	4.52
4	1897 05 28 22 40 02	Ionio	132	6	5.46
4	1898 05 14 04 45	Etna - S. Maria Licodia	35	7-8	4.03
3	1898 08 12	Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
3	1899 09 23 22 11	Etna - Fossa Dell'Acqua (Acireale)	8	5-6	2.91
2-3	1901 05 11 11 10	Etna - Nicolosi	15	7	3.75
NF	1901 05 11 18 20	Etna - Nicolosi	13	6	3.19
2	1901 12 13 00 10 22	Calabria	46	5	4.81
2	1903 02 10 08 04	Sicilia sud-orientale	9	5-6	4.32
3	1903 11 20 09 57	Etna - Viagrande	19	6-7	3.47
5	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95

Effetti	In occasione del terremoto del:				
3-4	1907 10 23 20 28 19	Aspromonte	274	8-9	5.96
2-3	1907 12 07 21 28	Etna - Fiandaca (Acireale)	24	7-8	4.03
3	1908 05 26 16 47	Etna - Versante orientale	15	6	3.19
2	1908 12 10 06 20	Monti Peloritani	64	7	5.11
6-7	1908 12 28 04 20 27	Stretto di Messina	772	11	7.1
3	1909 01 23 18 28	Stretto di Messina	21	7	5.15
NF	1909 07 01 06 24	Stretto di Messina	35	8	5.49
3	1909 10 21 16 48	Etna - S. Giovanni Bosco (Acireale)	13	7	3.75
3	1911 10 15 08 52	Etna - Fondo Macchia (Giarre)	48	8-9	4.59
4	1914 05 07 17 36	Etna - Fiandaca (Acireale)	11	6	3.19
5	1914 05 08 18 01	Etna - Linera (S. Venerina)	82	9-10	5.15
NF	1915 01 13 06 52 43	Marsica	1041	11	7.08
3	1924 08 17 21 40	Monti Iblei	22	5	4.74
3-4	1925 07 06 06 36	Etna - Versante orientale	6	5	2.63
3	1925 08 21 19 11	Sicilia centro-settentrionale	14	6	4.51
3	1926 08 17 01 42	Isole Eolie	35	7-8	5.28
5	1928 03 07 10 55	Calabria centro-meridionale	30	7-8	5.87
3	1932 05 22 17 01	Sicilia nord-orientale	11	4	4.99
5	1934 09 11 01 19	Sicilia centro-settentrionale	28	5-6	4.84
3	1935 06 30 03 25	Etna - S. Giovanni Bosco (Acireale)	6	6-7	3.47
3	1936 10 08 08 04	Patti	16	5-6	4.61
NF	1940 01 15 13 19 24	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
5-6	1949 10 08 03 08	Sicilia sud-orientale	32	7	5.1
F	1950 07 18 23 52 41	Sicilia nord-orientale	27	5-6	4.71
3	1952 03 01 12 29	Etna - Rocca D'Api (Zafferana E.)	22	6-7	3.47
3	1952 03 02 14 14	Etna - Rocca D'Api (Zafferana E.)	20	6-7	3.47
3	1957 03 03 09 27	Etna - Zafferana Etnea	18	6-7	3.47
3	1959 11 14 20 38	Etna - Zafferana Etnea	2	6-7	3.47
6	1959 12 23 09 29	Piana di Catania	108	6-7	5.11
3	1961 03 24 10 36	Calabria meridionale	59	5-6	4.62
4	1967 10 31 21 08 07	Monti Nebrodi	60	8	5.33
2-3	1968 01 15 02 01 09	Valle del Belice	162	10	6.41
F	1968 06 16 13 03 22	Monti Nebrodi	4		5.15
F	1970 08 16 10 45 022.1	Ionio meridionale	5		4.36
3-4	1973 08 03 19 49	Etna - S. Maria Ammalati (Acireale)	35	7	3.75
2-3	1973 08 18 22 38	Etna - Guardia (Acireale)	18	7	3.75

Effetti	In occasione del terremoto del:				
F	1974 03 26 22 30	Etna - Sciara (Giarre)	2	6	3.19
2	1975 01 16 00 09 45	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
4-5	1978 04 15 23 33 48.15	Golfo di Patti	330	8	6.03
2-3	1980 01 23 21	Monti Iblei	122	5-6	4.39
4	1980 05 28 19 51 20.04	Tirreno meridionale	44	5-6	5.66
NF	1980 09 16 02 30	Etna - C.da Trigona (Trecastagni)	22	6	3.19
NF	1980 09 28 15 04	Etna - C.da Inchiuso (S. Giovanni la Punta)	27	6	3.62
NF	1980 11 26 01 38	Etna - Fornazzo (Milo)	21	6-7	3.47
NF	1981 09 01 23 32	Etna - S. Maria Ammalati (Acireale)	44	5-6	2.91
2-3	1981 09 13 04 49	Etna - S. Maria Ammalati (Acireale)	56	6-7	3.62
2-3	1982 07 06 14 37	Etna - C.da Algerazzi (Zafferana E.)	150	7	3.27
4-5	1983 07 20 22 03 30.04	Etna - Viagrande	106	7-8	4.3
2-3	1984 04 15 03 10 45.17	Etna - Vallone Licodia (S. Maria Licodia)	19	6-7	3.5
2-3	1984 06 19 15 19 29.91	Etna - Fiandaca (Acireale)	46	7	3.96
2-3	1984 10 19 17 43 14.14	Etna - Zafferana Etnea	124	7	4.55
NF	1985 06 13 21 18 25.58	Etna - Versante occidentale	57	6	3.96
3	1985 10 10 19 26 07.88	Etna - Linera (S. Venerina)	39	5-6	3.85
2-3	1986 01 12 23 37 39.85	Etna - S. Venerina	53	6-7	3.96
2-3	1986 01 18 00 16 03.39	Etna - Dagala (S. Venerina)	35	5-6	3.62
2-3	1986 01 29 09 07 53.57	Etna - Nicolosi	27	6	3.96
2-3	1986 02 02 16 10 04.91	Etna - S. Giovanni Bosco (Acireale)	63	7	4.08
NF	1986 10 05 11 28 43.83	Etna - Versante meridionale	19	5-6	3.27
2-3	1986 10 29 23 18 07.29	Etna - Piano Provenzana (Linguaglossa)	74	7	3.9
3-4	1987 02 02 16 08 044.2	Sicilia centro-orientale	22		4.44
2-3	1987 08 13 07 22 09.91	Etna - Maletto	35	6	4.75
2-3	1989 01 29 07 30 32.89	Etna - Codavolpe (S. Venerina)	78	7	3.4
6	1990 12 13 00 24 25.68	Sicilia sud-orientale	304		5.61
2-3	1993 06 14 05 13 05.58	Etna - Ballo (Zafferana E.)	46	5-6	3.5
3	1995 02 10 08 15 45	Etna - Versante occidentale	18	5	4.31
2-3	1996 12 02 13 01 40	Etna - C.da Luminaria (S. Venerina)	42	6	3.5
3-4	1997 07 30 16 06 037.4	Monti Iblei	45	5	4.45
3-4	1997 12 03 08 28 36.46	Etna - Versante sud-occidentale	6	5	3.38
3	1998 01 10 08 45 18	Etna - Versante sud-occidentale	44	6-7	3.96
3-4	1999 02 14 11 45 53.99	Golfo di Patti	101	6	4.66
3	1999 08 05 14 57 038.4	Etna - Versante sud-occidentale	35	6	4
NF	1999 12 26 14 19 49.87	Etna - C.da Illice Carlino (Milo)	43	5-6	3.27

Effetti	In occasione del terremoto del:				
3	2000 11 05 17 26 27.04	Etna - Versante meridionale	70	5-6	3.85
4	2001 01 09 02 51 58.31	Etna - Zafferana Etnea	104	6	3.73
3-4	2001 05 26 06 02 18.56	Ionio meridionale	35		4.46
4	2001 07 13 03 15 31	Etna - Versante meridionale	25	6-7	4
3	2001 10 28 09 03 58.52	Etna - S. Maria Ammalati (Acireale)	67	6	3.3
3	2002 03 24 23 05 34.94	Etna - Versante orientale	40	6	3.27
2	2002 04 05 04 52 20.52	Isole Eolie	21	5-6	4.49
4	2002 09 06 01 21 27.25	Tirreno meridionale	132	6	5.92
4-5	2002 10 29 10 02 20.12	Etna - Bongiardo (S. Venerina)	38	8	4.75
3	2002 10 29 17 14 050.9	Etna - Milo	17	7-8	3.9
3-4	2004 07 22 02 11 27.05	Etna - Versante orientale	34	6-7	3.62
3-4	2005 10 31 00 02 41.21	Etna - Trecastagni	32	6-7	3.8
3	2006 04 23 14 42 38.19	Siracusano	12	4	4.05
3	2006 05 20 07 05 55.58	Etna - Versante sud-occidentale	27	6	3.91
3	2008 04 20 07 47 25.11	Etna - Nicolosi	29	6	3.2
3	2009 12 19 09 01 14.58	Etna - Maletto	64	6	4.39
2-3	2010 04 02 20 04 44.28	Etna - Piano Pernicana (Linguaglossa)	25	6-7	4.19
3	2010 08 16 12 54 47.89	Isole Eolie	29	5-6	4.68
NF	2011 05 06 15 12 35.04	Etna - Versante nord-occidentale	25	5-6	4.31
NF	2011 10 09 08 28 26.65	Monti Iblei	26	4	3.47
3	2012 06 27 01 14 20.24	Monti Iblei	16	5	3.9
3	2013 01 04 07 50 06	Monti Nebrodi	38	5	4.37
3	2013 05 23 13 04 48.43	Etna - Versante orientale	41	5	3.4
3-4	2016 02 08 15 35 43.39	Monti Iblei	58	5-6	4.44
4	2018 10 06 00 34 19	Etna - Versante sud-occidentale	44	7-8	4.72
4-5	2018 12 26 02 19 14	Etna - Fleri	48	8	5.02

Tabella 33 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Catania (da Database Macrosismico Italiano, DBMI15). Legenda: I intensità al sito (MCS); Ax area epicentrale; NMDP numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io intensità massima (MCS); Mw magnitudo momento.

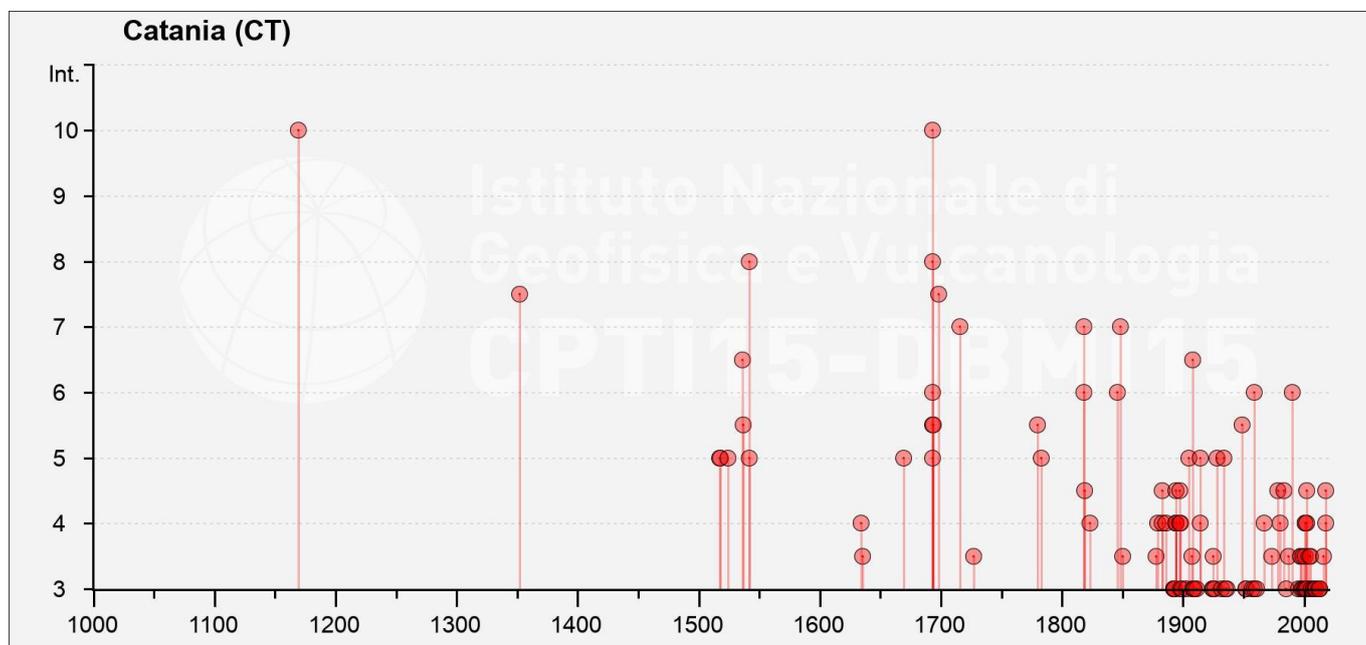


Figura 32 – Grafico illustrante la storia sismica di Catania. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Di seguito sono brevemente descritti i principali terremoti che, nel corso dei secoli, hanno interessato la Sicilia orientale. Le informazioni, tratte dal “Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1990”, riguardano gli effetti più importanti di ogni sisma, con particolare riguardo all’entità dei danni subiti dagli edifici, al numero di vittime e ai fenomeni indotti dagli eventi sismici sull’ambiente.

- **Terremoto del 4 febbraio 1169:** il disastroso evento tellurico del 4 febbraio 1169 colpì l’intero settore della Sicilia orientale e parte della Calabria meridionale, distruggendo undici centri abitati e provocando danni ingenti in tutta l’area. Catania fu completamente distrutta (I = X MCS) e negli scarsi documenti dell’epoca si riporta il completo collasso di tutti gli edifici e la morte della maggior parte degli abitanti (circa 15000 vittime). Il terremoto fu concomitante all’eruzione dell’Etna e, sul versante settentrionale, parte del cratere collassò. Tra i vari effetti sull’ambiente va registrata, inoltre, la formazione di uno tsunami che provocò, poco prima del suo arrivo, un abbassamento temporaneo delle acque nel porto di 5 m e, successivamente, ampi fenomeni di esondazione nei pressi della foce del Simeto.
- **Terremoto del 10 dicembre 1542:** il sisma fu distintamente avvertito in tutta la Sicilia e colpì, in particolar modo, l’entroterra collinare e montuoso degli Iblei, radendo al suolo centri come Lentini, Melilli ed Avola. A Catania si stima che il terremoto abbia avuto una intensità pari a VII-VIII MCS, con danni considerevoli e diffusi. Chiese e monasteri subirono gravi lesioni; molti edifici collassarono e altri dovettero subire ampi interventi di riparazione. Nella parte occidentale della città un intero quartiere fu distrutto, ma solamente 6 persone rimasero uccise dall’evento, probabilmente perché la scossa avvenne in pieno giorno, quando la maggioranza delle persone non era in casa. Il terremoto causò un’onda di maremoto che ebbe gli effetti più devastanti nella città di Augusta. Manoscritti dell’epoca riportano la distruzione di edifici causati anche da fenomeni di liquefazione del terreno.
- **Terremoto del 9 gennaio del 1693:** questo terremoto rappresenta la più grave catastrofe sismica della Sicilia orientale. Tutte le città della Sicilia sud-orientale furono sconvolte e il terremoto fu avvertito sensibilmente dalla Calabria settentrionale alla costa tunisina. L’evento sismico distrusse circa quaranta centri abitati in una vastissima area compresa tra Catania, Siracusa e Ragusa. Il terremoto si verificò in due riprese, a distanza di

due giorni: la prima scossa si verificò alle ore 4:30 del 9 gennaio e a Catania ebbe l'effetto di terrorizzare la popolazione distruggendo non solo le case meno solide, ma danneggiando seriamente anche gli edifici più importanti quali monasteri e palazzi (I = VIII MCS); la seconda scossa, delle ore 21:00, ebbe un effetto ancor più devastante poiché colpì una città i cui edifici erano già stati seriamente lesionati, distruggendola completamente, con collassi totali o parziali degli edifici (I = X-XI MCS). La statistica ufficiale redatta nel mese di maggio dello stesso anno, riporta un numero di circa 54000 morti in tutte le zone colpite dal terremoto. A Catania la perdita in vite umane fu enorme: durante il sisma perirono più di 12000 persone, pari al 63% della popolazione allora residente. Un'intensa attività dell'Etna accompagnò il periodo sismico; in vaste aree si aprirono fratture nel terreno da cui esalavano gas sulfurei mentre fuoriuscivano fango ed acqua calda. In tutta l'area colpita dal terremoto scomparvero molte sorgenti; altre comparvero o variarono portata, salinità e colorazione delle acque. Effetti di maremoto in occasione della seconda scossa furono segnalati in molte località costiere della Sicilia orientale.

- **Terremoto del 20 febbraio 1818:** il sisma del 20 febbraio 1818 ebbe il suo epicentro proprio a Nord di Catania. Distrusse numerosi villaggi sul versante orientale dell'Etna, causando danni su una vasta area compresa tra Catania e la Sicilia settentrionale e fu avvertito a Malta e in Calabria. Le vittime furono 72 e i feriti circa 100. A Catania l'intensità calcolata fu pari al VII grado MCS, danneggiando più di 1700 abitazioni; di queste, oltre il 35% dovettero essere puntellate o demolite. La città era stata completamente ricostruita dopo il sisma del 1693, era quindi "nuova" dal punto di vista della conservazione del patrimonio edilizio. Numerose fenditure si aprirono nel terreno in tutta l'area in cui si registrarono i massimi effetti; anche a Catania si aprirono profonde spaccature nel suolo. Effetti di maremoto si verificarono a Messina, dove il mare invase le strade cittadine.

13.2 Sismicità attuale

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* disciplinava la classificazione sismica dei comuni d'Italia. Secondo tale normativa il territorio del comune Catania ricadeva in **Zona sismica 2** con livello di pericolosità medio, ovvero aree che potrebbero essere interessate da eventi sismici abbastanza forti ($0.15 < ag \leq 0.25$).

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d'Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l'adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell'INGV-DPC. Detto studio è stato condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l'intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell'immediato in provvedimenti normativi.

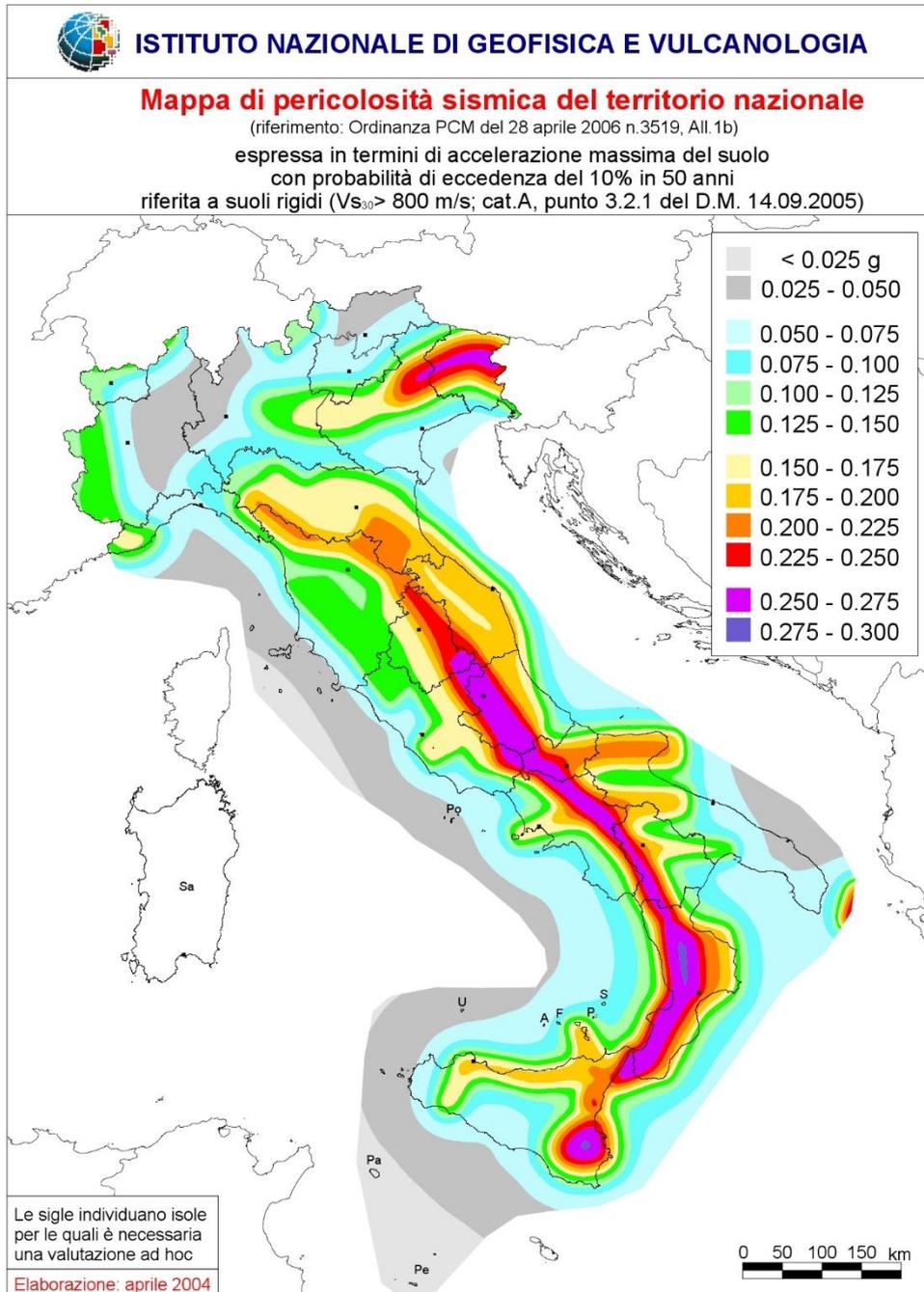


Figura 33 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro fondamentali zone sismiche. La vecchia classificazione sismica produceva, sovente, situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici che avveniva in un breve arco di territorio.

Oggi giorno la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono continue e graduali. Successivamente verrà mantenuta, infatti, la classificazione secondo la quale il territorio nazionale è suddivisibile in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo. All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (Figura 34). In particolare, per la zona interessata dalla tratta ferroviaria progettuale, i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.200-0.250 a_g (accelerazione massima del suolo).

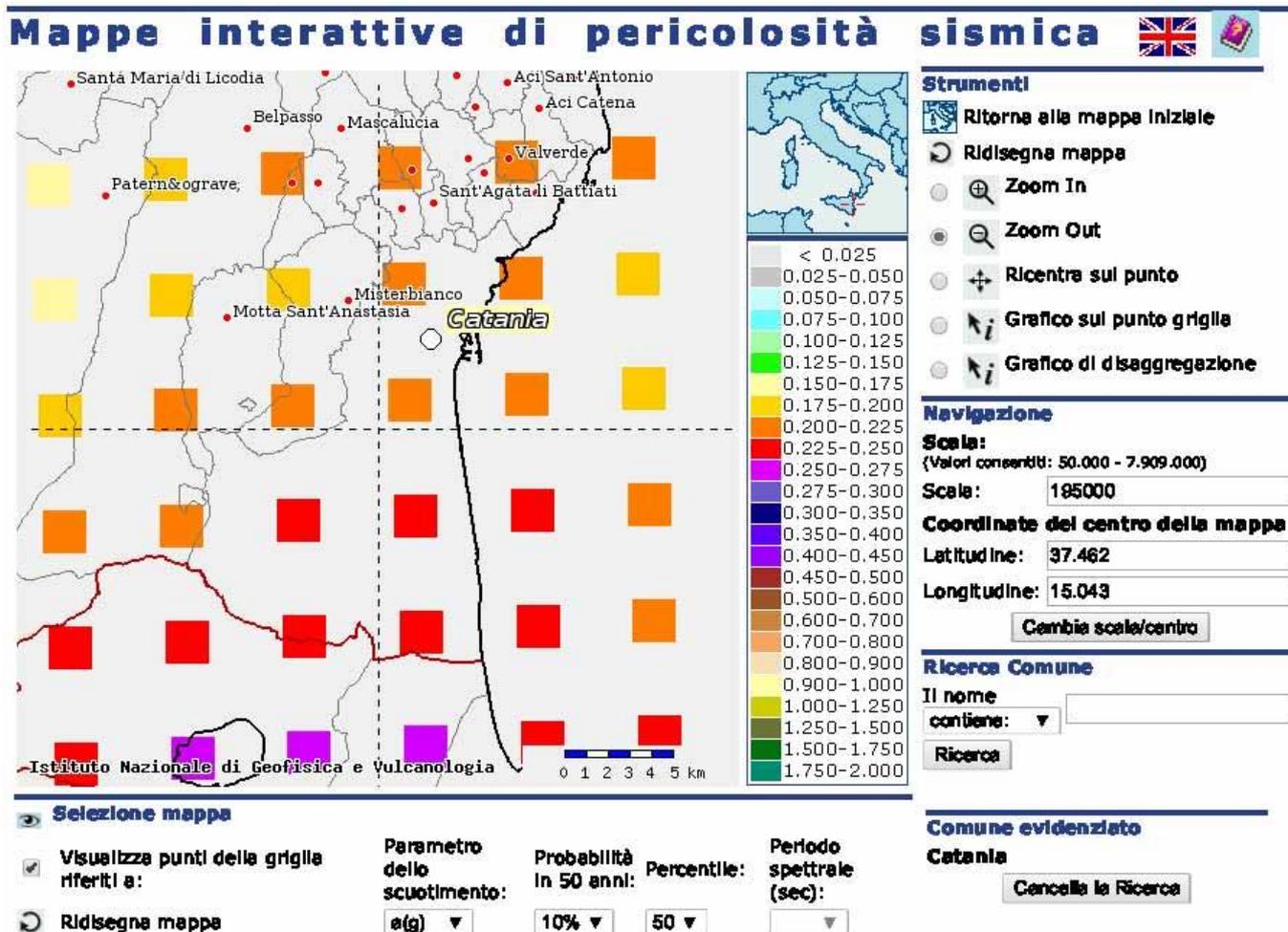


Figura 34 – Mappa di pericolosità sismica per l'area di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

Infine, la consultazione del *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults*) ha permesso di definire l'eventuale presenza di faglie capaci, definite come lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Tali studi evidenziano l'assenza di faglie capaci nell'area di stretto interesse progettuale e in corrispondenza delle opere in

progetto, in quanto l'unico elemento tettonico presente è ubicato a circa 4 km di distanza dalle stesse. Tali elementi, pertanto, non interferiscono direttamente le opere in progetto, ma sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento nei settori di stretto interesse progettuale. Il principale sistema di strutture recenti e attive è composto da numerose faglie normali, facenti parte del sistema di San Calogero (AA.VV. 1979).

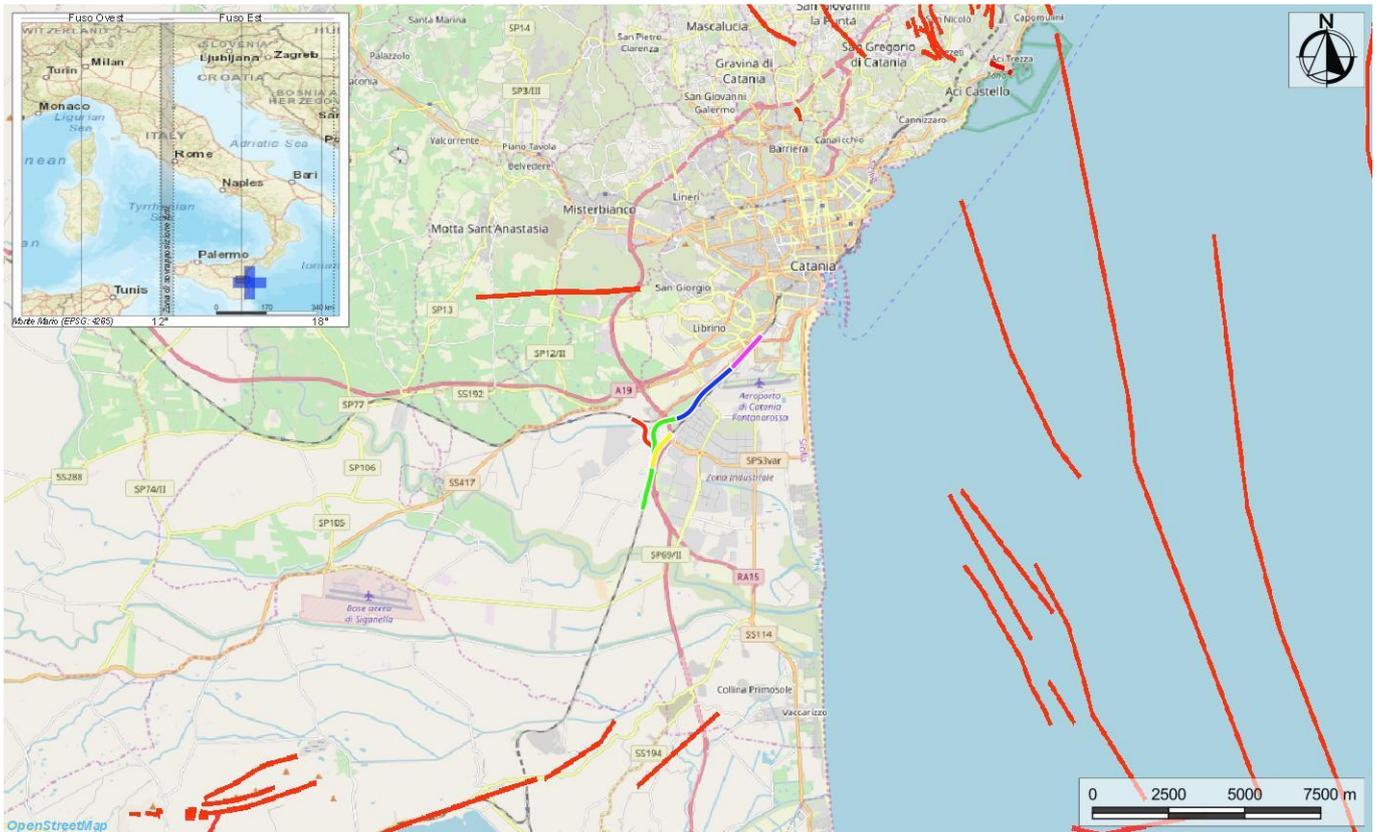


Figura 35 – Stralcio cartografico dell'area di interesse con individuazione delle faglie capaci (ITHACA) e delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

13.3 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico. Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'input sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

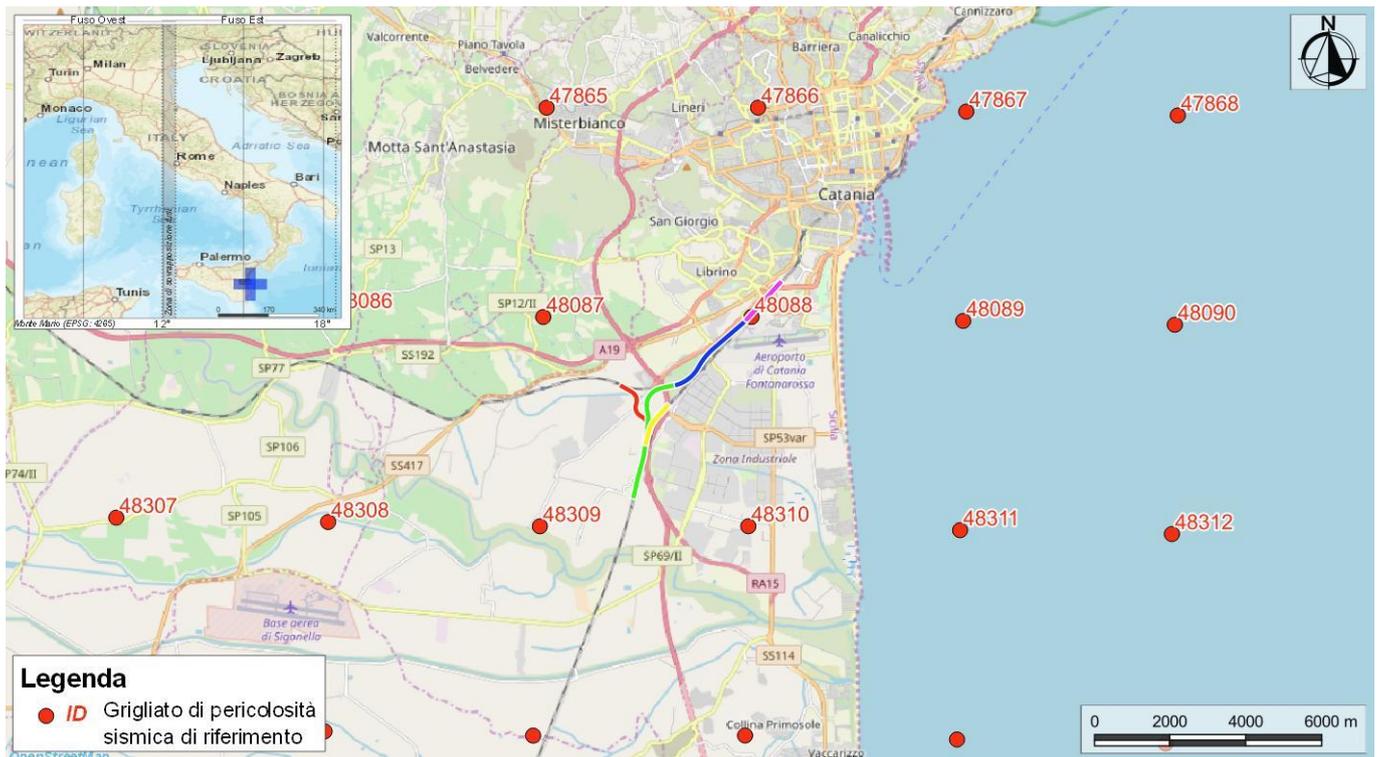


Figura 36 – Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno T_r pari a 475. Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (come previsto dalle NTC 2018 cfr. paragr. 3.2). I parametri forniti possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le venti normative a livello nazionale.

ID	longitudine	latitudine	a_g	F_0	T_c^*
47865	14.999	37.524	0.198063	2.51	0.36
47866	15.062	37.524	0.207543	2.49	0.35
47867	15.124	37.523	0.205199	2.48	0.35
48087	14.998	37.474	0.214271	2.42	0.37

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

ID	longitudine	latitudine	a _g	F ₀	T _c *
48088	15.060	37.474	0.217431	2.42	0.37
48089	15.123	37.473	0.213354	2.42	0.37
48309	14.997	37.424	0.234251	2.28	0.42
48310	15.059	37.424	0.235576	2.28	0.41

Tabella 34 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno T_r pari a 475 anni, le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG:4230).

13.4 Categoria di sottosuolo

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. La normativa citata prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 17/01/2018 – G.U. Serie Generale n. 42 del 20-2-2018), la determinazione dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

I valori di V_s possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, possono essere valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Sulla scorta dei dati a disposizione, tale determinazione è stata effettuata attraverso indagini di tipo geofisico, quali prove *down-hole* e prospezioni sismiche MASW, che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di $V_{s,30}$. Si riportano nel seguito le categorie di sottosuolo previste dalla normativa vigente:

- **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:** *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;
- **D:** *depositi 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.

Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione di n. 7 prove MASW e di n. 18 prove Down-Hole disponibili o appositamente realizzate. In Tabella 38 si riporta una sintesi delle prove effettuate, contenente i valori di $V_{s,eq}$ determinati, la categoria di sottosuolo corrispondente e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
MASW1	MASW	237	30	C	bb2/bn3/bn2/FAG
MASW2	MASW	246	30	C	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1/FAG
MASW3	MASW	266	30	C	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1
MASW4	MASW	239	30	C	bb2/bb/3/bn3/bn2/bn1
MASW5	MASW	224	30	C	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1
SD13	Down-Hole	236	30	C	bb3/bb2/bn3/bn2/FAG
SD14	Down-Hole	191	30	C	bb2/bn3/bn2/bn1/FAG
SD18	Down-Hole	211	30	C	bb3/bb2/bn2
SD19	Down-Hole	240	30	C	bb2/bn3/bn2/bn1
SD21	Down-Hole	165	30	D	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1
SD23	Down-Hole	215	30	C	bb3/bn3/bn2/bn1
SD24	Down-Hole	219	30	C	bb2/bn3/bn2
SD28	Down-Hole	234	30	C	bb2/bb1/bn3/bn2/bn1
SD29	Down-Hole	173	30	D	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1
SD30	Down-Hole	164	30	D	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1
SD34	Down-Hole	214	30	C	bb2/bn3/bn2/bn1
SD35	Down-Hole	158	30	D	bb3/bb2/bn3/bn2
SD39	Down-Hole	156	30	D	bb3/bn2/bn2
SD40	Down-Hole	197	30	C	bb3/bn2/bn2/FAG
MASW	MASW	358	30	C	-

Tabella 35 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini 2019.

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
S3DH	Down-Hole	233	30	C	-

Tabella 36 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini Aeroporto 2017.

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
S15	Down-Hole	ND	-	-	-

Tabella 37 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini Circumetnea 2013.

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
M01	MASW	145	30	D	bb3/bb2/bn3/bn2/bn1

Tabella 38 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini CT-SR 2012.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	117 di 167

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
S01	Down-Hole	ND	-	-	-

Tabella 39 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini Palazzina CO.CA. 2009.

In relazione a quanto emerso dalle analisi geofisiche precedentemente riportate, per i settori di studio si suggerisce l'adozione di una **Categoria di sottosuolo C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*) o **D** (*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	118 di 167

14 CRITICITÀ GEOLOGICHE

A conclusione delle presenti note, vengono di seguito sintetizzati i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

14.1 Criticità geologico-tecniche

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale della Sicilia orientale. Per questo secondo aspetto, in particolare, si rimanda a quanto riportato nel Capitolo 13 “Sismicità dell'area”, dove sono descritte in maniera dettagliata tutte le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed i principali elementi di pericolosità dal punto di vista sismico.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi di copertura fortemente eterogenei, sia dal punto di vista litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche. Nei settori di piana alluvionale e costiera, pertanto, sono presenti locali orizzonti di depositi marini, alluvionali e transizionali con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti.

In particolare, gli orizzonti argilloso-limosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica. I livelli sabbioso-limosi presenti all'interno dei depositi di copertura, invece, presentano una discreta resistenza al taglio ed una modesta compressibilità elastica.

Inoltre, è opportuno segnalare la diffusa presenza di coltri di copertura di genesi pedologica e detritico-colluviale. Tali terreni, infatti, presentano un comportamento meccanico generalmente scadente, fortemente eterogeneo e di certa inaffidabilità geotecnica, tale da consigliarne la bonifica preventiva ai fini dell'individuazione del piano di posa delle strutture fondali e dei rilevati ferroviari.

Per quanto detto, i suddetti depositi non garantiscono alcun tipo di tenuta lungo i fronti di scavo, neanche nel breve periodo e soprattutto se esposti agli agenti atmosferici. Nel caso di opere realizzate in settori di affioramento di spesse coltri di copertura detritico-colluviali, quindi, dovranno essere previste delle specifiche analisi di carattere geotecnico volte alla definizione delle effettive condizioni di stabilità di eventuali tagli o scarpate, in particolare in corrispondenza delle zone di imbocco delle opere in sotterraneo.

Sulla scorta di tutti i dati bibliografici disponibili, è stato possibile individuare nella zona di studio una faglia attiva e capace, definita come lineamento tettonico attivo che potenzialmente può creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. In particolare, l'unico elemento tettonico riportato è ubicato a circa 4 km a NW (San Calogero, Tabella 40) rispetto ai settori di intervento (Lo Giudice 1988, AA.VV. 1979). Quindi tale elemento non interferisce direttamente con il tracciato di progetto (Figura 35), ma è comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento per le opere nei settori di stretto interesse progettuale. Di seguito la scheda delle caratteristiche fisiche e geologiche tratta dal Data Base ITHACA – Catalogo delle faglie capaci.

Faglia San Calogero	
General Identification	
Fault Code	14500

Faglia San Calogero	
Fault Name	San Calogero
Region Name	Sicilia
Tectonic Environment	VOLCANIC
System Name	San Calogero
Synopsis	
Rank	Primary
Geometry and Kinematics	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	88
Dip (°)	Sub-Vertical
Dip Direction	S
Fault Length (km)	5.4
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (km)	
Kinematics	Normal
Activity	
Surface Evidence	well expressed
Last Activity	Latest glacial (9,000-15,000)
Applied Technique	Geomorphologic data
Evidence for Capability	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms
Lithology	alluvial deposits
Slip Parameters	
Recurrence Interval (yr)	
Slip Rate (mm/yr)	
Max Credible Rupture Length (km)	0.5
Max Credible Slip (m)	
Time Since Last Event (yr)	
Max Known Magnitude (mw)	
Max Known Intensity (mcs)	
Known Seismic Events	
Final Remarks	
Capability Consensus	Medium reliability
Study Quality	LOW
Notes	

Tabella 40 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, tratta da <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?faultcode=14500>.

14.2 Criticità geomorfologiche

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio non presenta elementi di particolare criticità delle opere in progetto, in quanto caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente pianeggiante o basso-collinare. Ad esso si aggiunge l'elevato grado di antropizzazione del territorio, che limita fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità.

14.2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Sicilia

La stabilità dell'area precedentemente descritta trova riscontro nelle cartografie tematiche del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino Regione Siciliana (2005 aggiornamento 2019). Infatti, all'interno di tale studio, non sono riportati areali di pericolosità da frana all'interno della zona di studio o in prossimità delle opere in progetto (Figura 37 - Figura 44).

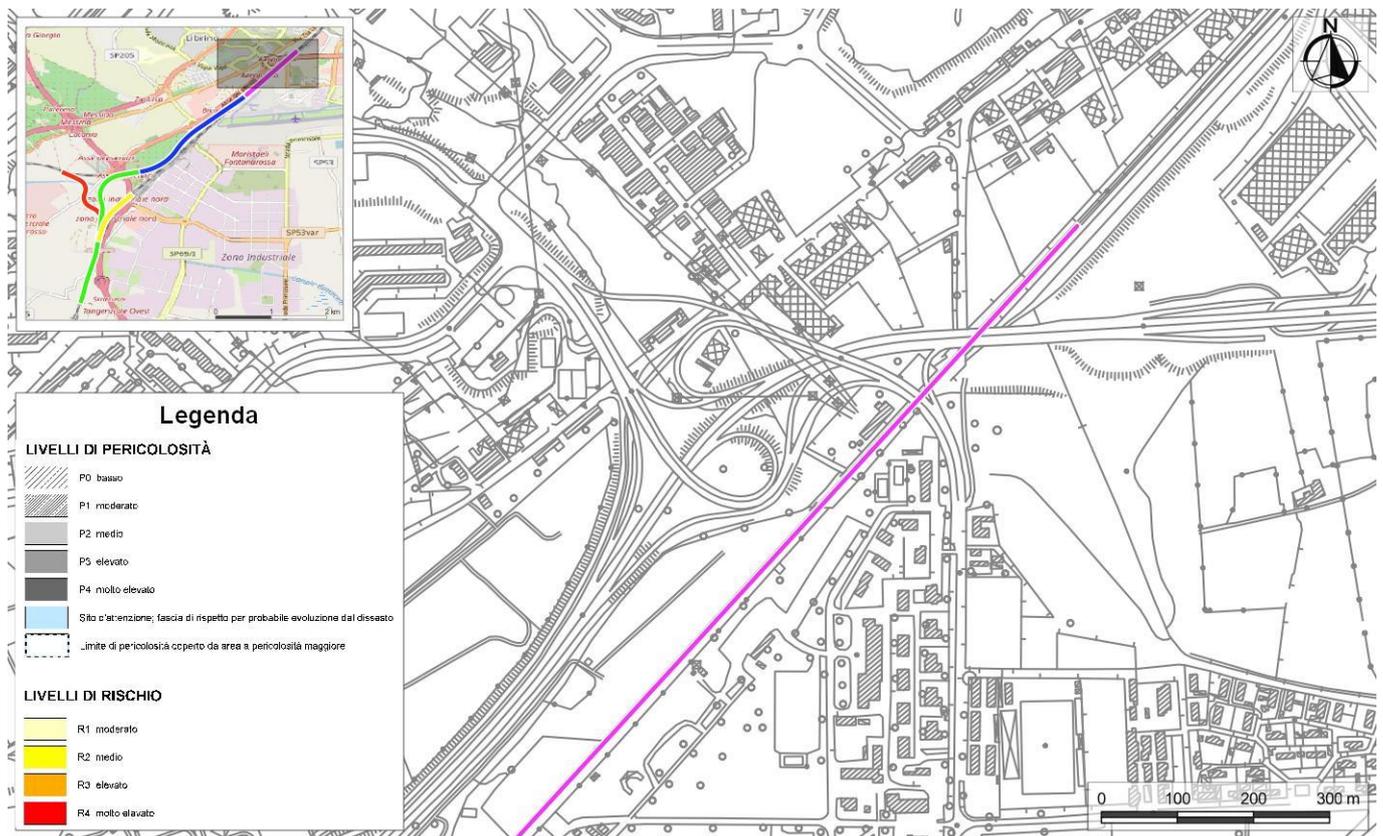


Figura 37 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

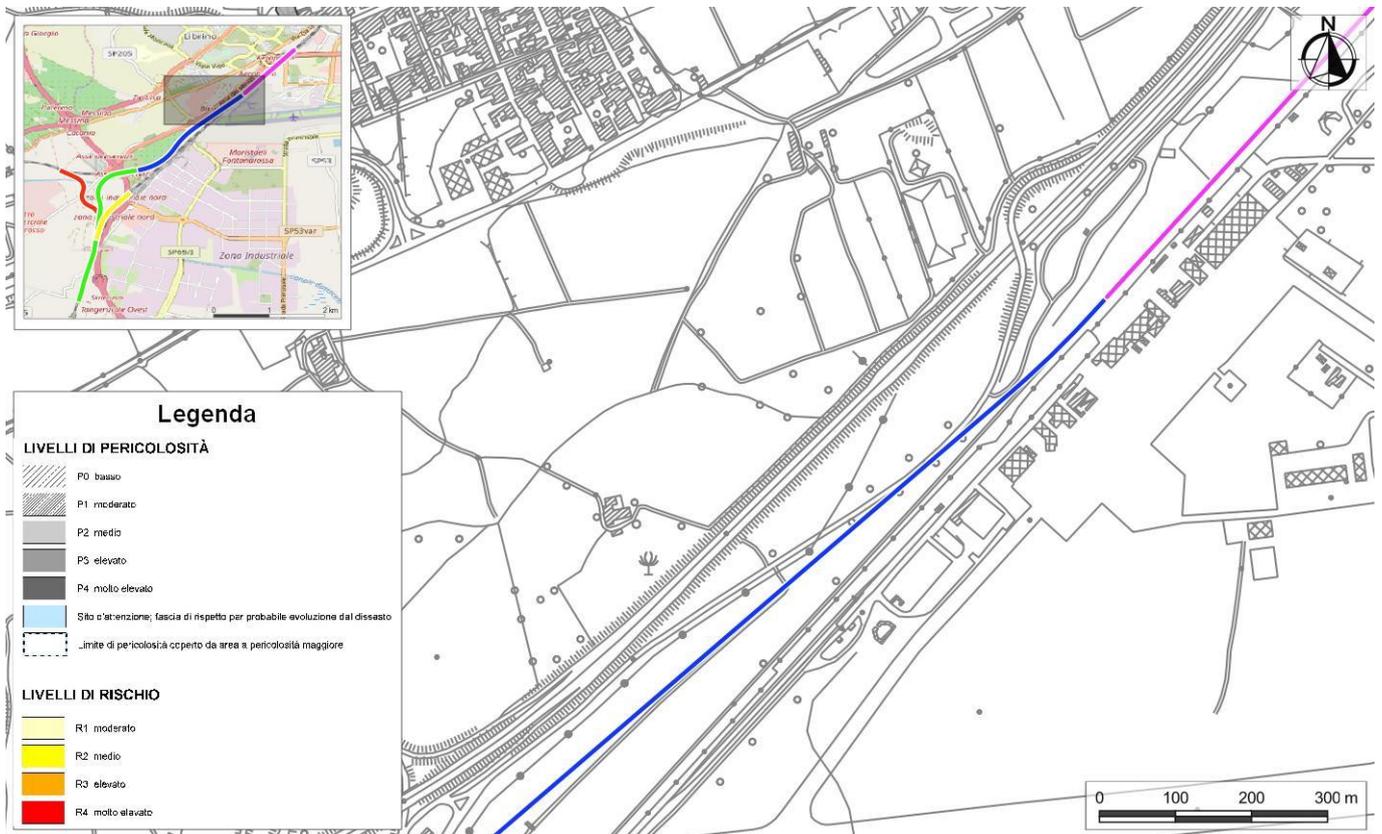


Figura 38 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

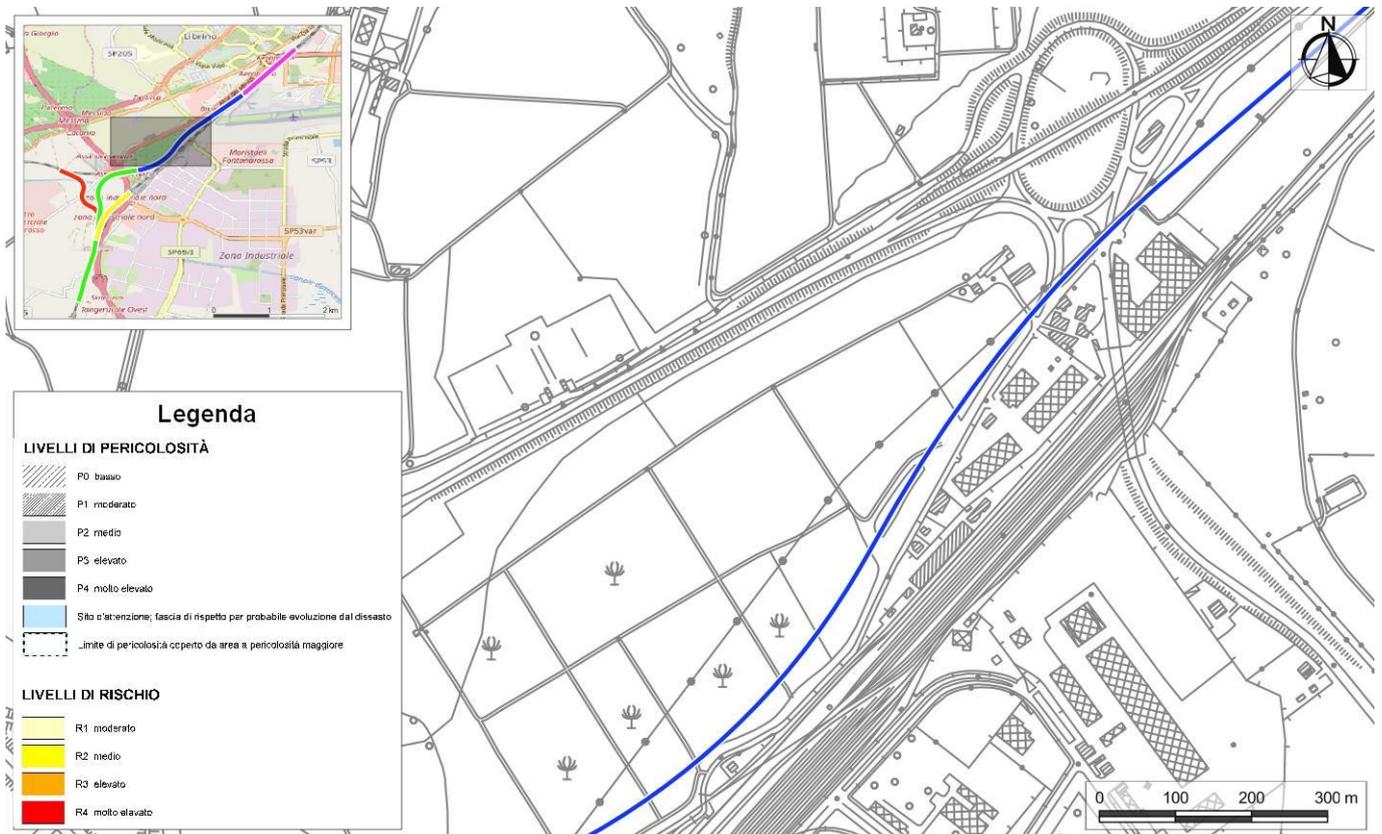


Figura 39 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

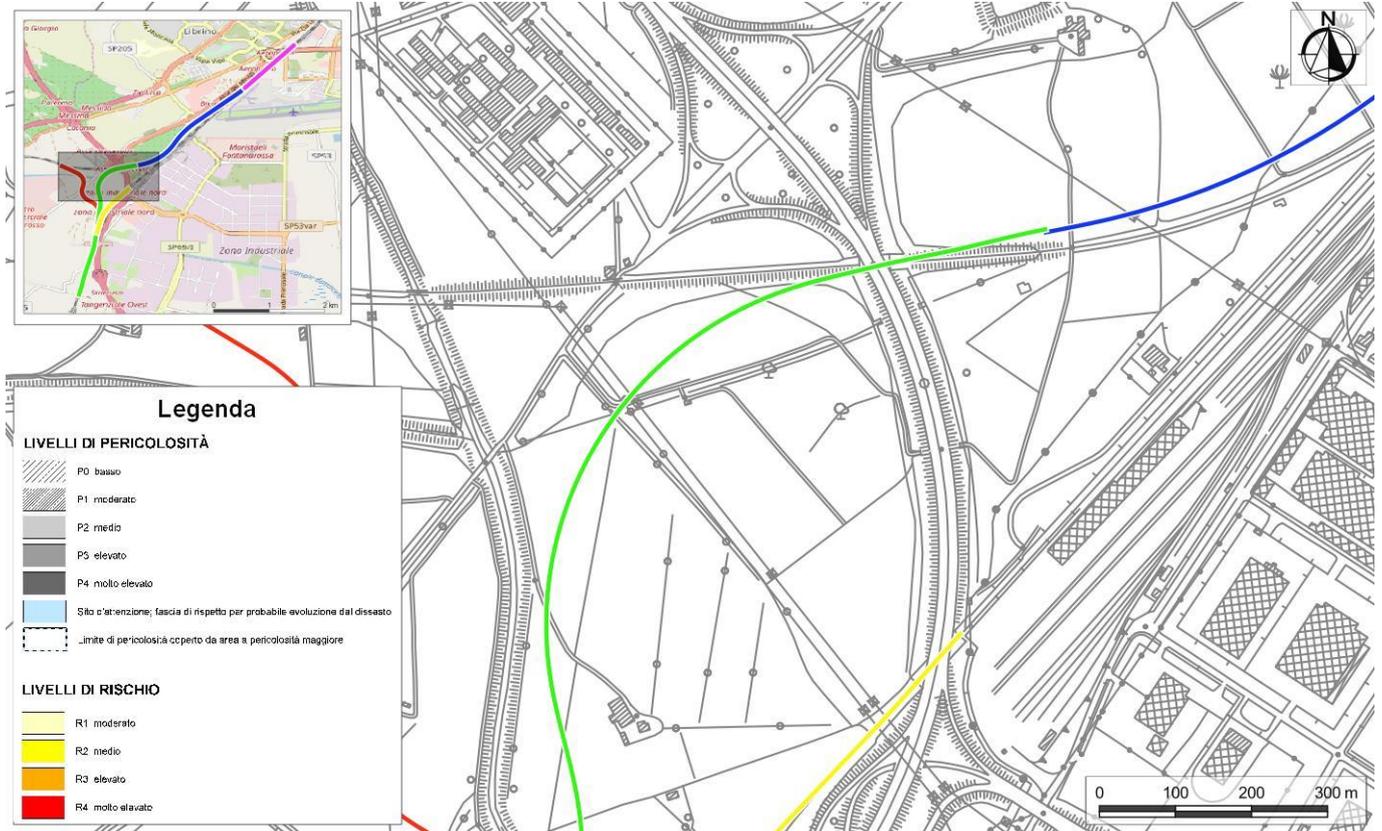


Figura 40 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

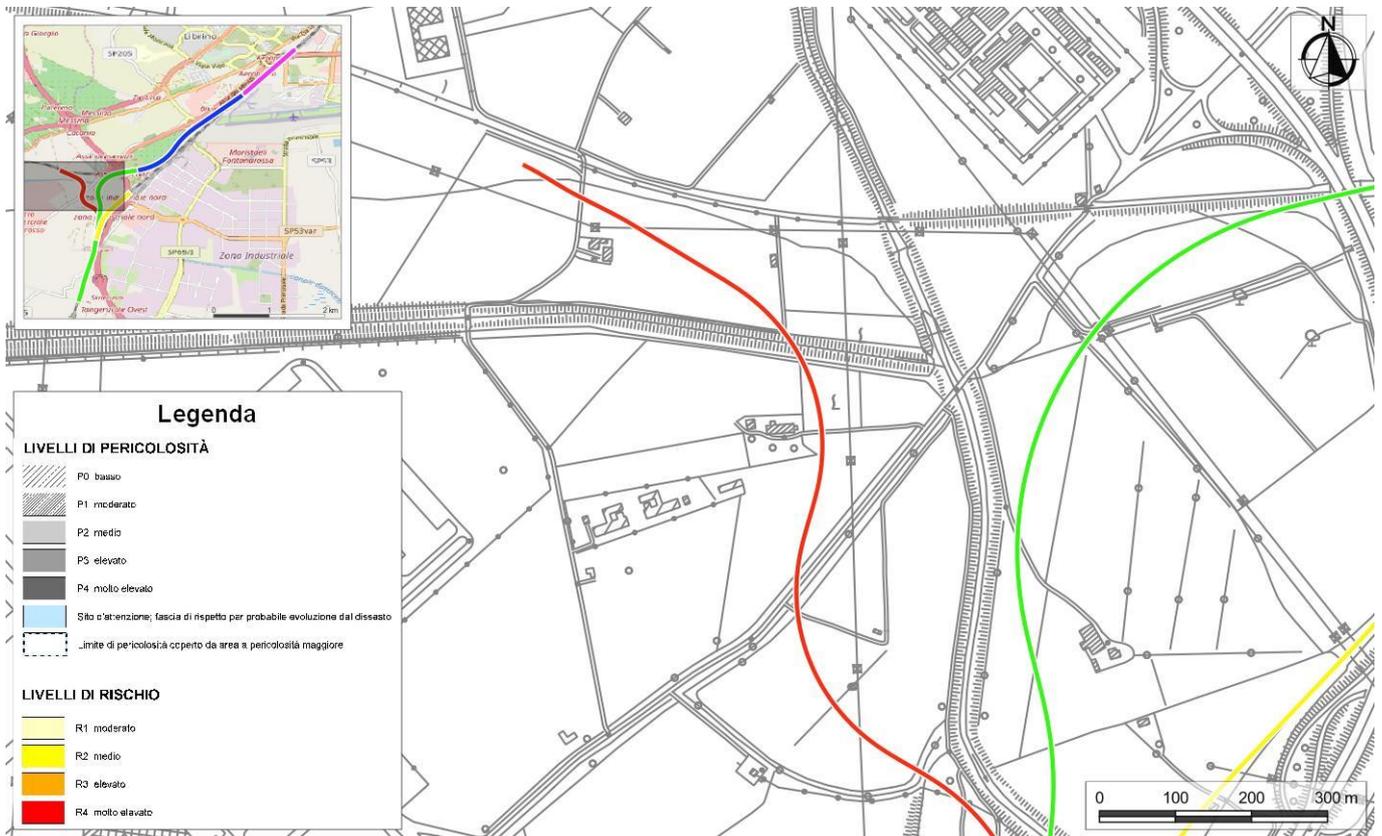


Figura 41 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merce”).

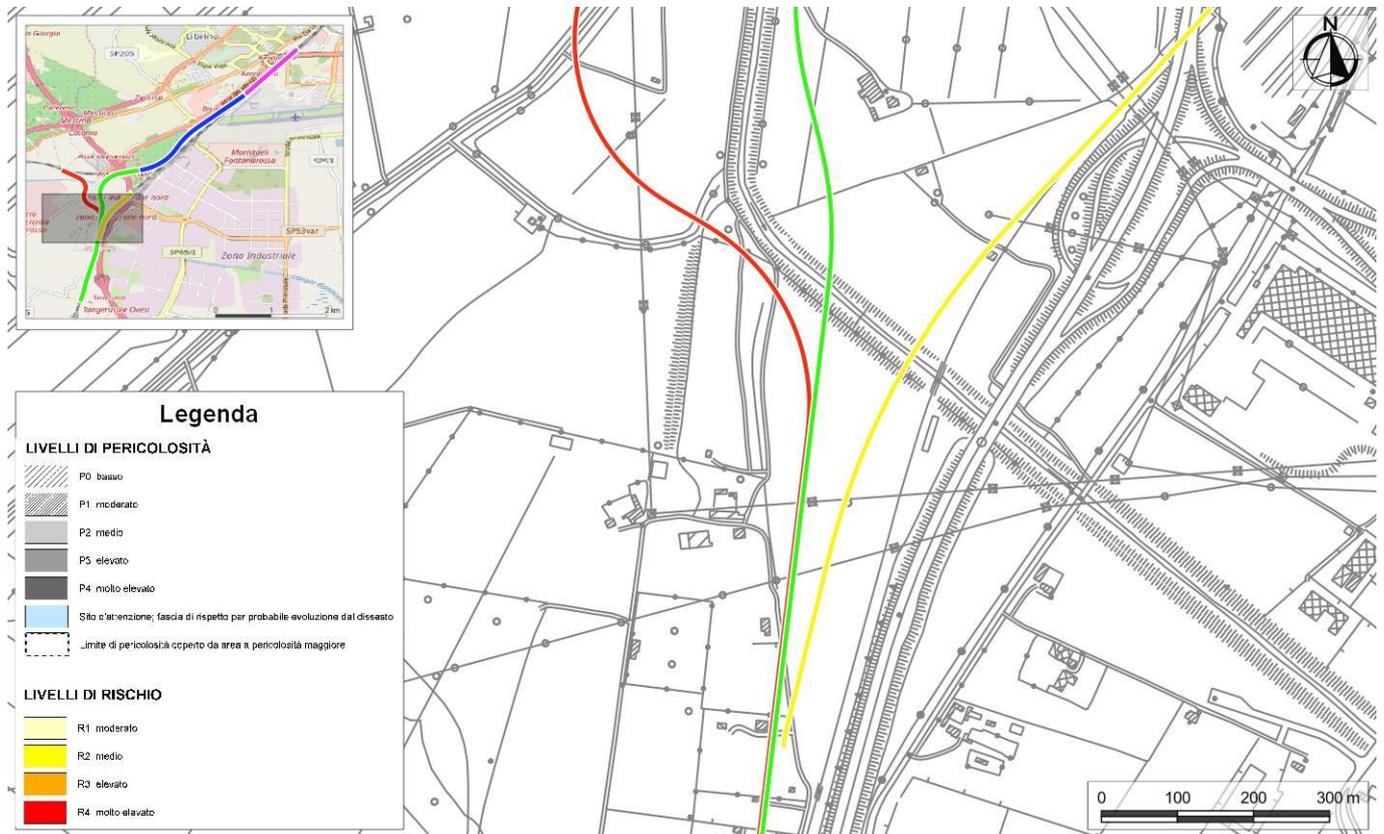


Figura 42 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).



Figura 43 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).



Figura 44 - Stralcio della Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2019 – 095 Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara e 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto), con individuazione delle tratte ferroviarie in progetto (in magenta la tratta relativa al lotto “Stazione di Fontanarossa”, in blu la tratta relativa al lotto “Interramento linea Palermo-Catania”, in verde la tratta relativa al lotto “Bretella Catania-Siracusa”, in rosso la tratta relativa al lotto “Bretella Palermo-Siracusa”, in giallo la tratta relativa al lotto “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci”).

14.3 Criticità idrogeologiche

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	128 di 167

I depositi alluvionali e marini che colmano la Piana di Catania e i fondovalle dei principali corsi d'acqua dell'area sono rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico e, pertanto, costituiscono sistemi idrogeologici estremamente articolati e complessi. Il deflusso è direttamente condizionato dalle locali caratteristiche litologiche dei depositi e avviene essenzialmente all'interno degli orizzonti più permeabili in direzione del litorale ionico.

I terreni di copertura a composizione ghiaioso-sabbiosa si rinvengono prevalentemente in profondità, in lenti e/o livelli di limitato spessore ed estensione. In generale, presentano una permeabilità variabile da bassa a media e costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. Questi depositi sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che presentano interscambi con i corpi idrici delle strutture limitrofe. A causa della ridotta loro estensione, i terreni in questione risultano spesso tamponati o confinati dalle porzioni meno permeabili delle coperture recenti che colmano la piana.

La porzione sabbioso-limosa dei depositi di copertura presenta una notevole estensione latero-verticale e si rinviene diffusamente all'interno di tutta la Piana di Catania. Questi terreni sono caratterizzati da una permeabilità variabile da bassa a media e, pertanto, costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. Nonostante i modesti valori di permeabilità, tali depositi sono sede di falde idriche sotterranee di notevole rilevanza, soprattutto a causa della loro notevole estensione. Le falde sono localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, con frequenti interscambi con i corpi idrici superficiali e/o sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe.

I termini prevalentemente pelitici dei terreni di copertura sono piuttosto diffusi nei settori di piana e presentano maggiore continuità ed estensione nella porzione più superficiale della sequenza fluvio-marina. A causa della loro ridotta permeabilità, questi terreni costituiscono dei limiti per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nel contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquitard* di importanza variabile in relazione all'estensione e allo spessore dei depositi. Generalmente non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, anche se localmente possono incontrarsi piccole falde stagionali all'interno degli orizzonti psammitici intercalati all'interno della frazione pelitica.

I depositi terrazzati presenti al margine della piana, a composizione prevalentemente limoso-sabbiosa, presentano limitato spessore ed estensione, in quanto formati da piccoli lembi in appoggio su termini litologici del substrato. Questi depositi presentano una permeabilità prevalentemente bassa e, quindi, costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. A causa del loro ridotto spessore, tali terreni sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario, direttamente influenzate dalle precipitazioni meteoriche e con carattere essenzialmente stagionale.

I depositi di copertura più recenti, di genesi antropica e detritico-colluviale, sono caratterizzati da una permeabilità estremamente variabile ma, a causa del ridotto spessore, sono in genere privi di falde e corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. Localmente, ove sussistono le adeguate condizioni idrogeologiche ed è presente un livello meno permeabile alla base, è possibile che si formino piccole falde a carattere stagionale, direttamente influenzate dal regime delle precipitazioni meteoriche o dagli apporti connessi all'attività antropica nell'area.

I termini sabbioso-ghiaiosi del substrato si rinvengono localmente lungo il margine nord-occidentale della Piana di Catania, in appoggio sui depositi pelitici più antichi. Generalmente, questi terreni costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi, sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, sia autonome che a deflusso unitario. Le caratteristiche delle falde sono condizionate dallo spessore dei depositi e, soprattutto, dalla presenza del substrato pelitico impermeabile alla base degli stessi. Le falde presenti in questi

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 129 di 167

depositi alimentano i corpi idrici sotterranei degli acquiferi presenti nella Piana di Catania, con cui sono in contatto sia lateralmente che verticalmente.

Infine, i termini prevalentemente pelitici del substrato presentano una permeabilità estremamente bassa, talora fino a impermeabile, e pertanto non sono sede di falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. Tali terreni tamponano lateralmente e verticalmente molti degli acquiferi sotterranei più importanti e quindi, nello schema di circolazione idrica sotterranea della zona di studio, possono essere considerati come degli *acquiclude*.

In generale, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di una estesa falda freatica che defluisce all'interno dei depositi fluvio-marini che colmano la Piana di Catania. La falda defluisce grossomodo da NW a SE, dai settori interni verso il Mar Ionio. La falda è contenuta all'interno degli orizzonti più grossolani e permeabili ed è sostenuta, alla base, dai termini pelitici a bassissima permeabilità del substrato. Il deflusso è spesso suddiviso dagli orizzonti pelitici presenti all'interno della successione di riempimento della piana, anche se a grande scala presenta un carattere unitario.

Gli acquiferi presenti nel settore di studio sono oggetto di sfruttamento, prevalentemente connesso alle pratiche agricole e agli insediamenti industriali presenti lungo il margine settentrionale della Piana di Catania. Va pertanto segnalata la presenza di diversi pozzi lungo tutto il tracciato di progetto. In relazione a tale contesto di riferimento la progettazione degli interventi dovrà consentire di minimizzare l'impatto sugli acquiferi, sia in fase di cantierizzazione sia in fase di esercizio, e in quanto la vulnerabilità degli acquiferi risulta elevata in relazione alla ridotta soggiacenza.

A causa delle numerose opere previste dal progetto, nell'ambito dello studio sono state altresì condotte diverse modellazioni numeriche dei flussi sotterranei al fine di definire l'influenza esercitate dalle opere stesse sullo schema di circolazione idrica dell'area. Le analisi sono state condotte attraverso l'utilizzo del codice agli elementi finiti PLAXIS 2D versione 8.6. Tutte le verifiche sulle n. 3 sezioni sono state eseguite in due distinte fasi: 1) determinazione delle caratteristiche del moto nelle condizioni iniziali, in assenza delle opere in progetto; 2) determinazione degli effetti indotti dagli interventi in progetto sulle condizioni di deflusso idrico sotterraneo nell'area. In tal modo è stato possibile valutare in termini quantitativi le modificazioni indotte dagli interventi ed in particolare gli innalzamenti e gli abbassamenti attesi della superficie piezometrica.

Solo per le Sezioni 2 e 3 è prevista la realizzazione di un by-pass idraulico, costituito da una trincea drenante di elevata permeabilità ($k = 1$ m/s) posta al di sotto del solettone inferiore dell'opera. In questi due casi, è stata quindi introdotta anche una terza fase di analisi, al fine di determinare gli effetti indotti sia dall'opera che dal by-pass sulle condizioni di deflusso idrico sotterraneo nell'area. In questo modo è stato possibile definire quantitativamente sia le variazioni indotte sul livello di falda che il funzionamento e l'influenza del by-pass.

Le simulazioni effettuati evidenziano che, a seguito della realizzazione degli interventi in questione, si originano variazioni del livello piezometrico piuttosto contenute. Sul lato di monte delle opere si osserva sempre un innalzamento del livello di falda, variabile tra 38 cm e 56 cm, mentre sul lato di valle si osserva sempre un abbassamento del livello piezometrico, variabile tra -33 cm e -73 cm.

Nonostante la ridotta entità delle variazioni indotte dalle opere, nelle Sezioni 2 e 3 è stato necessario introdurre un by-pass al fine di minimizzare gli effetti, che data la ridotta soggiacenza della falda e la relativa vicinanza di strutture antropiche, risultano comunque incompatibili col contesto in cui si collocano. L'inserimento del by-pass permette di ripristinare almeno in parte le condizioni di deflusso dell'area e di ridurre al minimo le variazioni del livello di falda. Dopo l'inserimento della trincea drenante, infatti, gli innalzamenti a monte dell'opera di riducono fino a valori compresi tra 18 cm e 56 cm, mentre gli abbassamenti diminuiscono fino a valori compresi tra -45 cm e -63 cm.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 130 di 167

Si sottolinea che le ipotesi di calcolo adottate risultano cautelative, sia per il livello di partenza della falda considerato al suo massimo sia per le caratteristiche degli acquiferi considerati con valori tali da consentire l'arrivo in corrispondenza dell'opera di importanti quantitativi di acqua. Inoltre, nei modelli è stata considerata un'opera di lunghezza infinita in senso trasversale, capace quindi di sbarrare completamente il flusso nel tratto di sezione interessato, mentre nella realtà la lunghezza effettiva delle opere in sottterraneo è comunque limitata e tale da garantire un parziale drenaggio anche ai lati della stessa.

14.4 Suscettività alla liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace (Riga 2007). Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi qualitative basate sulle procedure dettate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018. L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2018 - par. 7.11.3.4.2) prevede che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., 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 efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometriche esterna ai fusi granulometrici indicati da normativa, distinti in funzione del coefficiente di uniformità U_c .

In particolare, se la condizione 1 non risulta soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4. Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2018, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Per quanto detto in precedenza, le verifiche sono state condotte unicamente per i terreni alluvionali posti a profondità inferiori ai 15-20 m dal p.c., in quanto al di sotto non è possibile che si verificano tali fenomeni. Ovviamente le suddette analisi hanno un carattere generale e, pertanto, andranno puntualmente dettagliate attraverso verifiche geotecniche basate sulla resistenza dinamica e sull'effettivo stato di addensamento dei terreni investigati.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati diversi terremoti con magnitudo M superiore a 5. In particolare, il massimo terremoto atteso nell'area presenta una M pari a 7.29, in quanto riferibili alla **Zona 935 "Iblei"** (Figura 30).

Le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere generalmente superiori al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.200-0.250 a_g (Figura 34). In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti esposte nel punto 1 dell'NTC 2018, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 2, 3 e 4 del paragrafo "7.11.3.4.2 – Esclusione della verifica a liquefazione", in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

Per quanto concerne la falda, gli assetti stratigrafici locali e le condizioni geomorfologiche, insieme con la presenza di misure piezometriche di monitoraggio (cfr. 12.3 - Monitoraggio piezometrico), hanno evidenziato la presenza di un livello idrico piuttosto superficiale, posto a profondità comprese tra 0 e 10 m dal p.c., quindi al di sopra del livello di falda previsto da normativa.

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Sono stati quindi determinati i valori della resistenza normalizzata sulla base della formula seguente (Seed & Idriss 1982; Skempton 1986; Robertson & Wride 1998; Riga 2007):

$$(N_1)_{60} = (N_{SPT} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S) \cdot C_N = (N)_{60} \cdot C_N$$

dove N_{SPT} è la misura della resistenza penetrometrica in sito, C_N il fattore per la normalizzazione alla pressione effettiva di 1 atmosfera, e C_E , C_B , C_R e C_S i fattori di correzione rispettivamente per il rapporto di energia, il diametro del foro, la lunghezza delle aste e i campioni.

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova m	N_{SPT}	$(N_1)_{60}$
2020	SD42	bb2	1.7	21	18
2020	SD42	bb1	3.2	82	65
2020	SD42	bb2	5.2	11	10
2020	SD42	bb2	6.2	5	4
2020	SD42	bn2	10.7	9	7
2020	SD43	bn1	7.6	R	R
2020	SD43	bn1	9.2	68	50
2020	SD44	bb2	1.7	11	10
2019	SD04	bb2	1.7	6	5
2019	SD04	bb2	4.7	3	3
2019	SD04	bn2	13.7	24	16
2019	SD07	bb2	4.5	R	R
2019	SD07	bb2	7.7	11	8
2019	SD07	bn2	13.7	11	7

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova m	N _{spt}	(N ₁) ₆₀
2019	SD11	bb2	4.7	7	5
2019	SD11	bn2	13.7	14	8
2019	SD13	bb2	1.7	5	5
2019	SD13	bb2	4.7	6	5
2019	SD13	bn2	10.7	24	18
2019	SD17	bb2	1.5	R	R
2019	SD17	bb2	4.7	21	16
2019	SD17	bn2	14.7	22	13
2019	SD22	bb2	1.7	5	5
2019	SD22	bn2	13.7	5	3
2019	SD19	bb2	1.7	5	3
2019	SD19	bb2	4.7	8	5
2019	SD19	bb2	7.7	9	5
2019	SD19	bb2	10.7	24	14
2019	SD19	bn1	13.7	24	12
2019	SD14	bb2	1.7	6	5
2019	SD14	bb2	4.7	5	4
2019	SD18	bb2	1.7	7	5
2019	SD18	bb2	4.6	6	4
2019	SD21	bb2	1.7	6	5
2019	SD21	bb2	4.5	6	5
2019	SD24	bb2	1.7	8	7
2019	SD24	bb2	4.7	5	4
2019	SD24	bb2	7.7	5	4
2019	SD24	bn2	10.7	7	5
2019	SD24	bn2	13.7	4	3
2019	SD28	bb2	1.5	R	R
2019	SD28	bb2	4.8	4	3
2019	SD25	bb2	1.6	R	R
2019	SD25	bn2	10.7	10	6
2019	SD25	bn2	13.7	8	4
2019	SD26	bb2	1.7	8	5

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova m	N _{spt}	(N ₁) ₆₀
2019	SD26	bb2	4.7	10	7
2019	SD26	bb2	7.7	12	7
2019	SD26	bb2	10.7	20	11
2019	SD26	bn2	13.7	12	6
2019	SD27	bb2	1.7	4	3
2019	SD27	bb2	7.6	5	3
2019	SD29	bb2	1.7	5	4
2019	SD29	bn2	13.7	9	6
2019	SD30	bb2	1.7	4	4
2019	SD30	bb2	4.7	6	5
2019	SD30	bn2	13.7	12	8
2019	SD31	bb2	1.7	4	3
2019	SD33	bb2	1.7	5	4
2019	SD33	bb2	4.7	7	6
2019	SD33	bb2	7.7	4	3
2019	SD33	bn2	13.7	16	10
2019	SD34	bb2	1.7	4	3
2019	SD34	bb2	4.7	8	7
2019	SD34	bb2	7.7	4	3
2019	SD34	bb2	10.7	5	4
2019	SD34	bn2	13.4	10	6
2019	SD35	bb2	1.7	5	5
2019	SD35	bb2	4.7	7	6
2019	SD35	bb2	7.7	6	5
2019	SD20	bb2	1.7	4	4
2019	SD20	bb2	4.6	6	5
2019	SD20	bb2	7.7	9	7
2019	SD20	bb2	10.7	15	11
2019	SD37	bb1	3.2	7	4
2019	SD37	bb1	4.5	4	3
2019	SD37	bb2	9.2	14	8

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova m	N _{spt}	(N ₁) ₆₀
2019	SD37	bb1	12.2	10	5
2019	SD39	bb2	1.7	5	5
2019	SD39	bb2	4.7	6	5
2019	SD39	bb2	7.6	16	13
2019	SD39	bb2	10.7	6	4
2019	SD39	bn2	13.7	4	3
2019	SD40	bb2	1.7	4	3
2019	SD40	bb2	4.7	6	5
2019	SD40	bb2	7.7	18	13
2019	SD40	bn2	13.5	16	10
2019	SD32	bb2	3.2	5	4
2019	SD32	bn1	6.2	6	5
2019	SD32	bn1	12.2	10	6
2019	SD38	bb2	3.2	6	4
Interporto 2001	SA1	bb2	6.2	5	4
Interporto 2001	SA2	bb2	4.0	6	5
Interporto 2001	SA2	bb2	7.2	14	11
Interporto 2001	SA4	bb2	4.2	6	5
Interporto 2001	SA5	bb2	2.2	6	5
Interporto 2001	SA5	bb2	4.2	5	4
Interporto 2001	SA7	bb2	2.9	8	7
Interporto 2001	SB2	bb2	6.7	6	4
Interporto 2001	SB3	bb2	3.0	11	6
Interporto 2001	SB3	bb2	4.9	13	8
Interporto 2001	SB3	bb2	7.2	12	7
Interporto 2001	SB4	bb2	2.9	10	5
Interporto 2001	SB4	bb2	5.7	15	9
Interporto 2001	SB4	bb2	7.7	10	6
Interporto 2001	SB4	bb2	10.7	18	10
Interporto 2001	SB5	bb2	2.9	20	11
Interporto 2001	SB5	bb2	5.2	10	6

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova <i>m</i>	N _{SPT}	(N ₁) ₆₀
Interporto 2001	SB5	bb2	8.2	9	5
Interporto 2001	SB5	bb1	11.2	7	4
Interporto 2013	BH1	bb2	2.7	9	8
Interporto 2013	BH2	bb2	3.2	10	6
Interporto 2013	BH2	bb2	12.1	27	16
Interporto 2013	BH3	bb2	6.2	11	7
Interporto 2013	BH4	bb2	3.2	8	6
Interporto 2013	BH5	bn2	11.8	12	8
CT-SR 2012	S1e	bb2	1.6	R	R

Tabella 41 - Parametri di sintesi dei valori di NSPT e di resistenza penetrometrica normalizzata (N₁)₆₀ relativi ai terreni interessati dalle analisi di suscettività a liquefazione, in arancione sono segnalati gli orizzonti con (N₁)₆₀ <30.

Tali prove hanno evidenziato, in particolare, la presenza di terreni caratterizzati da valori di resistenza penetrometrica generalmente al di sotto del limite di (N₁)₆₀ definito da normativa (cfr. Tabella 41). Tali terreni quindi possono ritenersi suscettibili di possibili fenomeni di liquefazione.

Mentre, per quanto riguarda le prove penetrometriche statiche (CPT), sono stati quindi determinati i valori della resistenza normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa sulla base della formula seguente (Seed & Idriss 1982; Skempton 1986; Robertson & Wride 1998; Riga 2007):

$$q_{c1N} = C_q \cdot \left(\frac{q_c}{p_a} \right)$$

$$C_q = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^n$$

dove p_a è la pressione atmosferica (100kPa).

Le profondità degli orizzonti esaminati sono state discriminate sulla base delle ricostruzioni litostratigrafiche del profilo geologico e delle sezioni trasversali (RS3H 00 D69 L5 GE0001 001, RS3H 00 D69 L5 GE0001 002, RS3H 00 D69 L5 GE0001 003, RS3H 00 D69 W5 GE0001 001) e in accordo con la carta di classificazione dei terreni da prove CPT (Robertson 1990).

Di seguito vengono identificati le profondità degli orizzonti che secondo la classificazione di Robertson (1990) rientrano nelle classi Sabbie ghiaiose e sabbie, Sabbie e sabbie limose e Sabbie limose e limi sabbiosi per set di prove maggiormente rappresentativi e realizzate lungo le tratte in esame.

Campagna indagini	Prova	Litologia da profilo	Profondità strato con caratteristiche compatibili <i>m</i>
2019	CPT1	bb2	1.6 - 4.8
2019	CPT1	bb2	10.5 - 15.4

Campagna indagini	Prova	Litologia da profilo	Profondità strato con caratteristiche compatibili <i>m</i>
2019	CPT2	bb2	6.8 - 15.4
2019	CPT7	bb2	0.0 - 4.
2019	CPT7	bn2	5.5 - 7.8
2019	CPT7	bb2	0.0 - 5.2
2019	CPT7	bb2	12 - 15.3
2019	CPT8	bb2	3.5 - 6.5
2019	CPT9	bb2	0.0 - 15.6
2019	CPT11	bb2	0.0 - 4.0
2019	CPT11	bn2	0.0 - 4.0
2019	CPT12	bn2	10.8 - 15.5
2019	CPT12	bb2	9.0 - 10.0
2019	CPT14	bn2	10.0 - 15.5
2019	CPT14	bn2	0.0 - 3.7

Tabella 42 – Sintesi delle profondità degli orizzonti sabbioso-limosi individuati lungo le verticali più significative, nella zona in esame.

Le prove eseguite alle profondità sopra esposte hanno evidenziato la presenza di terreni caratterizzati da valori di resistenza penetrometrica sempre piuttosto bassi e nettamente al di sotto del limite di (q_c1N) definito da normativa e calcolato secondo Robertson & Wride (1998), che confermano la presenza di orizzonti litologici potenzialmente suscettibili di liquefazione, come riportato nella tabella seguente.

Campagna indagini	Prova	Unità	Profondità media <i>m</i>	q_c MPa	(q_c1N) kPa
2019	CPT1	bb2	3.2	2.4	42
2019	CPT1	bb2	13.0	0.6	4
2019	CPT2	bb2	11.1	0.4	3
2019	CPT7	bb2	2.0	2.7	57
2019	CPT7	bb2	6.6	0.5	5
2019	CPT7	bb2	9.5	0.5	4
2019	CPT7	bn2	13.2	0.9	6
2019	CPT8	bb2	2.0	3.2	50
2019	CPT9	bb2	5.0	1.3	12
2019	CPT11	bb2	2.6	1.2	23
2019	CPT11	bn2	13.7	0.7	6
2019	CPT12	bb2	1.8	1.9	24
2019	CPT12	bn2	12.8	0.9	6

Campagna indagini	Prova	Unità	Profondità media <i>m</i>	q_c <i>MPa</i>	(q_c1N) <i>kPa</i>
2019	CPT14	bn2	2.5	3.5	35
2019	CPT14	bn2	6.9	0.6	6

Tabella 43 - Parametri di sintesi dei valori di q_c e di resistenza normalizzata(q_c1N) relativi ai terreni interessati dalle analisi di suscettività a liquefazione; sono evidenziati gli orizzonti con $(q_c1N)<180$.

Secondo quanto previsto da normativa sono state verificate le curve granulometriche dei campioni di terreno disponibili ed analizzati, ricadenti negli orizzonti sabbioso-limosi e ghiaioso-sabbiosi più superficiali delle unità **ba1**, **bb1**, **bb2**, **bn1** e **bn2**, nonché la rappresentazione schematica dei fusi critici indicati da normativa.

Le curve granulometriche dei campioni di terreno disponibili ed analizzati, nonché la rappresentazione schematica dei fusi critici indicati da normativa sono riportate nelle Figura 45-Figura 46. A tal riguardo, si sottolinea che i limiti dimensionali delle varie classi granulometriche, riportati nella parte alta di ogni grafico, sono indicati seguendo gli *standard* metodologici proposti dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI).

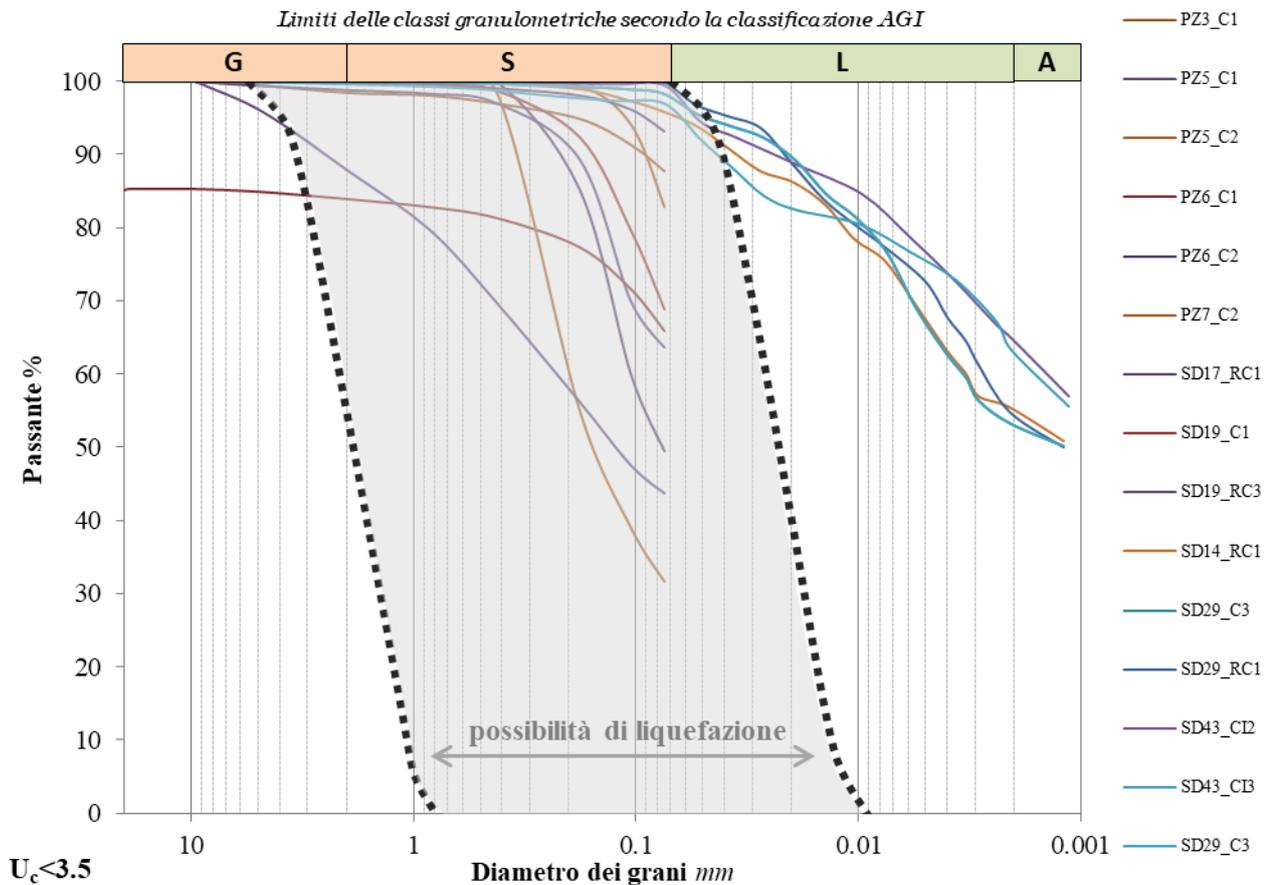


Figura 45 - Curve granulometriche dei campioni disponibili. In nero, a tratteggio, è riportato il fuso granulometrico critico per suoli - $U_c < 3.5$ (NTC 2018).

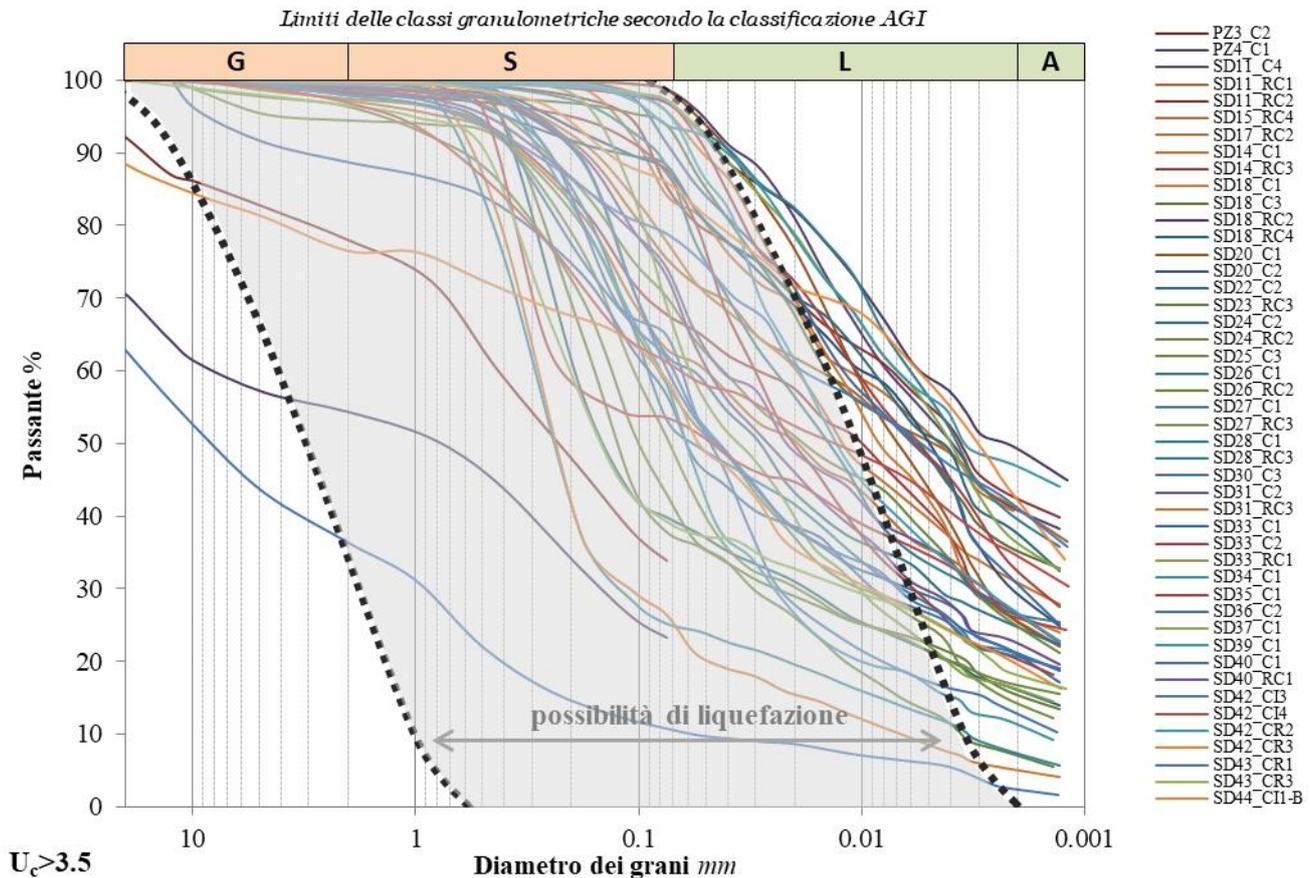


Figura 46 - Curve granulometriche dei campioni disponibili. In nero, a tratteggio, è riportato il fuso granulometrico critico per suoli - $U_c > 3.5$ (NTC 2018).

L'analisi delle curve granulometriche complete disponibili dimostra l'assenza delle condizioni predisponenti al fenomeno di liquefazione. In particolare, le analisi granulometriche disponibili presentano valori di passante al 0.002 mm sempre maggiore del 10% a meno di 4 campioni SD24RC2 (23 m), SD28RC3(29 m), SD31RC3 (49 m), e SD43CR1 (7.2 m) di cui solo 1 entro i 15 m di profondità. Ad ogni modo sottolineato che le analisi granulometriche disponibili non rappresentano un campione statisticamente rilevante in relazione alla vasta eterogeneità delle litologie oggetto di analisi specifica.

Al contrario le prove in sito, CPT, evidenziano la sussistenza delle condizioni che si possano innescare fenomeni di liquefazione. Pertanto, sulla base di quanto esposto in precedenza e delle analisi qualitative precedentemente descritte, sono risultati suscettibili di liquefazione tutti gli orizzonti litologici indicati nei profili geologici come terreni limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaioso, presenti all'interno dei depositi alluvionali e posti a profondità inferiori ai 15 m dal p.c.. Pertanto è indispensabile condurre specifiche analisi geotecniche al fine di definire in maniera quantitativa i possibili effetti di eventuali fenomeni di liquefazione in relazione alle specifiche opere in progetto.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	139 di 167

15 DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geologico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Nelle pagine che seguono viene quindi analizzato l'intero settore di intervento, opportunamente suddiviso in tratti omogenei relativi alle differenti opere in esame. Per ogni singolo tratto, in particolare, vengono descritte tutte le principali caratteristiche geologiche *s.l.* e gli aspetti più salienti ai fini progettuali.

Nel seguito, si fa quindi esplicito riferimento a quanto riportato nelle apposite cartografie tematiche ed al profilo longitudinale ricostruito lungo gli assi dei cinque tracciati ferroviari. In particolare, per quanto concerne le unità geologiche presenti nei vari settori di interesse, si riportano direttamente i nomi e le sigle contenute nelle diverse cartografie geologiche realizzate a corredo della presente relazione. Infine, per quanto riguarda gli spessori e l'assetto delle singole unità litostratigrafiche, si fa riferimento ai dati contenuti negli studi bibliografici a disposizione e alle risultanze delle diverse indagini geognostiche appositamente realizzate lungo il tracciato in esame nel corso delle diverse campagne di indagine esplicate.

Il presente studio geologico per il Progetto Definitivo dell' *"Interramento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa e per la messa a sti del tratto di linea interessato"*, prevede tre distinti lotti.

15.1 Lotto 1

Nel presente lotto è previsto l'intervento per la realizzazione della stazione Fontanarossa, descritto di seguito.

15.1.1 Stazione di Fontanarossa

Il tratto in esame si sviluppa nel settore più settentrionale dell'area di studio dove è prevista la realizzazione della Stazione di Fontanarossa, in prossimità del centro abitato di Catania. Tale tracciato si sviluppa per circa 1+307 km da sud-ovest a nord-est e si allaccia al "Interramento linea Palermo-Catania".

15.1.1.1 Tratto km 0+000 ÷ 1+307

Questo tratto interessa interamente il tracciato "Stazione di Fontanarossa" si colloca nel settore più settentrionale dell'area di studio. Il tracciato di progetto è caratterizzato unicamente da opere all'aperto a raso sull'attuale p.c., a quote variabili tra 7.4 e 9.5 m s.l.m..

Il tracciato interessa per gran parte del suo sviluppo i terreni sabbioso-ghiaiosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**), che presentano uno spessore tendenzialmente uniforme e variabile tra 4.1 m e 8.1 m circa. Nel settore meridionale si rinviene una lente di terreni limoso-argillosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb3**), con una potenza modesta variabile tra 1.3 m e 2.6 m. Tali depositi sono diffusamente ricoperti dai Riperti antropici attuali (**h**) e poggiano sui terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali antichi (**bn2**), che mostrano invece uno spessore variabile tra circa 6.5 e 13.0 m, minore nel settore centrale dove è presente una lente dei terreni limoso-argillosi ascritta ai Depositi alluvionali antichi (**bn3**) che presenta uno spessore massimo di circa 2.5 m. Nel tratto più settentrionale i suddetti litotipi poggiano sui termini sabbioso-limosi dei Depositi marini e costieri antichi (**gn2**). Il substrato geologico dell'area è rappresentato dai litotipi della Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinvengono a profondità superiori ai 19 m dal p.c..

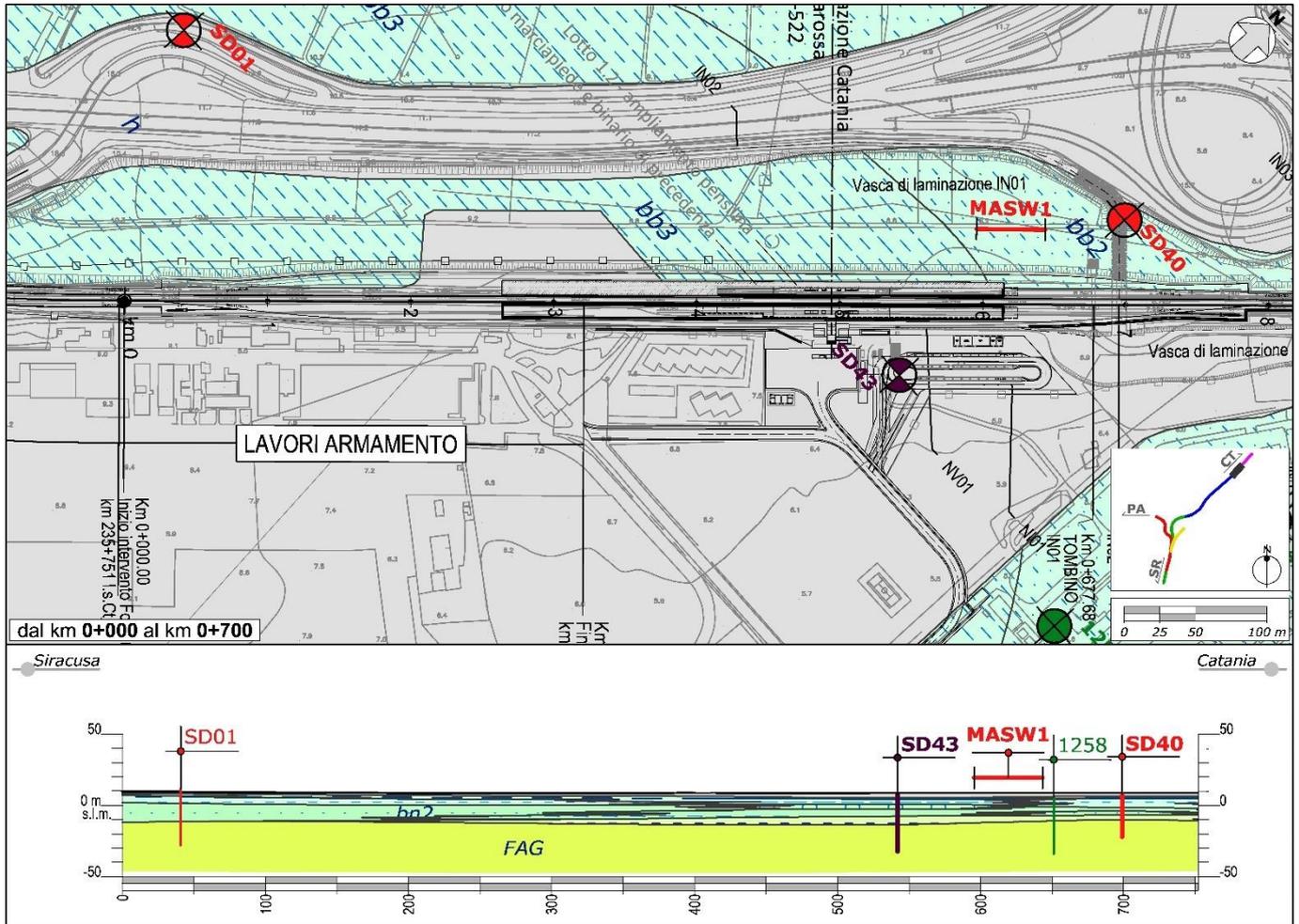


Figura 47 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: del lotto Stazione di Fontanarossa (km 0+000-0+700).

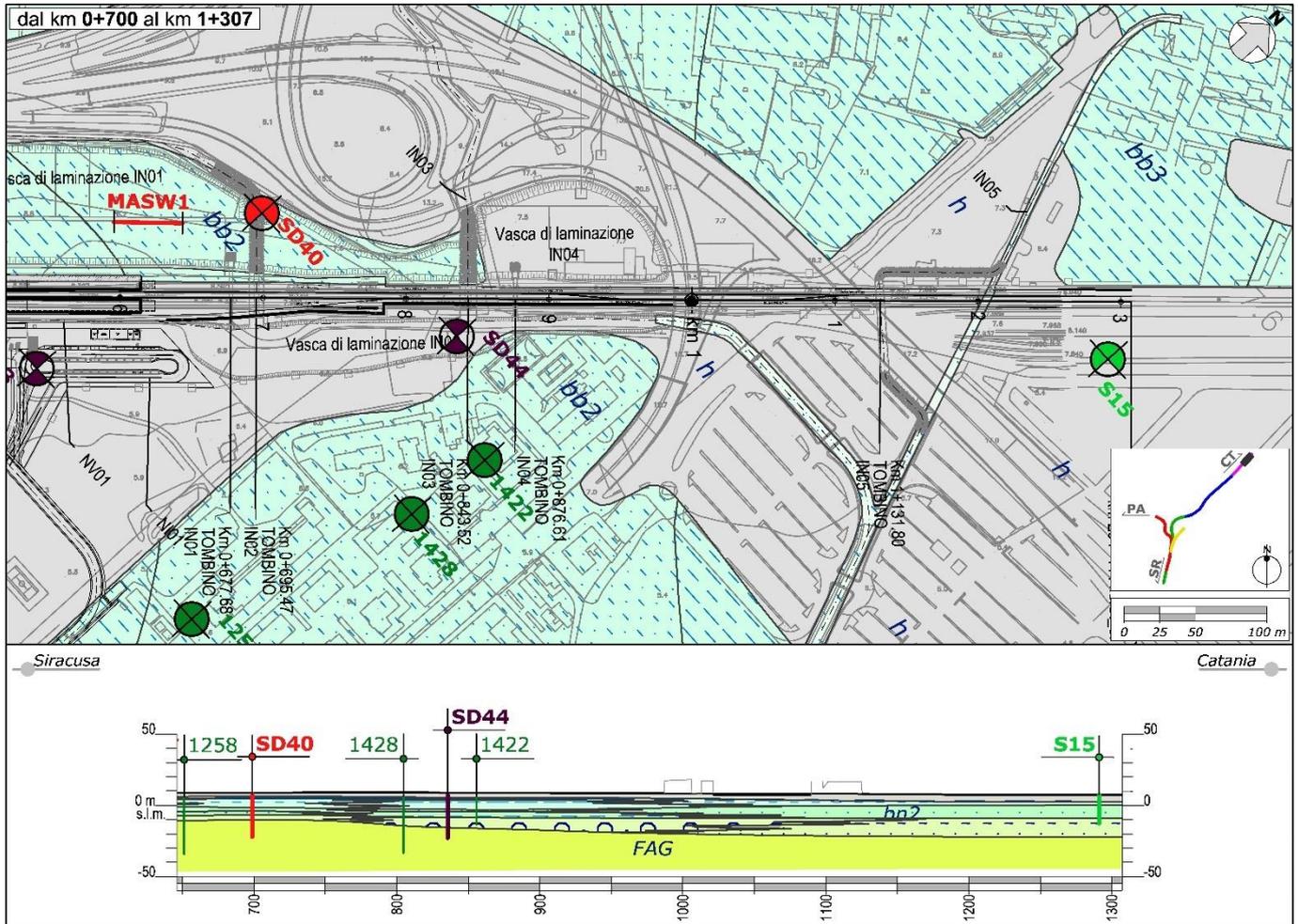


Figura 48 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: del lotto Stazione di Fontanarossa (km 0+700-1+307).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, non sono presenti dati diretti di monitoraggio piezometrico. Ad ogni modo, le ricostruzioni idrogeologiche effettuate e i dati bibliografici disponibili evidenziano la possibile presenza di una estesa falda freatica all'interno dei terreni alluvionali recenti, a quote assolute variabili tra 3.6 e 6.5 m s.l.m..

15.2 Lotto 2

Nel lotto 2 sono previsti i seguenti interventi: Interramento linea Palermo-Catania, Fascio A/P 1° fase, Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci, Terminal merci (1° fase) e la Bretella Catania-Siracusa

Di seguito vengono descritti i tratti interessati dalla realizzazione di nuove opere, a meno dei settori denominati Fascio A/P 1° Fase e Terminal merci (1° fase) che prevedono unicamente il riutilizzo e l'adeguamento impiantistico delle infrastrutture ferroviarie esistenti.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 142 di 167

15.2.1 Interramento linea Palermo-Catania

Il tratto in esame relativo all'“Interramento linea Palermo-Catania” si sviluppa nel settore centro-settentrionale dell'area di studio, ad ovest dell'aeroporto di Catania, per circa 2+703.56 km da sud-ovest a nord-est, tra la tratta “Bretella Catania-Siracusa” a sud e la “Stazione di Fontanarossa” a nord.

15.2.1.1 Tratto km 0+000 ÷ 0+900

Questo tratto si colloca nel settore più meridionale dell'“Interramento linea Palermo-Catania”. Le opere in progetto prevedono quindi la realizzazione di un tracciato ferroviario parzialmente interrato, con piano ferro posto a quote comprese tra 11.2 e 19.3 m s.l.m..

Il tracciato interessa per gran parte del suo sviluppo i terreni limoso-argillosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb3**), che presentano uno spessore variabile tra 1.3 e 7.5 m circa. Tali depositi risultano in eteropia laterale e verticale con i terreni sabbioso-limosi della medesima unità (**bb2**), con una potenza modesta variabile tra 2.3 m e 10.6 m. Tali depositi sono diffusamente ricoperti dai Riperti antropici attuali (**h**) e poggiano sui terreni limoso-argillosi dei Depositi alluvionali antichi (**bn3**), che mostrano invece uno spessore variabile tra circa 19.3 e 29.3 m, con lenti di terreni ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi limosi dei Depositi alluvionali antichi (**bn1** e **bn2**). Il substrato geologico dell'area è rappresentato dai litotipi della Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinvencono a profondità decrescenti verso nord-est e comunque superiori ai 26.9 m dal p.c..

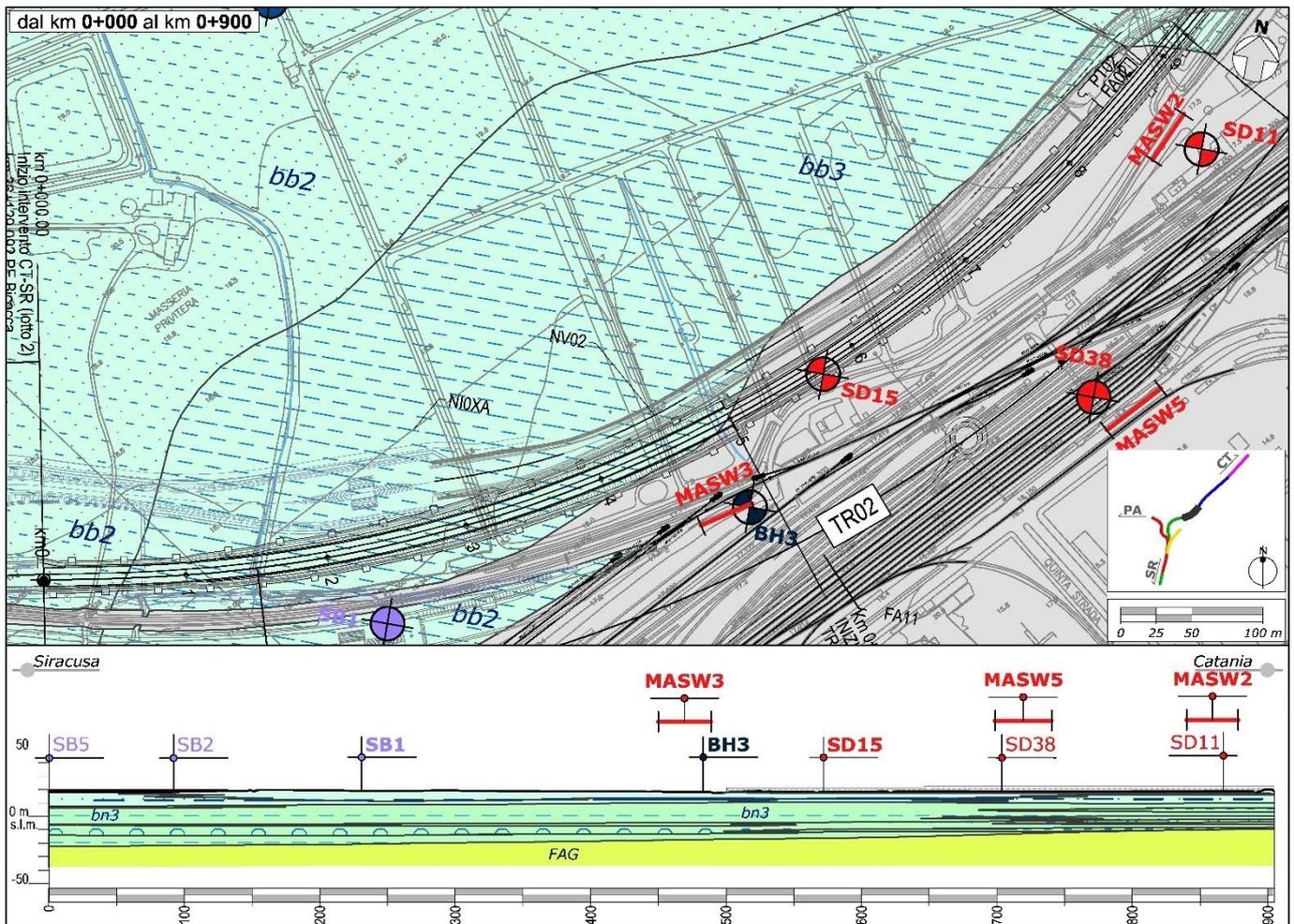


Figura 49 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: settore sud-occidentale Interramento linea Palermo-Catania (km 0+000-0+900).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, i dati diretti di monitoraggio piezometrico e i dati bibliografici disponibili evidenziano la presenza di una estesa falda freatica all'interno dei terreni alluvionali recenti, posta a quote assolute variabili tra 10.6 e 11.9 m s.l.m..

15.2.1.2 Tratto km 0+900 ÷ 1+800

Il tratto in esame si colloca nel settore centrale dell'“Interramento linea Palermo-Catania”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario interrato posto tra 1.1 e 10.7 m circa dall'attuale piano campagna, con piano ferro posto a quote comprese tra 4.5 e 10.8 m s.l.m..

Questo tratto è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbioso-gliaiosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) con lenti di terreno limoso-argilloso dei Depositi alluvionali recenti (**bb3**), con uno spessore complessivo variabile tra 1.1 e 7.8 m. Tali depositi sono diffusamente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle tre distinte facies dei Depositi alluvionali antichi (**bn1**, **bn2** e **bn3**), che presentano

uno spessore massimo di circa 19.5 m. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (FAG), che si rinviene ad una profondità superiore ai 20 m dal p.c..

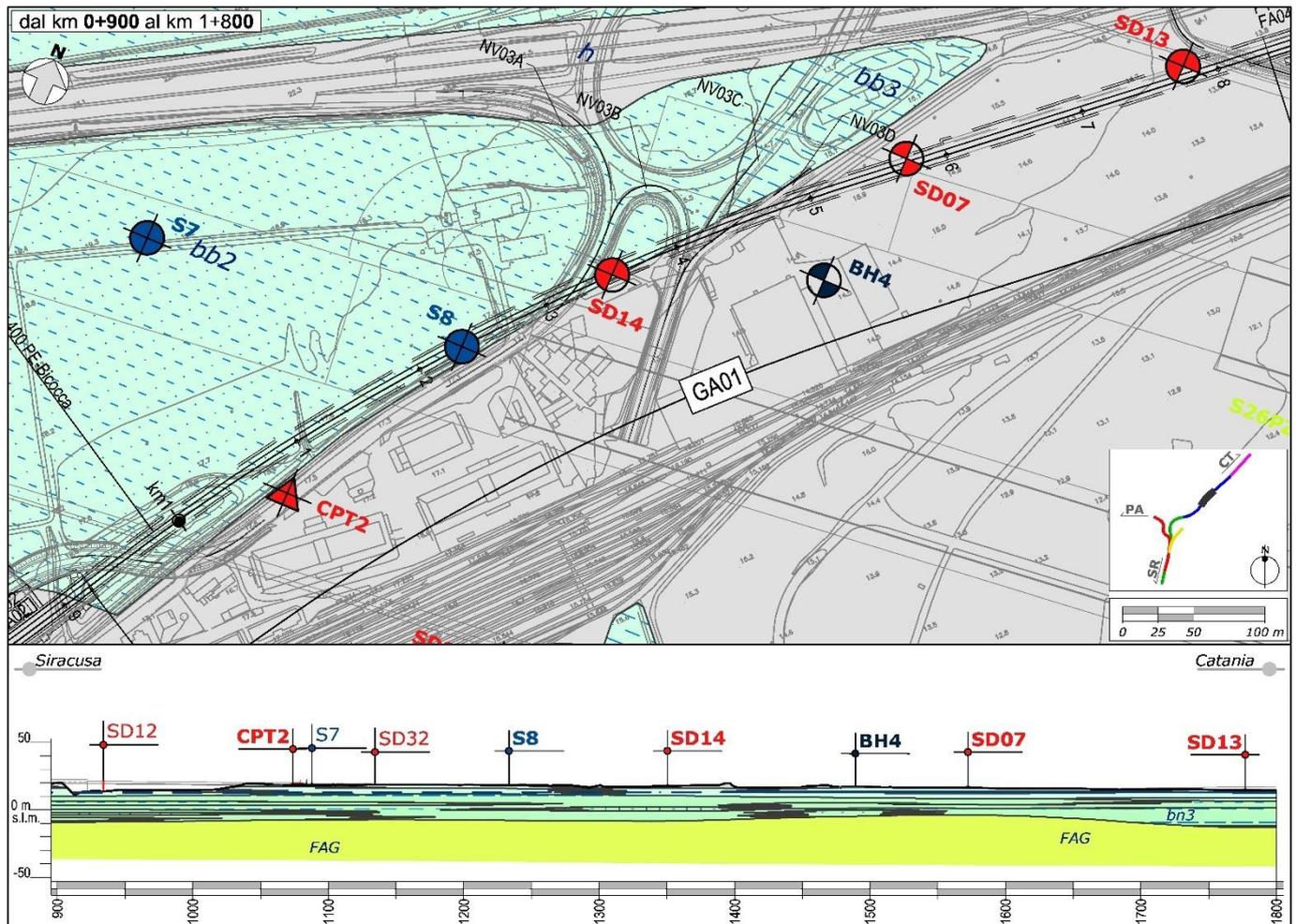


Figura 50 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: settore centrale Interramento linea Palermo-Catania (km 0+900-1+800).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, i dati diretti di monitoraggio piezometrico e i dati bibliografici disponibili evidenziano la presenza di una estesa falda freatica all'interno dei terreni alluvionali recenti, a quote assolute variabili tra 11.6 e 12.9 m s.l.m..

15.2.1.3 Tratto km 1+800 ÷ 2+703.56

Il tratto in esame si colloca nel settore più settentrionale dell'“Interramento linea Palermo-Catania”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario interrato nel tratto iniziale, con piano ferro posto a quote comprese tra 6.6 e 11.9 m s.l.m..

L'assetto litostratigrafico locale è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) con lenti di terreno limoso-argilloso dei Depositi alluvionali recenti (**bb3**), con uno spessore

complessivo variabile tra 4.4 e 8.1 m. Tali depositi sono diffusamente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi qui costituiti da terreni ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), limoso-sabbiosi (**bn2**) e argilloso-limosi (**bn3**), con uno spessore massimo di circa 25.3 m. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinviene ad una profondità superiore ai 24 m dal p.c..

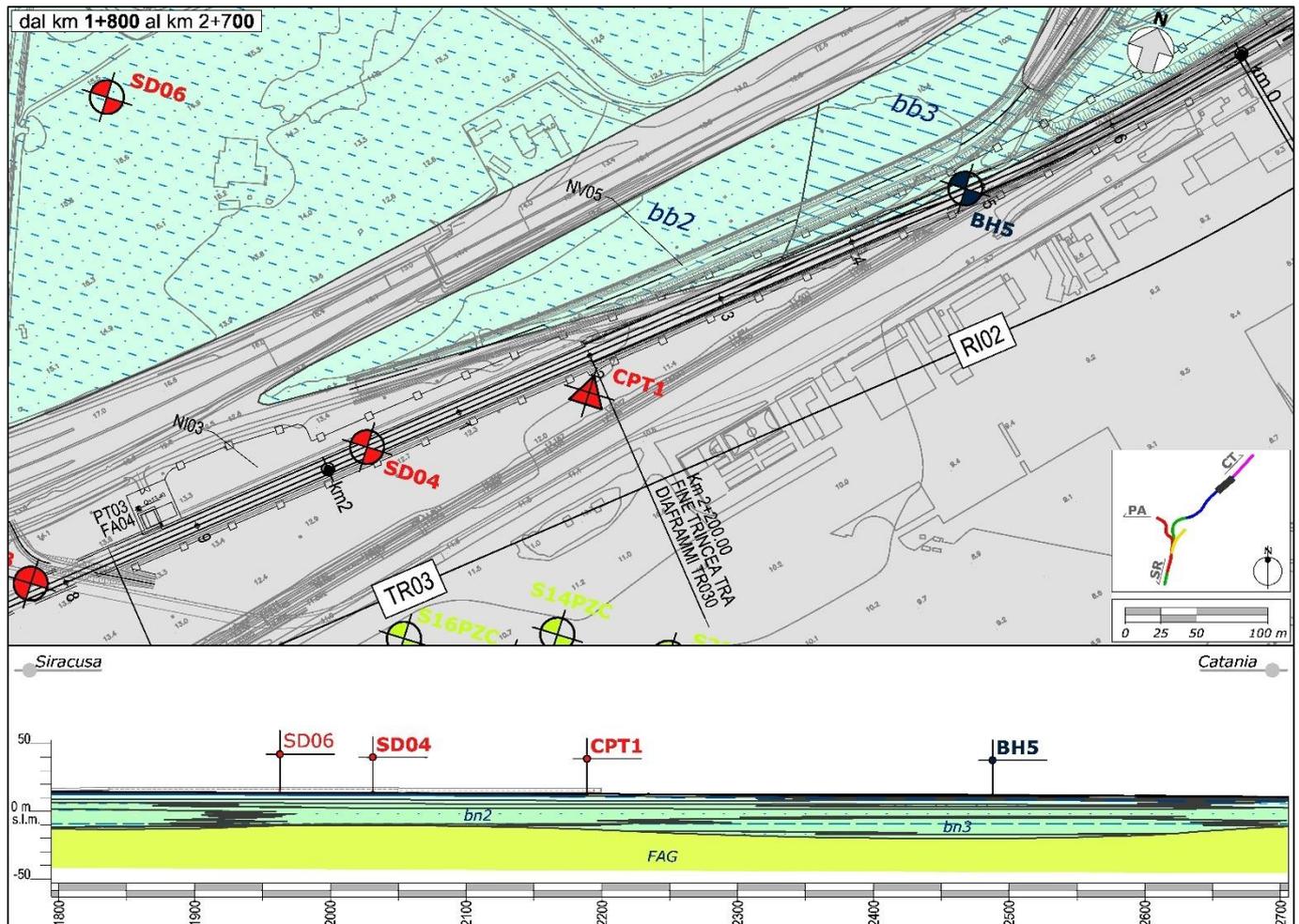


Figura 51 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: settore nord-orientale Interramento linea Palermo-Catania (km 1+800-2+700).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici, infine i dati diretti di monitoraggio piezometrico e i dati bibliografici disponibili evidenziano la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (**bb**), con superficie piezometrica mediamente compresa tra 6.4 e 11.6 m circa s.l.m..

15.2.2 Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci

Il tratto in esame relativo al "Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merci" si sviluppa nel settore meridionale dell'area di studio, ad ovest della zona industriale di Catania, per circa 1+150 km da sud a nord-est, dalla tratta "Bretella Catania-Siracusa".

15.2.2.1 Tratto km 0+000 ÷ 1+150

Questo tratto interessa interamente il tracciato “Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merçi”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 11.2 e 14.4 m s.l.m..

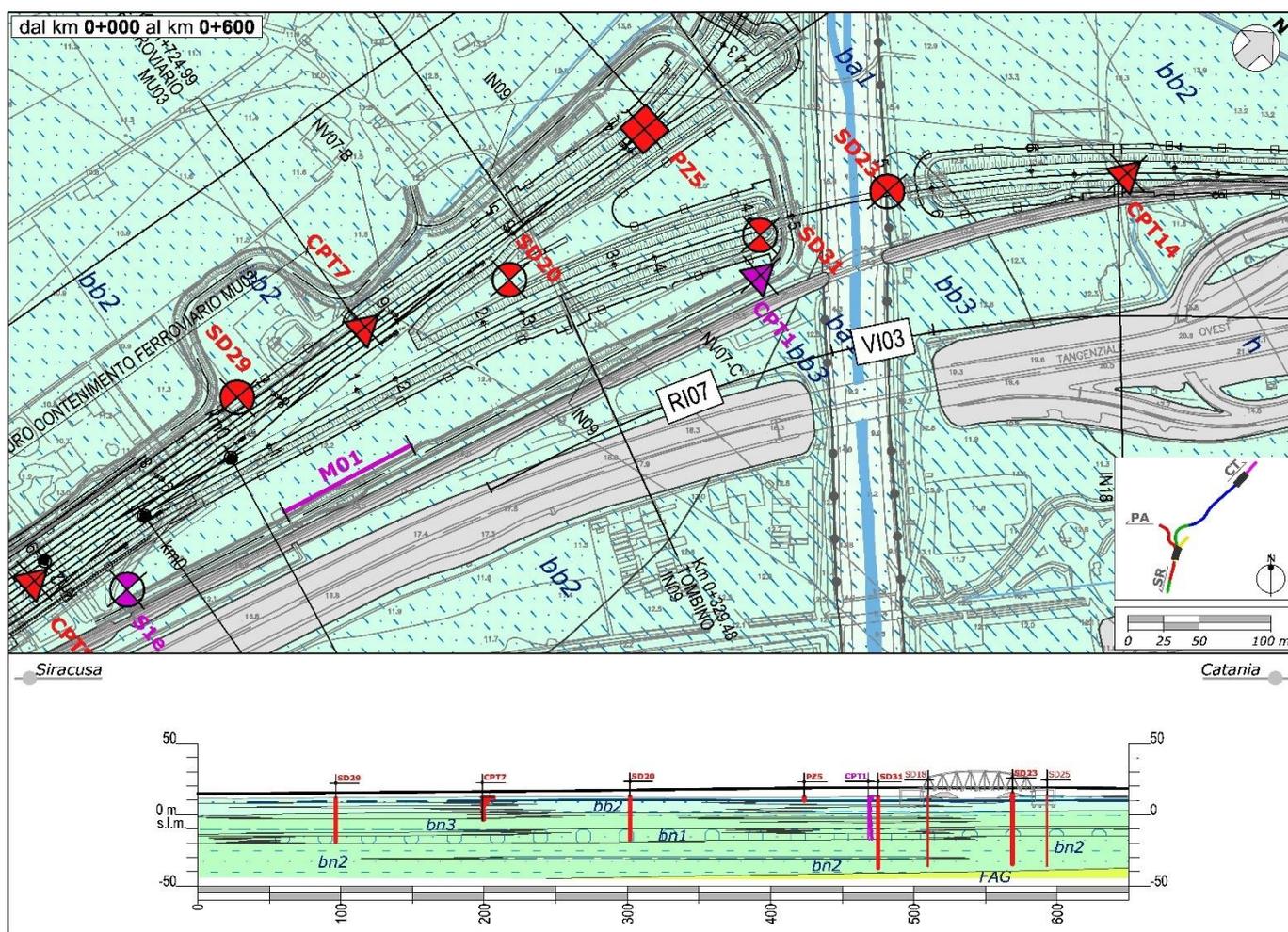


Figura 52 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratta Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merçi (km 0+000-0+600).

Dal punto di vista litostratigrafico si rinvencono i Depositi alluvionali recenti rappresenti principalmente da terreni sabbioso-limosi (**bb2**) e nel tratto iniziale e centrale da terreni limoso-argillosi (**bb3**), in eteropia tra loro. In corrispondenza di Canale Buttaceto si rinvencono Depositi alluvionali attuali in facies sabbioso-limoso (**ba1**), con uno spessore e una estensione limitata. Tali depositi sono localmente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi, con uno spessore superiore ai 36 m, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinviene ad una profondità decrescente verso nord-ovest e superiore ai 45 m dal p.c..

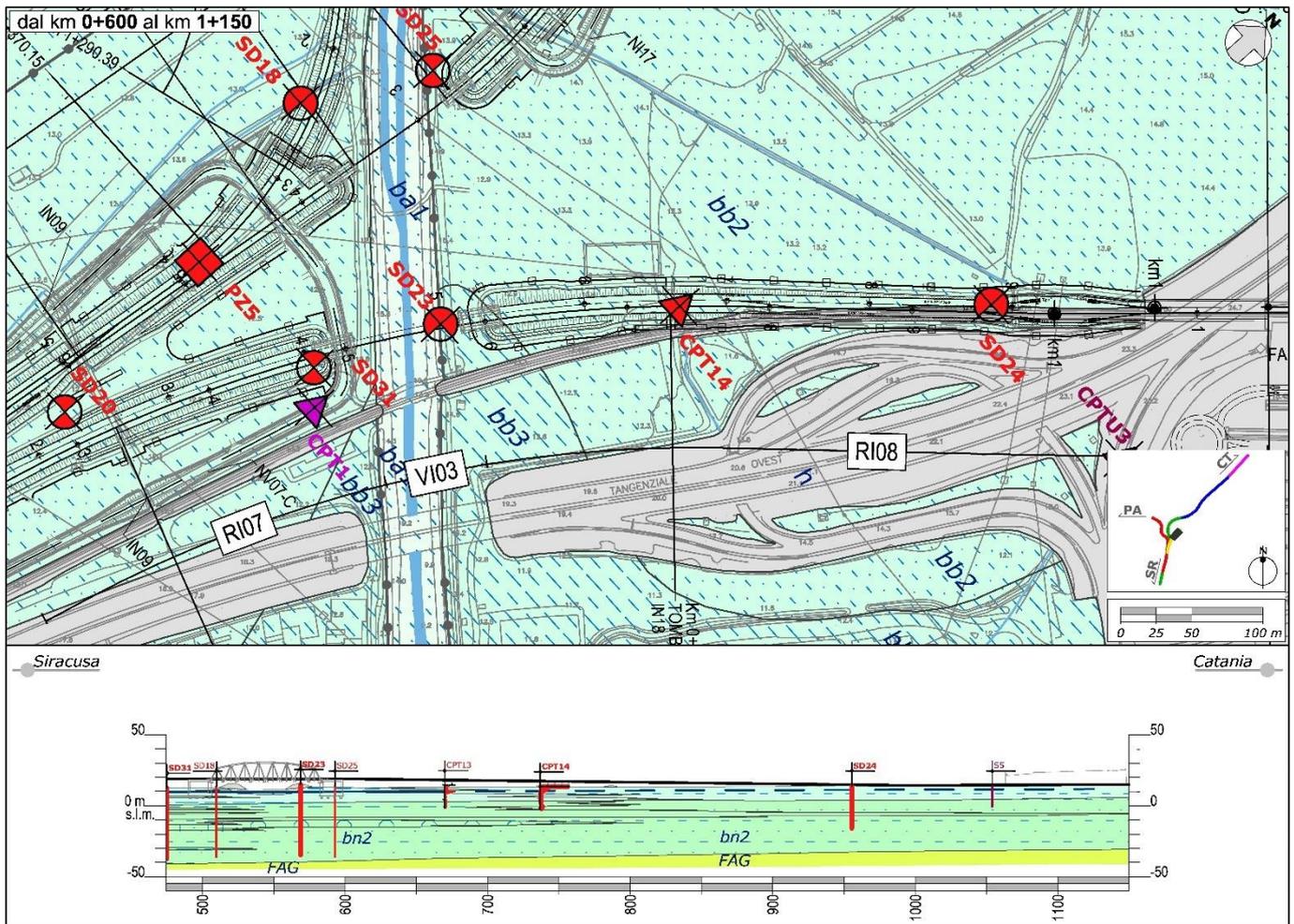


Figura 53 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratta Collegamento dal fascio A/P al Terminal Merici (km 0+600-1+150).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici, infine i dati diretti di monitoraggio piezometrico e i dati bibliografici disponibili evidenziano la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (bb), con superficie piezometrica compresa tra 8.7 e 11.8 m circa s.l.m..

15.2.3 Bretella Catania-Siracusa

Il tratto in esame relativo al "Bretella Catania-Siracusa" si sviluppa nel settore meridionale dell'area di studio, ad ovest della zona industriale di Catania, per circa 3+370 km da SSW a NE, fino al "Interramento linea Palermo-Catania" a nord.

15.2.3.1 Tratto km 0+000 ÷ 1+100

Tale tratto interessa la porzione più meridionale del tracciato "Bretella Catania-Siracusa". Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 14.7 e 19.3 m s.l.m..

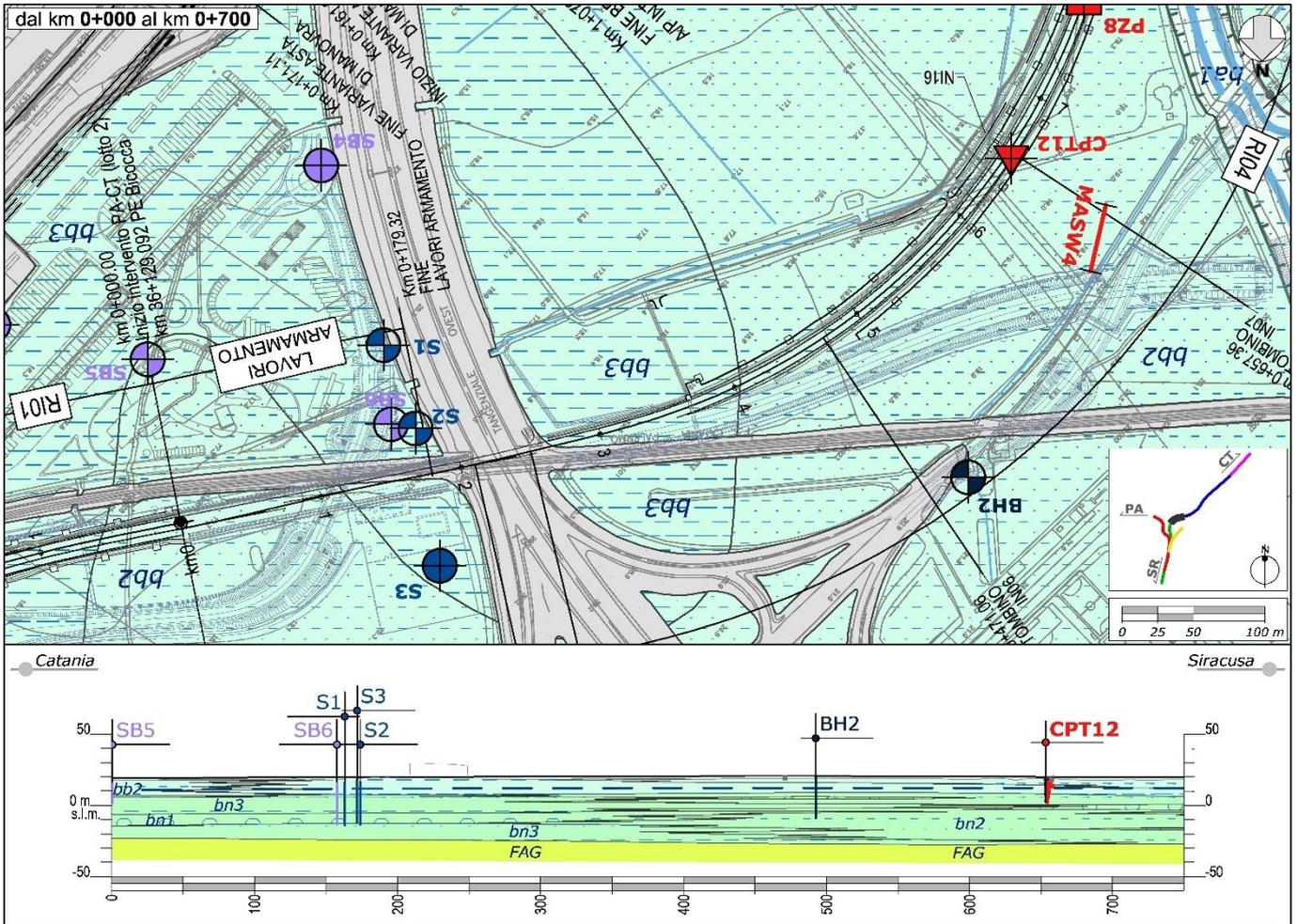


Figura 54 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto meridionale della Bretella Catania-Siracusa (km 0+000-0+700).

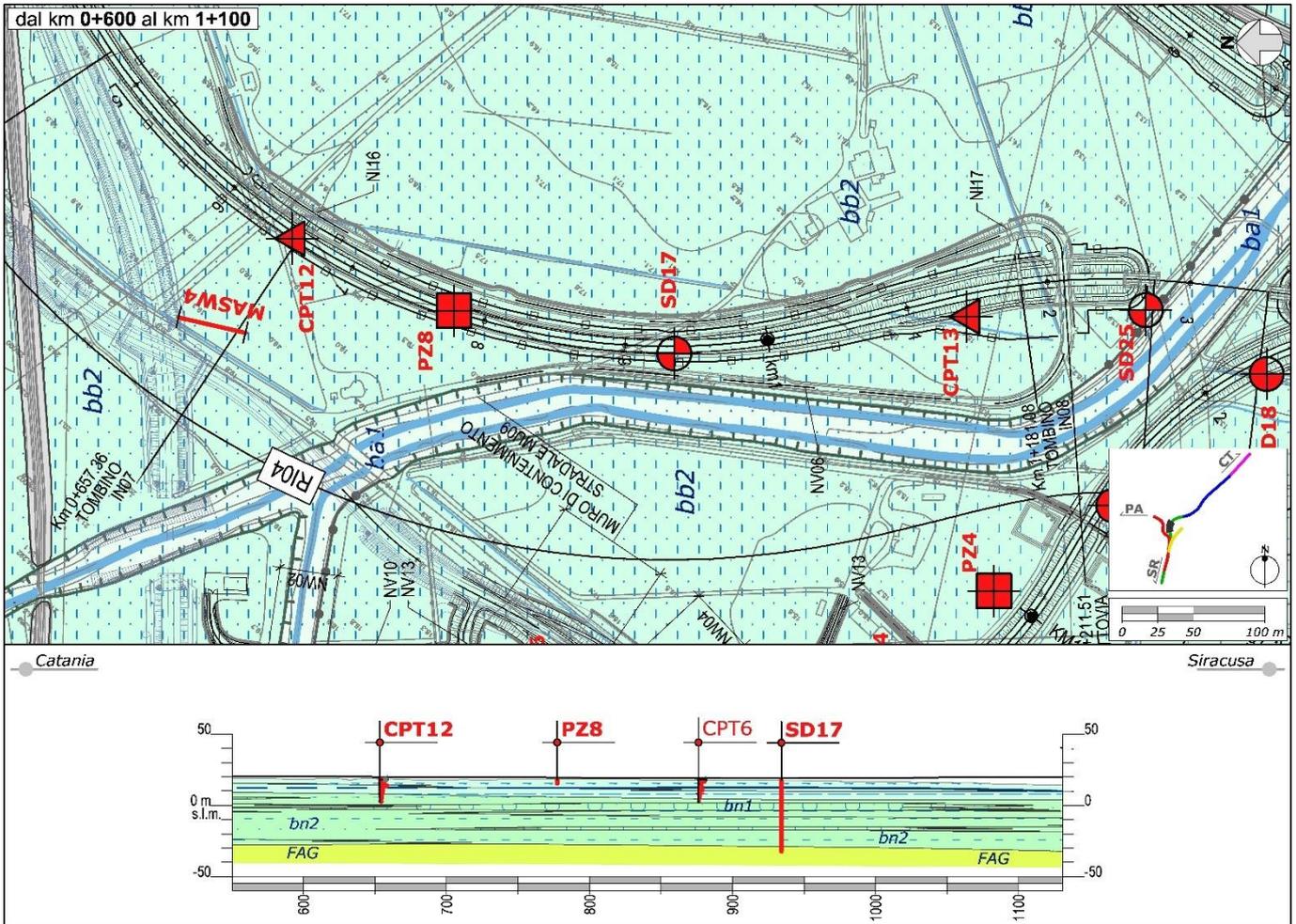


Figura 55 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto meridionale della Bretella Catania-Siracusa (km 0+600-1+100).

Dal punto di vista geologico, il tracciato in esame interessa per tutto il suo sviluppo i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) in eteropia con i terreni limoso-argillosi (**bb3**). Tali depositi poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi, con uno spessore variabile tra 30 e 36.6 m, crescente verso i settori settentrionali, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinviene ad una profondità decrescente verso nord e superiore ai 41.4 m dal p.c..

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici, infine, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (**bb**), con superficie piezometrica mediamente compresa tra 10.7 e 12.5 m circa s.l.m..

15.2.3.2 Tratto km 1+100 ÷ 2+200

Questo tratto interessa la porzione centrale del tracciato “Bretella Catania-Siracusa”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 11.9 e 15.8 m s.l.m..

Anche in questo settore il tracciato in esame interessa per tutto il suo sviluppo i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) in eteropia con i terreni limoso-argillosi (**bb3**). In corrispondenza di Canale Buttaceto si rinvencono Depositi alluvionali attuali in facies sabbioso-limosa (**ba1**), con uno spessore e una estensione limitata. Tali depositi sono localmente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi, con uno spessore superiore ai 36 m, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro. Il substrato geologico dell’area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinviene ad una profondità decrescente verso nord-ovest e superiore ai 46.5 m dal p.c..

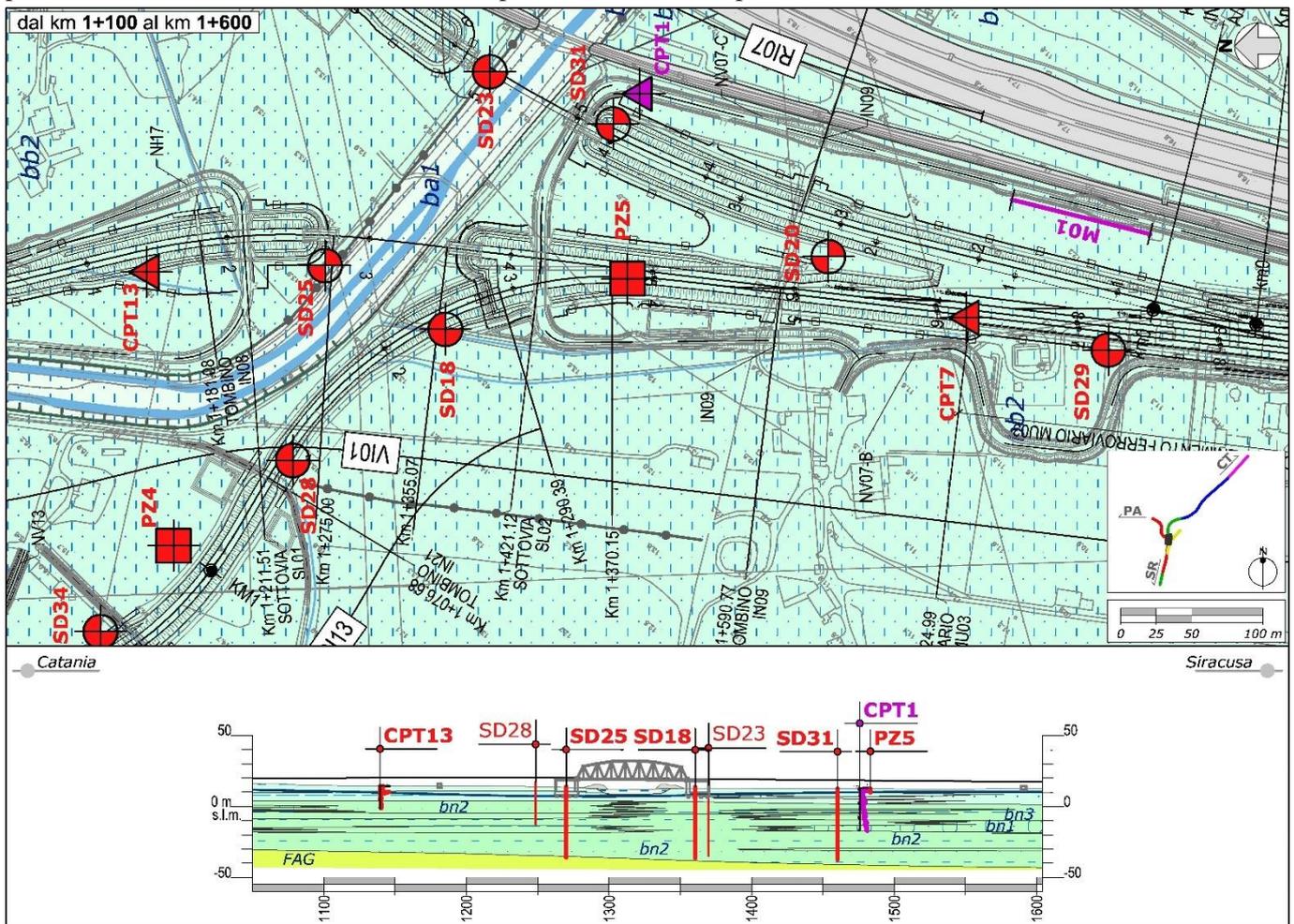


Figura 56 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto centrale della Bretella Catania-Siracusa (km 1+100-1+600).

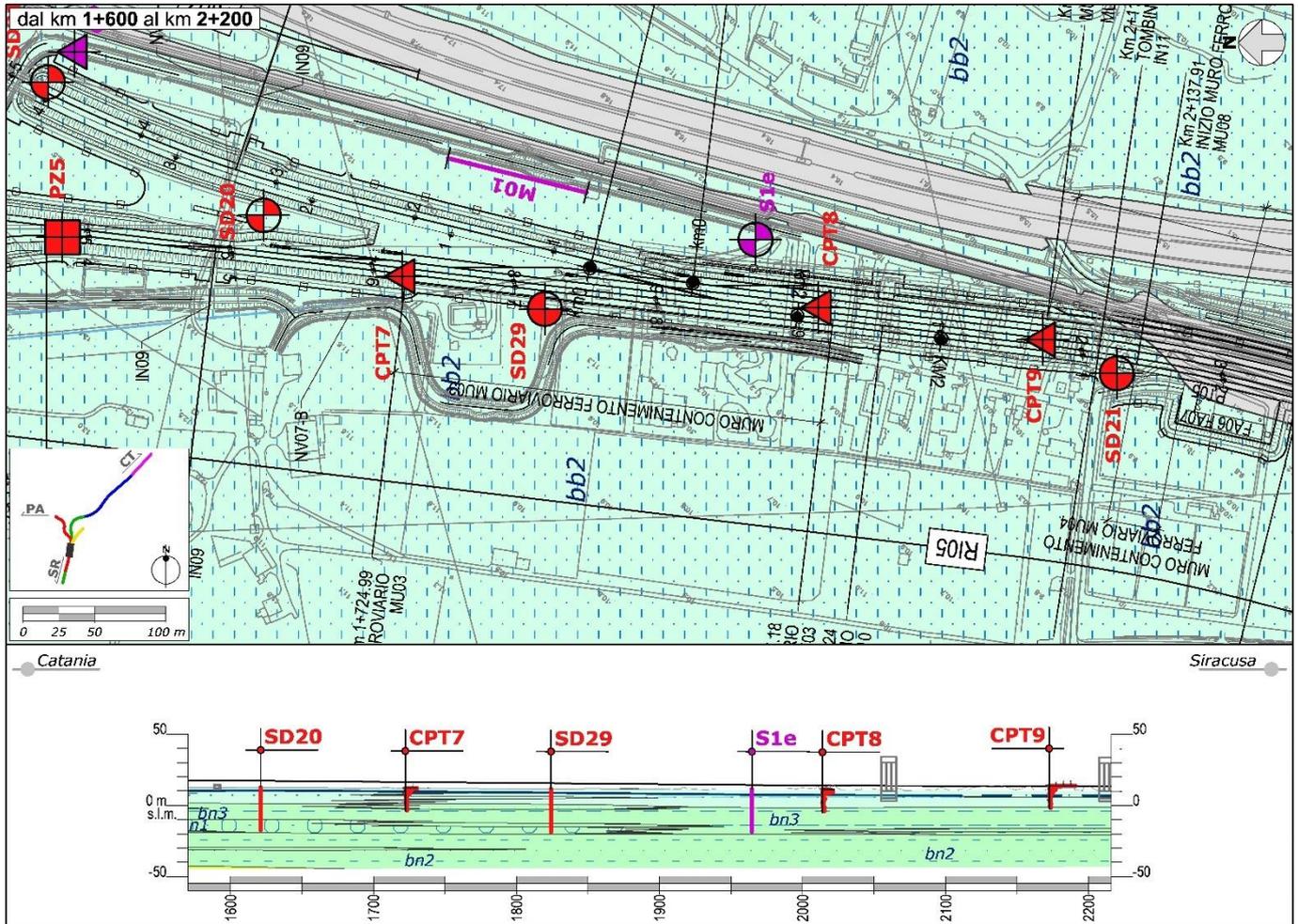


Figura 57 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto centrale della Bretella Catania-Siracusa (km 1+600-2+200).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, a meno dell'attraversamento del Canale Buttaceto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, i dati diretti di monitoraggio piezometrico e i dati bibliografici disponibili evidenziano la presenza di una estesa falda freatica all'interno dei terreni alluvionali recenti, a quote assolute variabili tra 6.4 e 10.5 m s.l.m., inferiori in corrispondenza dell'alveo del Canale Buttaceto.

15.2.3.3 Tratto km 2+200 ÷ 3+370

Il tratto in esame interessa la porzione settentrionale del tracciato "Bretella Catania-Siracusa". Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 7.1 e 11.7 m s.l.m..

Dal punto di vista geologico il tracciato in esame interessa per tutto il suo sviluppo principalmente i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) in eteropia con i terreni limoso-argillosi (**bb3**). Tali depositi sono localmente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sui

Depositi alluvionali antichi, con uno spessore superiore ai 36 m, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro.

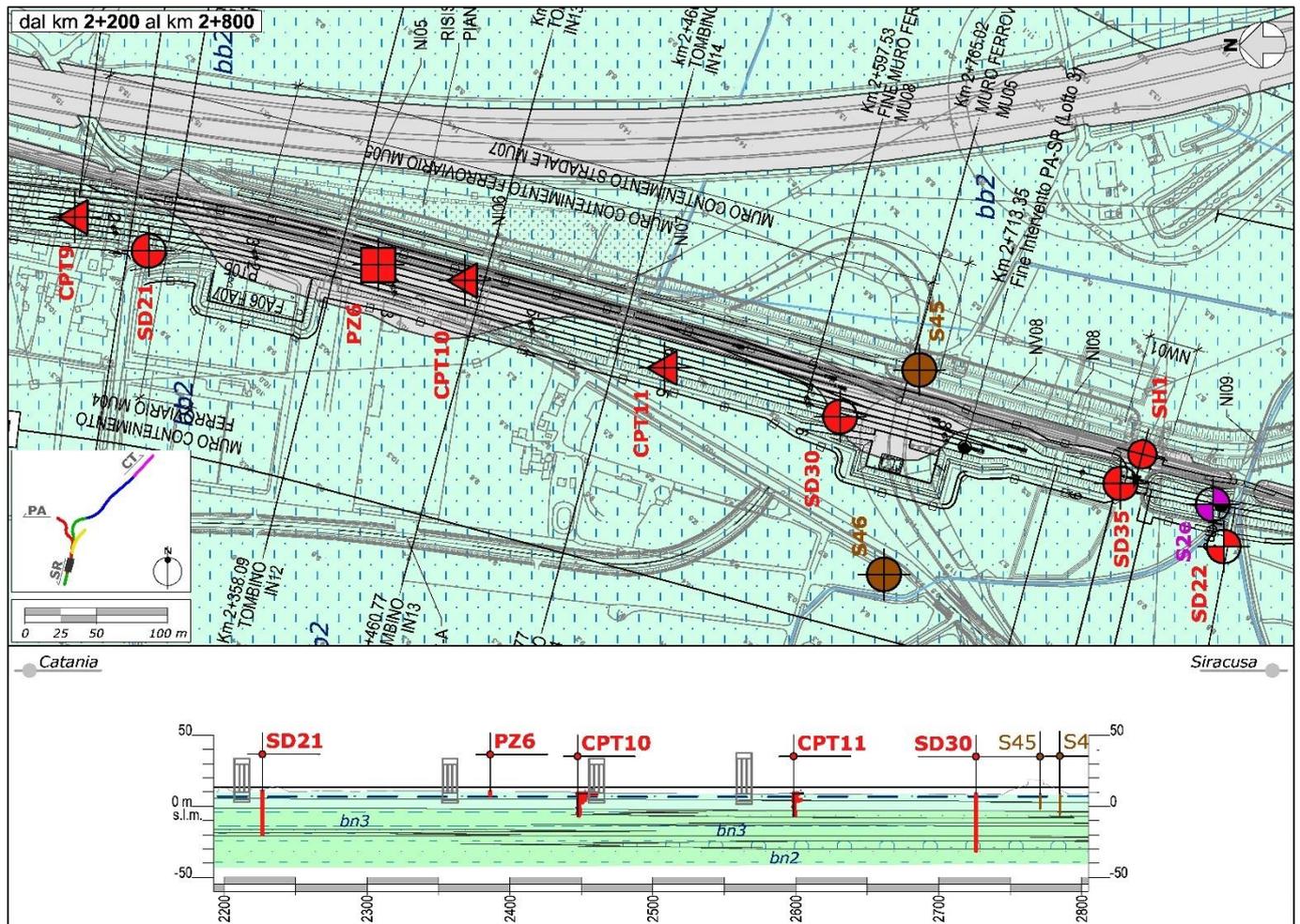


Figura 58 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto settentrionale della Bretella Catania-Siracusa (km 2+200-2+800).

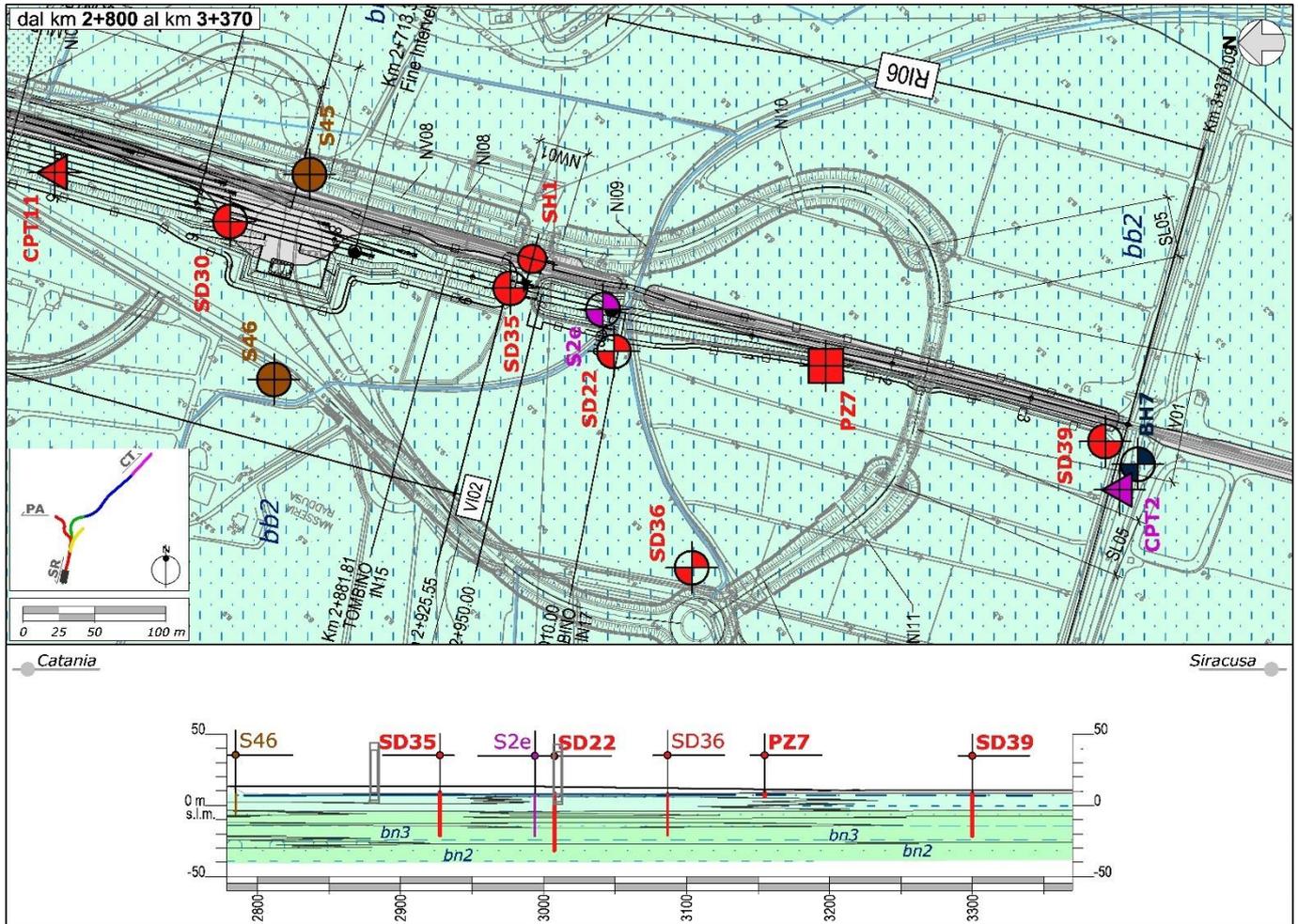


Figura 59 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto settentrionale della Bretella Catania-Siracusa (km 2+800-3+370).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici, infine, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (**bb**), con superficie piezometrica prossima al piano campagna e mediamente compresa tra 6.8 e 7.4 m circa s.l.m..

15.3 Lotto 3

Il lotto 3 comprende i seguenti interventi specifici: Bretella Palermo-Siracusa, Fascio A/P 2° fase, Terminal merci 2° fase.

Di seguito vengono descritti i tratti interessati dalla realizzazione di nuove opere, a meno dei settori denominati Fascio A/P 2° Fase e Terminal merci (2° fase) che prevedono unicamente il riutilizzo e l'adeguamento impiantistico delle infrastrutture ferroviarie esistenti.

15.3.1 Bretella Palermo-Siracusa

Il tratto in esame relativo al “Bretella Palermo-Siracusa” si sviluppa nel settore sud-occidentale dell’area di studio, ad ovest della zona industriale di Catania, per circa 2+713 km da NW a S, fino alla “Bretella Catania-Siracusa” a sud.

15.3.1.1 Tratto km 0+000 ÷ 1+450

Tale tratto interessa la porzione più occidentale del tracciato “Bretella Palermo-Siracusa”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 12.5 e 23.5 m s.l.m..

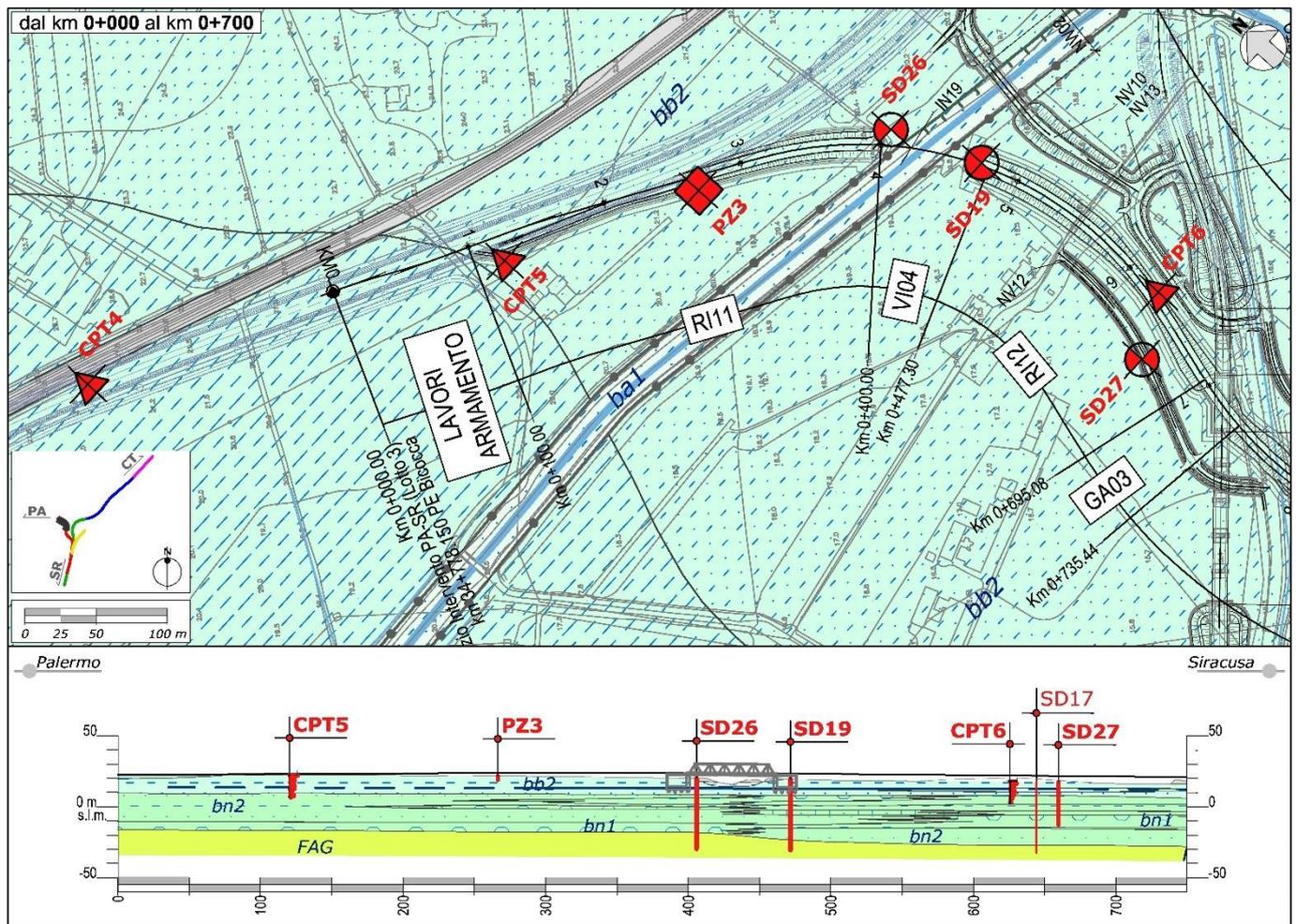


Figura 60 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto occidentale della Bretella Palermo-Siracusa (km 0+000-0+700).

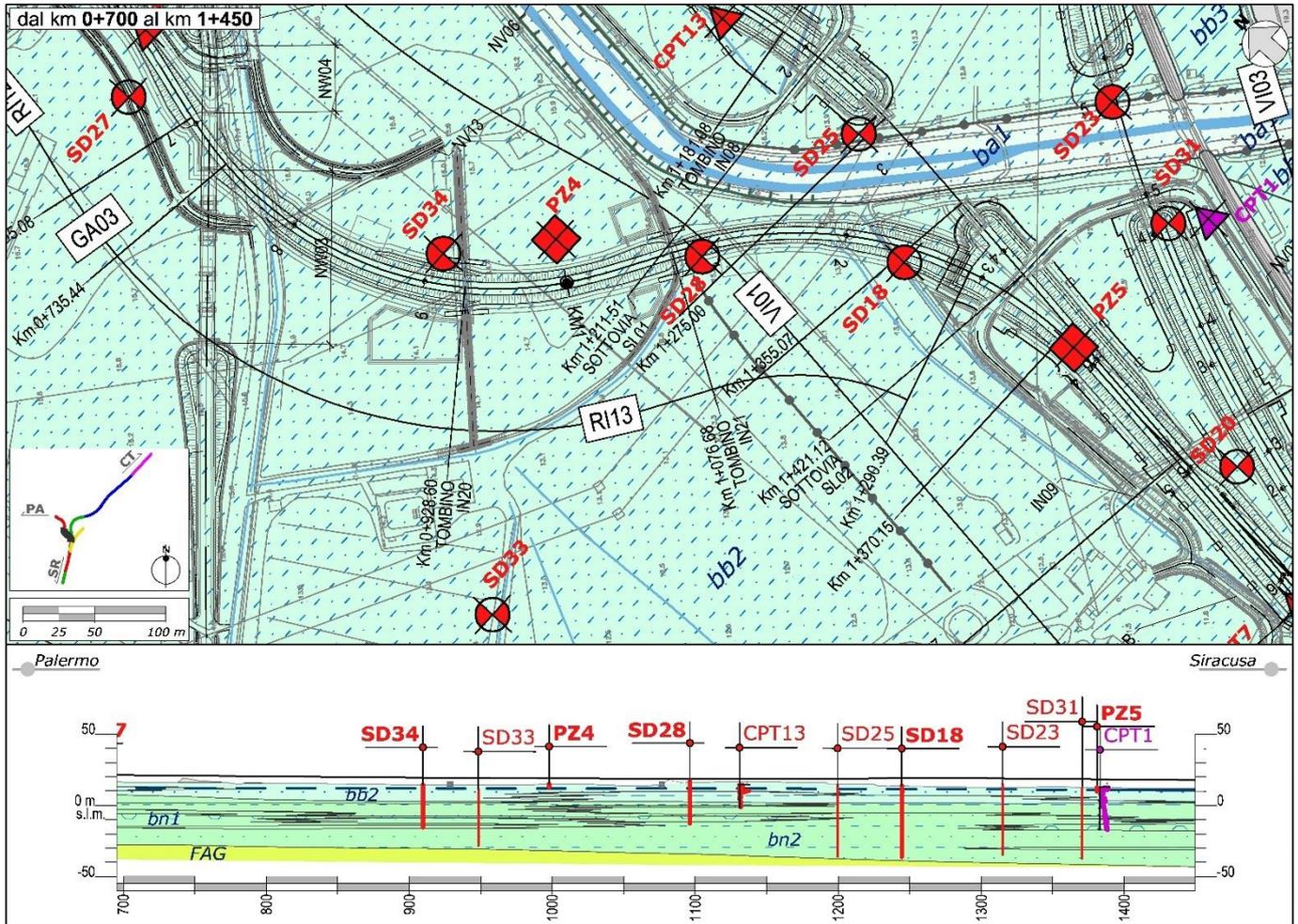


Figura 61 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto occidentale della Bretella Palermo-Siracusa (km 0+700-1+450).

Dal punto di vista geologico, il tracciato in esame interessa per tutto il suo sviluppo i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) in eteropia con i terreni limoso-argillosi (**bb3**). Tali depositi poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi, con uno spessore variabile tra 25.7 e 44.0 m, crescente verso i settori meridionali, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre (**FAG**), che si rinviene ad una profondità crescente verso nord-ovest e superiore ai 38.1 m dal p.c..

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici, infine, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (**bb**), con superficie piezometrica mediamente compresa tra 10.7 e 11.9 m circa s.l.m..

15.3.1.2 Tratto km 1+450 ÷ 2+713

Questo tratto interessa la porzione sud-orientale del tracciato “Bretella Palermo-Siracusa”. Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un tracciato ferroviario in rilevato, con piano campagna posto a quote comprese tra 11.9 e 15.8 m s.l.m..

Anche in questo settore il tracciato in esame interessa per tutto il suo sviluppo i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali recenti (**bb2**) in eteropia con i terreni limoso-argillosi (**bb3**). Tali depositi sono localmente ricoperti dai Riporti antropici attuali (**h**) e poggiano in contatto stratigrafico discordante sui Depositi alluvionali antichi, con uno spessore superiore ai 45 m, composti da depositi ghiaioso-sabbiosi (**bn1**), sabbioso-limosi (**bn2**) e limoso-argillosi (**bn3**) parzialmente eteropici tra loro.

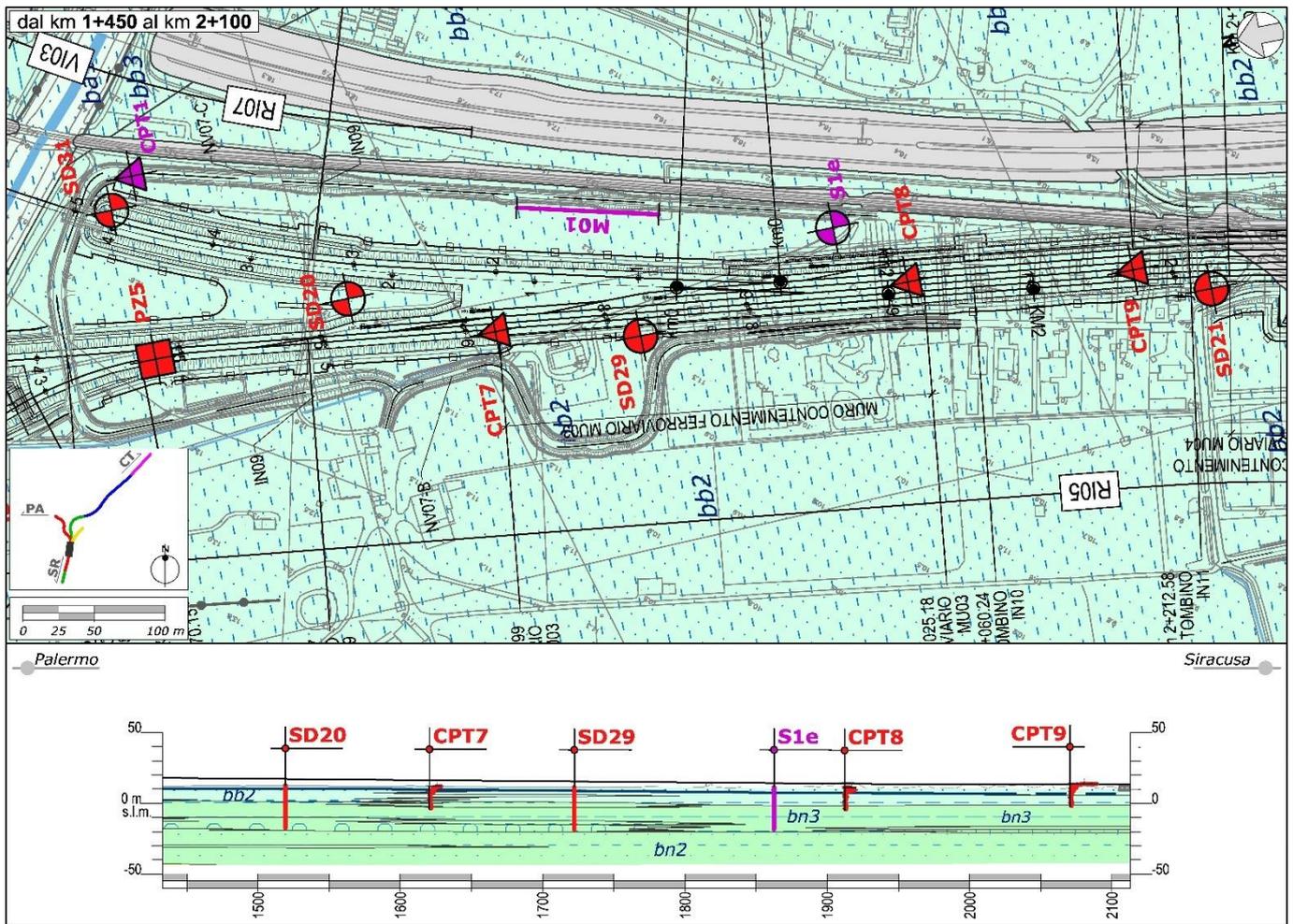


Figura 62 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto sud-orientale della Bretella Palermo-Siracusa (km 1+450-2+100).

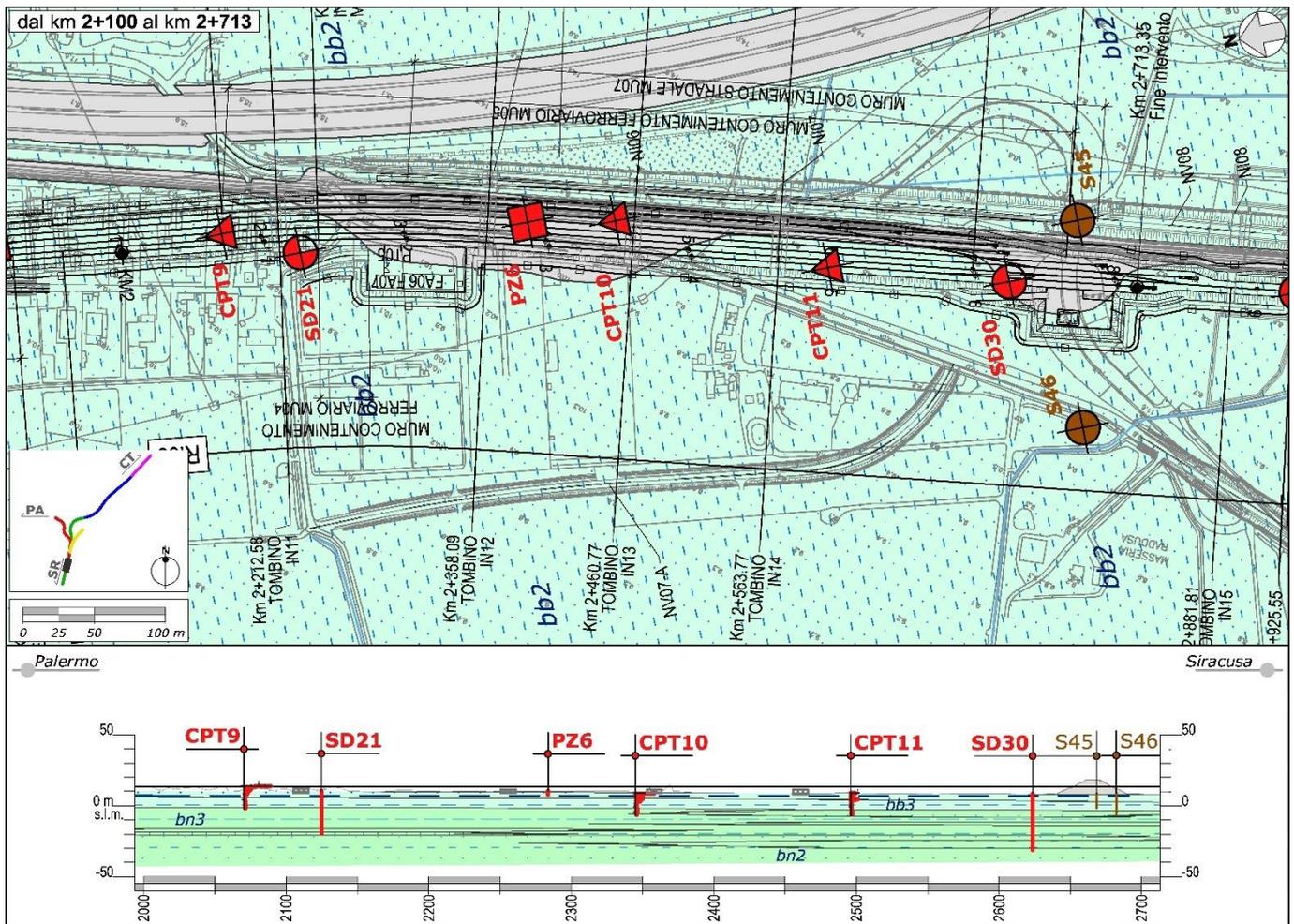


Figura 63 - Stralcio della Carta geologica e profilo geologico: tratto sud-orientale della Bretella Palermo-Siracusa (km 2+100-2+713).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del fondovalle (**bb**), con superficie piezometrica mediamente compresa tra 7.1 e 10.5 m circa s.l.m..

16 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV., 1979. Carta geologica del Monte Etna, scala 1:50000. L.A.C., Firenze.

Amodio-Morelli L., Bonari G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippoliti F., Liguori V., Lorenzini S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzini E., Zuppata A., 1976. L'arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico-Maghrebide. *Memorie della Società Geologica Italiana* 17: 1-60.

Amore C., Giuffrida E., 1985. L'influenza dell'interrimento dei bacini artificiali del F. Simeto sul litorale del Golfo di Catania. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 103: 731-753.

APAT, 2007. Rapporto sulle frane in Italia: il Progetto IFFI. Metodologia, risultati e rapporti regionali. *Rapporti APAT* 78: 681.

Argnani A., Bonazzi C., 2005. Malta Escarpment fault zone offshore eastern Sicily: Pliocene-Quaternary tectonic evolution based on new multichannel seismic data. *Tectonics* 24: doi:10.1029/2004TC001656.

Ascione A., Cinque A., 1999. Progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili" - Faglie attive in Italia Meridionale - U.R. Università di Napoli G.N.D.T. Internet site.

Atkinson J., 1997. *Geotecnica. Meccanica delle terre e fondazioni*. McGraw-Hill, Milano.

Azzaro R., 1999. Earthquake surface faulting at Mount Etna volcano, Sicily) and implications for active tectonics. *Journal of Geodynamics* 28: 193-213.

Baratta M., 1901. *I terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni, Bologna.

Barbano M.S., Bottari A., Carveni P., Cosentino M., Federico B., Fonte G., Lo Giudice E., Lombardo G., Patanè G., 1979. Macroseismic study of the Gulf of Patti earthquake in the geostructural frame of NE Sicily. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 98: 155-174.

Barbano M.S., Rigano R., Cosentino M., Lombardo G., 2001. Seismic history and hazard in some localities of south-eastern Sicily. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* 42: 107-120.

Bello M., Franchino A., Merlini S., 2000. Structural model of Eastern Sicily. *Memorie della Società Geologica Italiana* 55: 61-70.

Bianca M., Monaco C., Tortorici L., Cernobori L., 1999. Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake. *Geophysical Journal International* 139: 370-394.

Bianchi F., Carbone S., Grasso M., Invernizzi G., Lentini F., Longaretti G., Merlini S., Mostardini F., 1987. Sicilia orientale: profilo geologico Nebrodi-Iblei. *Memorie della Società Geologica Italiana* 38: 429-458.

Bonardi G., Cello G., Perrone V., Tortorici L., Turco E., Zuppata A., 1982. The evolution of the northern sector of the Calabria-Peloritani arc in a semiquantitative palynspastic restoration. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 101: 259-284.

Bonardi G., Giunta G., Liguori V., Perrone V., Russo M., Zuppata A., 1976. Schema geologico dei Monti Peloritani. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 95:1-26.

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA</p> <p>INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>00</td> <td>D69RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>B</td> <td>159 di 167</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	159 di 167
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	159 di 167								

Boschi E., Guidoboni E., 2001. Catania: Terremoti e Lave dal mondo antico alla fine del Novecento. INGV-SGA, Editrice Compositori, Bologna: 207-216.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., 1997. Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980. ING-SGA, Bologna.

Bosellini A., Mutti E., Ricci Lucchi F., 1989. Rocce e successioni sedimentarie. Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Branca S., Coltelli M., GropPELLI G., 2004. Geological evolution of Etna Volcano. In: Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds), Mt Etna Volcano Laboratory, AGU-Geophysical monograph series 143: 49-63.

Branca S., Coltelli M., GropPELLI G., Pasquarè G., 2009. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 625, Acireale. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Branca S., Ferrara V., 2001. An Example of river patten evolution produced during the lateral growth of a central polygenic volcano: the case of the Alcantara river system, Mt. Etna (Italy). *Catena* 45/2: 85-102.

Broquet P., 2016. Sicily in its Mediterranean geological frame. *Boletìn Geològico y Minero* 127: 547-562.

Bruschi A., 2010. Prove geotecniche in situ. Guida alla stima delle proprietà geotecniche e alla loro applicazione alle fondazioni. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Butler R.W.H., Grasso M., 1993. Tectonic controls on base-level variations and depositional sequences within thrust-top and foredeep basins: examples from the Neogene thrust belt of central Sicily. *Basin Research* 5: 137-151.

Calvari S., GropPELLI G., 1996. Relevance of the Chiancone volcanoclastic deposits in the recent history of Etna Volcano (Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 72: 239-258.

Calvari S., Tanner L.H., GropPELLI G., 1998. Debris-avalanche deposits of the Milo Lahar sequence and opening of the Valle del Bove on Etna Volcano, Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 87: 193-209.

Calvari S., Tanner L.H., GropPELLI G., Norini G., 2004. Valle del Bove, Eastern flank of Etna Volcano: a comprehensive model for the opening of the depression and implications for future hazards. In: Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds), Mt Etna Volcano Laboratory. AGU-Geophysical monograph series 143: 65-75.

Camassi R., Stucchi M., 1996. Un catalogo parametrico dei terremoti in area italiana al di sopra della soglia del danno. Rapporto tecnico CNR-GNDT: 1-86, Milano.

Carbone S., 2011. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 641, Augusta. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Carbone S., Grasso M., Lentini F., 1982. Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal Cretacico al Quaternario. *Memorie della Società Geologica Italiana* 24: 362-386.

Carbone S., Grasso M., Lentini F., 2009. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 634, Catania. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Carbone S., Lentini F., Branca S., 2010. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 633, Paternò. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	160 di 167

Carbone S., Messina A., Lentini F., 2007. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 601, Messina-Reggio Calabria. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Casadio M., Elmi C., 1999. Il manuale del geologo. Pitagora Editrice, Bologna.

Casati P., 1991. Scienze della terra. Città Studi Edizioni.

Castiglioni G.B., 1991. Geomorfologia (seconda edizione). Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Catalano R., Di Stefano P., Sulli A., Vitale F.P., 1996. Paleogeography and structure of the central Mediterranean: Sicily and its offshore area. *Tectonophysics* 260: 291-323.

Catalano S., Corsaro R.A., Marino M., 2009. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 613, Taormina. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Catalano S., De Guidi G., Romagnoli G., Torrisi S., Tortorici G., Tortorici L. 2007. The migration of plate boundaries in SE Sicily: influence on the large-scale kinematic model of the African Promontory in Southern Italy. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto. 2007.12.003.

Catalano S., Torrisi S., Ferlito C., 2004. The relationship between Late Quaternary deformation and volcanism of Mt. Etna (eastern Sicily): new evidence from the sedimentary substratum in the Catania region. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 132: 311-334.

Celico P., 1986. Prospezioni idrogeologiche. Liguori Editore, Napoli.

Cello G., Tortorici L., Martini N., Paltrinieri W., 1989. Structural styles in the frontal zones of the Southern Apennines, Italy: an example from the Molise district. *Tectonics* 8: 753-768.

Channell J.E.T., Catalano R., D'Argenio B., 1980. Paleomagnetism and deformation of the Mesozoic continental margin in Sicily. *Tectonophysics* 61: 391-407.

Channell J.E.T., Oldow J., Catalano R., D'Argenio B., 1990. Paleomagnetically Determined Rotations in the Western Sicilian Fold and Thrust Belt. *Tectonics* 9: 641-660.

Chester D.K., Duncan A.M., 1982. The interaction of volcanic activity in Quaternary times up on the evolution of the Alcantara and Simeto rivers (Mt. Etna, Sicily). *Catena* 6: 293-315.

Clocchiatti R., Schiano P., Ottolini L., Bottazzi P., 1998. Earlier alkaline and transitional magmatic pulsation of Mt. Etna Volcano. *Earth and Planetary Science Letters* 163: 399-407.

Coltelli M., Del Carlo P., Vezzoli L., 1998. The discovery of a Plinian basaltic eruption of Roman age at Etna volcano (Italy). *Geology* 26: 1095-1098.

Coltelli M., Del Carlo P., Vezzoli L., 2000. Stratigraphic constraints for explosive activity in the last 100 ka at Etna volcano, Italy. *Geology* 26: 1095-1098.

Comune di Catania, 2011. Carta Idrogeologica. Assessorato all'urbanistica - Direzione urbanistica e gestione del territorio 3.

Corsaro R.A., Cristofolini R., 1997. Geology geochemistry and mineral chemistry of tholeiitic to transitional Etnan magmas. *Acta Vulcanology* 9: 55-66.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	161 di 167

Corsaro R.A., Pompilio M., 2004. Dynamics of magmas at Mount Etna. In: Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds), Mt Etna Volcano Laboratory, AGU-Geophysical monograph series, 143, 91-110.

Cremonini G., 1994. Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche. Pitagora Editrice, Bologna.

Cristofolini R., Romano R., 1982. Petrologic features of the Etnean volcanic rocks. Memorie della Società Geologica Italiana 23: 99-115.

D'Orazio M., Tonarini S., Innocenti F., Pompilio M., 1997. The northern valle del Bove volcanic succession (Mt. Etna, Sicily): petrography, geochemistry and Sr-Nd isotope data. Acta Vulcanologica 9: 69-79.

De Beni E., 2004. Indagine stratigrafico-strutturale del basso versante sud-orientale del Monte Etna ed applicazione del metodo di datazione $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ per la definizione delle principali fasi evolutive del vulcano. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Catania.

De Beni E., Wijbrans J.R., Branca S., Coltelli M., GropPELLI G., 2005. New results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating constrain the timing of transition from fissure-type to central volcanism at Mount Etna (Italy). Terra Nova 17: 292-298.

De Rita D., Frazzetta G., Romano R., 1991. The Biancavilla-Montalto Ignimbrite (Etna, Sicily). Bulletin of Volcanology 53: 121-131.

Del Carlo P., Branca S., 1998. Tephrostratigraphic dating of the pre-1300 A.D. SE flank eruption of Mt. Etna. Acta Vulcanologica 10: 33, 37.

Del Carlo P., Vezzoli L., Coltelli M., 2004. Last 100 ka tephrostratigraphic record of Mount Etna. In: Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds), Mt. Etna Volcano Laboratory". AGU-Geophysical monograph series 143: 77-89.

Di Geronimo I., Ghisetti F., Lentini F., Vezzani L., 1978. Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale. Memorie della Società Geologica Italiana 19: 543-549.

Di Grande A., Grasso M., Lentini F., Scamarda G., 1976. Facies e stratigrafia dei depositi pliocenici tra Leoforte e Centuripe, Sicilia centro-orientale). Bollettino della Società Geologica Italiana 95: 1319-1345.

Di Stefano A., Branca S., 2002. Long-term uplift rate of the Etna volcano basement (southern Italy) based on biochronological data from Pleistocene sediments. Terra Nova 14: 61-68.

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.

Dogliani C., Innocenti F., Mariotti G., 2001. Why Mt Etna?. Terra Nova 13: 25-31.

Dramis F., Bisci C., 1997. Cartografia geomorfologica, Manuale di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del territorio. Pitagora Editrice, Bologna.

Ellis M., King G., 1991. Structural control of flank volcanism in continental rifts. Science 254: 839-842.

Elter P., Grasso M., Parotto M., Vezzini L., 2003. Structural setting of the Apennine-Maghrebian thrust belt. Episodes 26: 205-211.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

Faccioli E., Paolucci R., 2005. Elementi di sismologia applicata all'ingegneria. Pitagora Editrice, Bologna.

Ferrara F., 1991. Evoluzione vulcanologica e strutturale del Monte Etna e suoi rapporti con il vulcanismo ibleo. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Milano.

Ferrara F., 1994. Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero vulcanico dell'Etna. Scala 1:50000. S.EL.CA., Firenze.

Ferrara V., 1975. Idrogeologia del versante orientale dell'Etna. Atti del 3° Convegno Internazionale sulle Acque Sotterranee, Palermo: 91-144.

Ferrara V., 1990. The optional management of groundwater resources in the Peloritani Mountains area (North-East Sicily). Memories of the 22nd Congress of IAH - International Conference on Water Resources in Mountainous Regions, Lausanne.

Ferrara V., 1993. Modificazioni indotte dallo sfruttamento delle acque sotterranee nell'equilibrio idrodinamico e idrochimico dell'acquifero vulcanico dell'Etna. Memorie della Società Geologica Italiana 47: 619-630.

Ferrara V., 1998. Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della piana di Catania (Sicilia NE). In: Protezione e gestione delle Acque Sotterranee per il III millennio (Atti 3° Convegno Nazionale), Scala 1:50000, S.EL.CA., Firenze.

Ferrara V., 1999. Presentazione della carta di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania, Sicilia NE). Atti 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio 1: 1.99-1.104, CNR-GNDCI, Parma.

Ferrara V., 2001. Carta idrogeologica del massiccio vulcanico dell'Etna. S.EL.C.A., Firenze.

Ferrara V., Pappalardo G., 2004. Intensive exploitation effects on the alluvional aquifer of the Catania plain, Eastern Sicily, Italy). Geophysical International 43: 671-681.

Ferrara V., Pappalardo G., 2008. La carta idrogeologica del massiccio vulcanico dell'Etna come utile strumento per la gestione razionale delle risorse idriche sotterranee. Italian Journal of Engineering Geology and Environment spec. issue 1: 77-89.

Ferrara V., Pennisi A., 1995. Lo sviluppo urbano nell'area metropolitana di Catania ed i conseguenti problemi di protezione delle acque sotterranee. Atti 2° Convegno Nazionale Protezione e gestione delle acque sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (MO), 17-19 Maggio 1995. Quaderni Geologia Applicata: 1.193-1.198.

Finetti I. R., 2005. The Calabrian Arc and subducting Ionian slab from new CROP seismic data. in: I. R. Finetti (ed.), CROP Project: deep seismic exploration of the Central Mediterranean and Italy, Elsevier.

Finetti I., Lentini F., Carbone S., Catalano S., Del Ben A., 1996. Il Sistema Appennino Meridionale - Arco Calabro - Sicilia nel Mediterraneo Centrale: Studio Geologico-Geofisico. Bollettino della Società Geologica Italiana 115: 529-559.

Finetti I., Lentini F., Carbone S., Del Ben A., Di Stefano A., Forlin E., Guarnieri P., Pipan M., Prizzon A., 2005. Geological outline of Sicily and lithospheric tectono-dynamics of its Tyrrhenian Margin from new CROP seismic data. In: Finetti I.R. (ed), CROP Deep Seismic exploration of the Mediterranean Region, Spec. Vol. Elsevier 15: 319-376.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	163 di 167

Galadini F., Meletti C., Vittori E., 2000. Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie. Risultati del progetto 5.1.2. "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili", CNE Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma: 1-30.

Gemmellaro C., 1849. Saggio di Storia fisica di Catania. Atti della Accademia Gioenia di scienza naturali di Catania 5: 91-268.

Gemmellaro C., 1858. La vulcanologia dell'Etna. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania 14-16: 266.

Ghisetti F., Vezzani L., 1984. Thin-skinned deformations of the western Sicily thrust belt and relationships with crustal shortening: Mesosstructural data on the Mt. Kumeta-Alcantara Fault Zone and relates structurea. Bollettino della Società geologica Italiana 103: 129-157.

Gillot P-Y., Kieffer G., Romano R., 1994. The evolution of Mount Etna in the light of Potassium-argon dating. Acta Vulcanologica 5: 81-87.

Gonzalez de Vallejo L.I., 2005. Geoingegneria. Pearson Education Italia, Milano.

Gresta S., Bella D., Musumeci C., Carveni P., 1997. Some efforts on active faulting processes, earthquake and aseismic creep) acting on the eastern flank of Mt. Etna (Sicily). Acta Vulcanologica 9: 101-107.

Hallam A., 1985. Interpretazione delle facies e stratigrafia. Pitagora Editrice, Bologna.

ISPRA, 2009. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 634, Catania. Servizio Geologico d'Italia.

ITHACA Working Group, 2019. ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>. ISPRA Geological Survey of Italy.

Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S., Sato H., 1982. Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods. Proceedings 3rd International Conference on

Jacques E., Monaco C., Tapponier P., Tortorici L., Winter T., 2001. Faulting and earthquake triggering during the 1783 Calabria seismic sequence. Geophysical Journal International 147: 499-516.

Juang C.H., Elton D.J., 1991. Use of fuzzy sets for liquefaction susceptibility zonation. Proceedings of the Fourth seismic zonation 2: 629-636.

Kieffer G., 1971. Dépôts et niveaux marines et fluviatiles de la région de Catanae (Sicile). Mediterranee 5-6: 591-626.

Microzonation, Seattle, USA. 1319-1330.

Klerkx J., 1968. Etude géologique et pétrologique de la Valle del Bove, Etna). Phd thesis, Université de Liège.

Lambe T.W., Whitman R.V., 1997. Meccanica dei terreni. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Lancellotta R., 2004. Geotecnica (terza edizione). Zanichelli Editore, Bologna.

Lanzafame G., Leonardi A., Neri M., 1999. Retroricoprimento medio-pleistocenico di Argille Scagliose a Serra San Biagio (Sicilia orientale): evidenze stratigrafiche e tettoniche. Rendiconti Fisic Lincei 10: 63-80.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 164 di 167

Lanzafame G., Neri M., Coltelli M., Lodato L., Rust D., 1997. North-South compression in the Mt. Etna region (Sicily): spatial and temporal distribution. *Acta Vulcanologica* 9: 121-133.

Lanzo G., Silvestri F., 1999. Risposta sismica locale. Teoria ed esperienze. Hevelius Edizioni, Benevento.

Lavecchia G., Ferrarini F., De Nardis R., Visini F., Barbano M.S., 2007b. Active thrusting as a possible seismogenic source in Sicily (Southern Italy): Some insights from integrated structural-kinematic and seismological data. *Tectonophysics* 445: 145-167.

Lavecchia G., Ferrarini F., De Nardis R., Visini F., Barbano M.S., 2007a. Seismogenic evidence of ongoing compression in eastern-central Italy and mainland Sicily: a comparison. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 126: 209-222.

Lentini F., 1982. The geology of the Mt. Etna basement. *Memorie della Società Geologica Italiana* 23: 7-25.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grasso M., 1995. Principali lineamenti strutturali della Sicilia nord-orientale. *Studi Geologici Camerti vol. spec. 1995/2*: 319-329.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grasso M., Monaco C., 1991. Presentazione della Carta Geologica della Sicilia Centro-Orientale. *Memorie della Società Geologica Italiana* 47: 145-156.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Monaco C., 1990. Tettonica a thrust neogenica nella catena appenninico-maghrebide: esempi dalla Lucania e dalla Sicilia. *Studi Geologici Camerti vol. suppl. 1990*: 19-26.

Lentini F., Carbone S., Grasso M., 1984. Carta geologica della Sicilia sud-orientale, scala 1:100.000. S.EL.CA., Firenze.

Liao S.S.C., Whitman R.V., 1986. Overburden correction factors for SPT in sand. *ASCE Journal of Geotechnical Engineering* 112: 373-377.

Lo Giudice E., 1988. Particolari aspetti del rischio sismico nell'area Etnea", *Atti del Convegno Internazionale di Studio -L'organizzazione territoriale delle aree sismiche e vulcaniche, Zafferana E., maggio 1985*: 59-85.

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A., 2021. Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Longhitano S., Colella A., 2001. Morphological and sedimentary features of Simeto delta (eastern Sicily, Italy): an example of man-altered delta system. 36th Congr. International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea, September 24-28 2001, Monte Carlo.

Longhitano S., Zanini A., 2002. Sedimentary features and morphological prediction for the modern Simeto River Delta (eastern Sicily). *The Changing Coast* 3: 245-252.

Longhitano S.G., 2002. Il delta del Fiume Simeto e la Piana di Catania: uno scigno di storia geologica recente. In: AA.VV., *Riserva Naturale Orientata Oasi del Simeto*, Edizioni Pangea: 43-98.

Lyell C., 1859. On the structures of lavas which have consolidated on steep slopes with remarks in the mode of origin of Mt. Etna and on the theory of Craters of Elevation. *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 148: 703-786.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA
PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA
A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	165 di 167

Mc Guire W.J., Pullen A.D., 1989. Location and orientation of eruptive fissures and feeder-dykes at Mount Etna; influence of gravitation and regional tectonic stress regimes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 38: 325-344.

Meletti C., Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Monaco C., 1997. Tettonica Pleistocenica nell'Area a Sud dell'Etna (Sicilia Orientale). *Il Quaternario* 10: 395-400.

Monaco C., Bianca M., Catalano S., De Guidi G., Tortorici L., 2002. Sudden change in the Late Quaternary tectonic regime in eastern Sicily: evidences from geological and geomorphological features. *Bollettino della Società Geologica Italiana* vol. spec. 1: 901-913.

Monaco C., Catalano S., Cocina O., De Guidi G., Ferlito C., Gresta S., Musumeci C., Tortorici L., 2005. Tectonic control on the eruptive dynamics at Mt. Etna volcano (eastern Sicily during the 2001 and 2002-2003 eruptions). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 144: 221-233.

Monaco C., De Guidi G., 2006. Structural evidence for Neogene rotations in the eastern Sicilian fold and thrust belt. *Journal of Structural Geology* 28: 561-574.

Monaco C., De Guidi G., Ferlito C., 2010. The Morphotectonic map of Mt. Etna. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 129: 408-428.

Monaco C., Petronio L., Romanelli M., 1995. Tettonica estensionale nel settore orientale del Monte Etna, Sicilia): dati morfotettonici e sismici. *Studi Geologici Camerti* vol. spec. 1995/2, 363-374.

Monaco C., Tapponier P., Tortorici L., Gillot P.Y., 1997. Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily). *Earth and Planetary Science Letters* 147: 125-139.

Monaco C., Tortorici L., 2000. Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily. *Journal of Geodynamics* 29: 407-424.

Monaco C., Tortorici L., Catalano S., 2000. Tectonic escape in the Sicilian mountains (western Sicily). *Memorie della Società Geologica Italiana* 55: 17-25.

Monaco C., Tortorici L., Paltrinieri W., 1998. Structural Evolution of the Lucanian Apennines, Southern Italy. *Journal of Structural Geology* 20: 617-638.

Monaco C., Tortorici L., 1999. Carta Geologica dell'Area Urbana di Catania. Scala 1:10.000. S.EL.CA., Firenze.

Morbidelli L., 2003. Le rocce e i loro costituenti. Bardi Editore, Roma.

Mostardini F., Merlini S., 1986. Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di un modello strutturale. *Memorie della Società Geologica Italiana* 35: 177-202.

Nicolich R., Laigle M., Hirn A., Cernobori L., Gallart J., 2000. Crustal structure of the Ionian margin of Sicily: Etna volcano in the frame of regional evolution. *Tectonophysics* 329, 121-139.

Obermeier S.F., 1996. Use of liquefaction-induced features for paleoseismic analysis — An overview of how seismic liquefaction features can be distinguished from other features and how their regional distribution and properties of source sediment can be used to infer the location and strength of Holocene paleo-earthquakes. *Engineering Geology* 44(1).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RS3H	LOTTO 00	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 166 di 167

Ogniben L., 1966. Lineamenti idrogeologici dell'Etna. *Rivista Mineraria Siciliana* 17: 100-102.

Ogniben L., 1969. Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Memorie della Società Geologica Italiana* 8(4): 453-763.

Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R., Sassi F.P., 1992. Carta geologica d'Italia 1:50000, Guida al Rilevamento. Quaderni serie III, 1, 203 .

Patacca E., Scandone P., Giunta G., Liguori V., 1979. Mesozoic Paleotectonic Evolution of the Ragusa Zone (Southeastern Sicily). *Geologica Romana* 18: 331–369

Patanè D., Cocina O., Falsaperla S., Privitera E., Spampinato S., 2004. Mt. Etna volcano: a seismological framework. In: Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds), *Mt Etna Volcano Laboratory*. AGU-Geophysical monograph series 143: 147-165.

Rauch A.F., 1998. Evaluating Cyclic Liquefaction Potential Using Cone Penetration Test. *Canadian Geotechnical Journal* 35: 442-459.

Regione Sicilia, 2002. Carte tematiche delle linee guida del Piano territoriale paesistico regionale. Assessorato dei Beni culturali e dell'Identità siciliana.

Regione Sicilia, 2007. Piano di tutela delle acque della Sicilia.

Ricci Lucchi F., 1980. *Sedimentologia*. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice, Bologna.

Riga G., 2007. *La liquefazione dei terreni. Analisi, valutazione, calcolo*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Rittmann A., 1973. Structure and evolution of Mount Etna. *Phil Trans. Roy. Soc. London*, 274, 5-16.

Robertson P.K., 1990. Soil classification using CPT. *Canadian Geotechnical Journal* 27(1): 151–158.

Robertson P.K., Wride C.E., 1998. Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal* 35: 442-459.

Romano R., 1982. Succession of the volcanic activity in the Etnean area. *Memorie della Società Geologica Italiana* 23: 75-97.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A., 2021. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15)*, versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Scandone P., Giunta G., Liguori V., 1974. The connection between the Apulia and Sahara continental margins in the Southern Apennines and in Sicily. *Memorie della Società Geologica Italiana* 13: 317-323.

Scandone P., Patacca E., Rodoicic R., Ryan W.B.F., Cita M.B., Rawason M., Cherzar H., Miller E., Mckenzie J., Rossi S., 1981. Mesozoic and Cenozoic rocks from Malta Escarpment, Central Mediterranean). *A.A.P.G. Bulletin*, 65, 1299-1319.

Schmincke H.U., Behencke B., Grasso M., Raffi S., 1997. Evolution of the northwestern Iblean Mountains, Sicily: uplift, Pliocene-Pleistocene sea-level changes, paleoenvironment, and volcanism. *Geologische Rundschau* 86: 637-669.

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA</p> <p>INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>00</td> <td>D69RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>B</td> <td>167 di 167</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	167 di 167
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	00	D69RG	GE 00 01 001	B	167 di 167								

Seed H.B., Idriss I.M., 1982. Ground motions and soil liquefaction during earthquakes. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland.

Servizio Geologico d'Italia - ISPRA - ITHACA, Italy HAZARD from CAPABLE faults. Disponibile in internet all'indirizzo <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>.

Skempton A.W., 1986. Standard penetration test procedures and the effects in sands overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. *Geotechnique* 36: 425-447.

Speranza F., Maniscalco R., Mattei M., Di Stefano A., Butler R.W.H., Funicello R., 1999. Timing and magnitude of rotations in the frontal thrust systems of south-western Sicily. *Tectonics* 18: 1178-1197.

Tanguy J.C., Condomines M., Kieffer G., 1997. Evolution of Mount Etna magma: Constraints on the present feeding system and eruptive mechanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 75: 221-250.

Tansi C., Muto F., Critelli S., Iovine G., 2007. Neogene-Quaternary strike-slip tectonics in the central Calabrian Arc, southern Italy). *Journal of Geodynamics* 43: 393-414.

Tanzini M., 2002. L'indagine geotecnica. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Torelli L., Grasso M., Mazzoldi G., Peis D., 1998. Plio-Quaternary tectonic evolution and structure of the Catania foredeep, the northern Hyblean Plateau and the Ionian shelf (SE Sicily). *Tectonophysics* 298: 209-221.

Torrisi S., Catalano S., Romagnoli G., Tortorici G., 2008. Tettonica di indennazione ed estrusione laterale in Sicilia Orientale. *Rendiconti online della Società Geologica Italiana* 1: 148-152.

Tric E., Valet J.P., Gillot P.Y., Lemeur I., 1994. Absolute paleointensities between 60 and 160 kyear from Mount Etna (Sicily). *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 85: 113-129.

Tucker M.E., 1996. Rocce sedimentarie. Guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Valensise G., Pantosti D., 2001. The investigation of potential earthquakes sources in peninsular Italy: a review. *Journal of Seismology* 5: 287-306.

Villari L., Rasà R., Caccamo A., 1988. Considerazioni sull'hazard vulcanico e sul campo di sforzi nella regione etnea attraverso l'analisi morfometrica e la distribuzione plano-altimetrica dei coni avventizi. *Bollettino del Gruppo Nazionale di Vulcanologia* 4: 6000-619.

Waltershausen W.S., 1880. Der Etna. Voll. 1 e 2 Engelman, Peipzig, 371.