

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 69 RG GE0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Continelli 	Dicembre 2019	M. Sciarra 	Dicembre 2019	F. Sparacino 	Dicembre 2019	F. Marchese 	Dicembre 2019

ITALFERR S.P.A.
Dot. Geologo FRANCESCO MARCHESI
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi Lazio

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	2 di 198

INDICE

1	PREMESSA	14
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	18
3	DATI DI BASE.....	20
3.1	RILEVAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO.....	21
3.2	STOP GEOLOGICI.....	21
3.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO - ITALFERR 2019	22
3.4	INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO - ITALFERR 2018	29
3.5	INDAGINI PRECEDENTI – ITALFERR 2015/2016.....	29
3.6	INDAGINI GEOGNOSTICHE BIBLIOGRAFICHE - ANAS 2000	32
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE REGIONALE.....	33
4.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA.....	38
4.2	CARATTERISTICHE STRUTTURALI	44
5	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE E CARTOGRAFIA GEOLOGICA.....	49
5.1	UNITÁ TETTONICHE DELLA CATENA	49
5.1.1	<i>UNITÁ SICILIDI.....</i>	49
5.2	DEPOSITI MARINI NEOGENICO-QUATERNARI	57
5.3	DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI	63
5.3.1	<i>Depositi alluvionali</i>	63
5.3.2	<i>Depositi di versante</i>	65
5.3.3	<i>Depositi antropici (h)</i>	67
6	ASSETTO STRUTTURALE LOCALE	68
7	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE.....	70
7.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE	70
7.2	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	71
7.3	MORFOLOGIA DEI PRINCIPALI SISTEMI FLUVIALI	71
7.4	ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI.....	72
7.5	FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI	74
7.6	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	76

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	3 di 198

7.7	FORME ANTROPICHE E MANUFATTI.....	78
8	CARTOGRAFIA DEL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	79
8.1.1	Tratta pk 1+100 circa.....	79
8.1.2	Tratta pk 2+600 e 3+000 circa.....	80
8.1.3	Tratta pk 3+800 circa.....	82
8.1.4	Tratta pk 4+600 circa.....	83
8.1.5	Tratta pk 5+400 circa.....	84
8.1.6	Tratta pk 6+000 circa.....	85
8.1.7	Tratta pk 6+800 circa.....	86
8.1.8	Tratta pk 10+600 circa.....	87
8.1.9	Tratta pk 11+800 e 12+200 circa.....	88
9	ANALISI MULTITEMPORALE DEI FENOMENI DI EROSIONE DIFFUSA E CONCENTRATA E DISSESTI	89
9.1	FENOMENI DI EROSIONE DIFFUSA E CONCENTRATA.....	89
9.1.1	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 2+500 circa	89
9.1.2	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 3+500 circa	94
9.1.3	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 4+000 circa	98
9.1.4	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 5+000 circa	102
9.1.5	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 5+500 circa	106
9.1.6	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 6+000 circa	110
9.1.7	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 6+500 circa	114
9.1.8	Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 7+000 circa	118
9.2	FENOMENI GRAVITATIVI DI VERSANTE	122
9.2.1	Fenomeni gravitativi di versante km 1+100 e 1+700 circa.....	122
9.2.2	Fenomeni gravitativi di versante km 2+400 circa.....	123
9.2.3	Fenomeni gravitativi di versante km 10+500 circa.....	123
9.2.4	Fenomeni gravitativi di versante km 12+200 circa.....	124
10	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE	125
11	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE.....	126
11.1	DATI IDROGEOLOGICI DI BASE	126

11.1.1	Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc e Lugeon.....	127
11.1.2	Monitoraggio piezometrico.....	134
11.1.3	Opere di captazione ed emergenze sorgentizie.....	137
11.2	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	138
11.2.1	Complessi idrogeologici delle unità del substrato	138
11.2.2	Complessi idrogeologici dei terreni di copertura	139
11.3	CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO.....	147
12	SISMICITÀ DELL'AREA	149
12.1	SISMICITÀ STORICA.....	156
12.2	SISMICITÀ ATTUALE	164
12.3	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	168
12.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	171
12.5	ANALISI PRELIMINARE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE.....	173
13	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO E POTENZIALI CRITICITÀ.....	175
13.1	TRATTA MISTA, DALLA PK 0+000 ÷ 1+675 CIRCA	175
13.2	GALLERIA NUOVA ENNA (GN01 L = 887 M), PK 1+675 ÷ 2+570 CIRCA	177
13.3	TRATTA ALL'APERTO, PK 2+570 ÷ 2+760 CIRCA	178
13.4	GALLERIA SICANI (GN02 L = 5216 M), PK 2+760 ÷ 7+970 CIRCA	178
13.5	TRATTA ALL'APERTO, PK 7+970 E LA PK 10+475 CIRCA.....	181
13.6	GALLERIA DITTAINO (GN3 L = 2234 M), PK 10+475 ÷ 12+710 CIRCA	183
14	QUADRO CONCLUSIVO GENERALE SULLE POSSIBILI CRITICITÀ.....	187
15	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	189

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>5 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	5 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	5 di 198								

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1. COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO CON INDIVIDUAZIONE DELLA TRATTA FERROVIARIA IN PROGETTO (NATIONAL GEOGRAPHIC ET ALII, 2011).	17
FIGURA 2. MODELLO DIGITALE DEL TERRENO DELLA REGIONE SICILIANA (DEM) CON INDIVIDUAZIONE DEI COMUNI INTERESSATI DALLA TRATTA FERROVIARIA IN PROGETTO	19
FIGURA 3. DOMINI STRUTTURALI NEL MEDITERRANEO CENTRALE (DA LENTINI ET AL. 1995, MODIFICATO).	34
FIGURA 4. SCHEMA STRUTTURALE DELLA SICILIA E DEI MARI CIRCOSTANTI (DA LENTINI ET AL., 2004).	35
FIGURA 5. CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE DELLA SICILIA, CON EVIDENZE DELLE ROTAZIONI NEOGENICHE CONNESSE ALLO SVILUPPO DELL'OROGENE (DA MONACO & DE GUIDI 2006).	37
FIGURA 6. PROFILO SCHEMATICO MOSTRANTE L'ARCHITETTURA STRUTTURALE DELL'OROGENE SICILIANO (MODIFICATO DA FINETTI ET AL., 2015).	38
FIGURA 7. RICOSTRUZIONE PALINSPASTICA DELLA TETIDE CENTRALE NEL GIURASSICO (DA SCANDONE ET AL. 1974, MODIFICATO).	39
FIGURA 8. SCHEMA GEOLOGICO-STRUTTURALE DELLA SICILIA ORIENTALE (DA BIANCHI ET AL. 1987).	40
FIGURA 9. SCHEMA RAPPRESENTATIVO DELLA DEPOSIZIONE FLUVIO- DELTIZIA DELLA FORMAZIONE TERRAVECCHIA. TRATTO DA GRASSO M. & BUTLER R.W.H (1991) – "TECTONIC CONTROLS ON THE DEPOSITION OF LATE TORTONIAN SEDIMENTS IN THE CLATANISSETTA BASIN OF CENTRAL SICILY" MEM. SOC. GEOL. IT., 47 (1191), 313-324.	42
FIGURA 10. RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL MODELLO DEPOSIZIONALE DELLE EVAPORITI MESSINIANE. TRATTO DA BUTLER ET ALII (1995) – "TECTONIC AND SEQUENCE STRATIGRAPHY IN MESSINIAN BASIN SICILY: CONSTRAINTS ON THE INITIATION AND TERMINATION ON THE MEDITERRANEAN SALINITY CRISIS – GSA BULL. APR. 1995, V. 107; NO. 4; P. 425-439.	43
FIGURA 11. RICOSTRUZIONE SCHEMATICA DELLA CATENA APPENNINICO-MAGHREBIDE (DA BONARDI ET AL. 1976)	45
FIGURA 12. FLYSCH NUMIDICO, MEMBRO DI MONTE SALICI (FYN3); SONDAGGIO 4SD25_GN 45.00 ÷ 50.00 (QUOTA CAVO GALLERIA DITTAINO)	52
FIGURA 13. QUARZARENITI GIALLASTRE IN GROSSI BANCHI ASCRIVIBILI AL FLYSCH NUMIDICO MEMBRO DI MONTE SALICI (FYN3A), AFFIORAMENTO (2470618.450, 4158431.150;MONTE MARIO / ITALY ZONE 2)	53
FIGURA 14. ARGILLE VARICOLORI INFERIORI (AV); SONDAGGIO 4SD25_GN, 75.00 ÷ 80.00 (QUOTA CAVO GALLERIA DITTAINO)	55
FIGURA 15. ARGILLE VARICOLORI INFERIORI (AV); AFFIORAMENTO (2469313.457, 4157626.589 MONTE MARIO/ITALY ZONE 2).	56

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>6 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	6 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	6 di 198								

FIGURA 16. AFFIORAMENTO DI CALCARI MARNOSI BIANCASTRI E MARNE ROSATE TIPO “SCAGLIA” (SC) AFFIORANTI IN TERRENI DI ARGILLE VARICOLORI INFERIORI (AV); L’AFFIORAMENTO È SITUATO ALL’IMBOCCO DELLA “GALLERIA DITTAINO” LATO PALERMO.	56
FIGURA 17. SABBIE DI COZZO CAMPANA, SONDAGGIO 4SD08_GN, 0.00 ÷ 5.00 (IMBOCCO GALLERIA SICANI LATO PALERMO)	61
FIGURA 18. FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA, MEMBRO PELITICO -ARGILLOSO (TRV), SONDAGGIO 4SD11_GN, 95.00 ÷ 100.00 (QUOTA CAVO GALLERIA SICANI)	58
FIGURA 19. FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA, MEMBRO SABBIOSO-ARENACEO (TRVA), SONDAGGIO 4SD08_GN, 35.00 ÷ 40.00 (QUOTA CAVO GALLERIA SICANI)	59
FIGURA 20. FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA, MEMBRO SABBIOSO-ARENACEO (TRVA), AFFIORAMENTO (2463119.479, 4160137.959, MONTE MARIO/ITALY ZONE 2)	60
FIGURA 21. TRIPOLI (TPL), AFFIORAMENTO (2465550.642, 4159392.665, MONTE MARIO/ITALY ZONE 2)	62
FIGURA 22. DEPOSITO AFFIORANTE DI ELUVIO-COLLUVIALE (B2) IN ZONA INDUSTRIALE DITTAINO (A), NELLA FOTO SOTTOSTATE (B) DETTAGLIO DI UNA FOTO DEL SONDAGGIO 6S5 DEL 2015.	66
FIGURA 23. MODELLO DIGITALE DEL TERRENO DELLA REGIONE SICILIANA (DEM) CON I LINEAMENTI TETTONICI (ROSSO) E GIACITURE NELLA TRATTA DI STUDIO, IN GIALLO IL TRACCIATO DI STUDIO.	69
FIGURA 24. VERSANTE ZONA COZZO CAMPANA, DALLA FOTO SI EVINCE COME IL MATERIALE PIÙ COMPETENTE FORMA UNA SCARPATA STRUTTURALE SU LITOLOGIE MENO COMPETENTI DOVE PREVALGONO LE FORME DI RUSCELLAMENTO	73
FIGURA 25. ESEMPIO DI INSTABILITÀ SU VERSANTE IN ARGILLA DI TERRAVECCHIA NEI PRESSI DELLA STAZIONE DI DITTAINO, POCO OLTRE I LIMITI DELL’AREA DI STUDIO	75
FIGURA 26. AREE CALANCHIVA IMPOSTATA SU LITOLOGIE ARGILLOSE, FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA (A); SOLCHI DA RUSCELLAMENTO DIFFUSO E CONCENTRATO A SEGUITO DI PIOGGE INTENSE (B), FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA, MEMBRO SABBIOSO-ARENACEO (TRVA)	77
FIGURA 27. FORME ANTROPICHE: RILEVATI STRADALI E TOMBINI IDRAULICI (A) IN PROSSIMITÀ DELLA NUOVA STAZIONE DI ENNA; RILEVATO FERROVIARIO (B) ZONA DITTAINO.	78
FIGURA 28. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 1+100.	80
FIGURA 29. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 2+600 E 3+000.	81


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>7 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	7 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	7 di 198								

FIGURA 30. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 3+800.	82
FIGURA 31. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 4+600.	83
FIGURA 32. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 5+400.	84
FIGURA 33. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 6+000.	85
FIGURA 34. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 6+800.	86
FIGURA 35. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) PRESSO LA PK 10+600.	87
FIGURA 36. STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO” DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIA (PAI 2005 AGGIORNAMENTO 2019 – 094 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SIMETO) - PK 12+000.	88
FIGURA 37. ORTOFOTO 1989.	90
FIGURA 38. ORTOFOTO 1997.	90
FIGURA 39. ORTOFOTO 1999.	91
FIGURA 40. ORTOFOTO 2005.	91
FIGURA 41. ORTOFOTO 2010.	92
FIGURA 42. ORTOFOTO 2012.	92
FIGURA 43. ORTOFOTO 2016.	93
FIGURA 44. ORTOFOTO 1989.	94
FIGURA 45. ORTOFOTO 1997.	95
FIGURA 46. ORTOFOTO 1999.	95
FIGURA 47. ORTOFOTO 2005.	96
FIGURA 48. ORTOFOTO 2010.	96

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	8 di 198

FIGURA 49. ORTOFOTO 2012.	97
FIGURA 50. ORTOFOTO 2016.	97
FIGURA 51. ORTOFOTO 1989.	98
FIGURA 52. ORTOFOTO 1997.	99
FIGURA 53. ORTOFOTO 1999.	99
FIGURA 54. ORTOFOTO 2005.	100
FIGURA 55. ORTOFOTO 2010.	100
FIGURA 56. ORTOFOTO 2012.	101
FIGURA 57. ORTOFOTO 2016.	101
FIGURA 58. ORTOFOTO 1989.	102
FIGURA 59. ORTOFOTO 1997.	103
FIGURA 60. ORTOFOTO 1999.	103
FIGURA 61. ORTOFOTO 2005.	104
FIGURA 62. ORTOFOTO 2010.	104
FIGURA 63. ORTOFOTO 2012.	105
FIGURA 64. ORTOFOTO 2016.	105
FIGURA 65. ORTOFOTO 1989.	106
FIGURA 66. ORTOFOTO 1997.	107
FIGURA 67. ORTOFOTO 1999.	107
FIGURA 68. ORTOFOTO 2005.	108
FIGURA 69. ORTOFOTO 2010.	108
FIGURA 70. ORTOFOTO 2012.	109
FIGURA 71. ORTOFOTO 2016.	109
FIGURA 72. ORTOFOTO 1989.	110
FIGURA 73. ORTOFOTO 1997.	111
FIGURA 74. ORTOFOTO 1999.	111
FIGURA 75. ORTOFOTO 2005.	112
FIGURA 76. ORTOFOTO 2010.	112
FIGURA 77. ORTOFOTO 2012.	113
FIGURA 78. ORTOFOTO 2016.	113
FIGURA 79. ORTOFOTO 1989.	114
FIGURA 80. ORTOFOTO 1997.	115
FIGURA 81. ORTOFOTO 1999.	115

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	9 di 198

FIGURA 82. ORTOFOTO 2005.	116
FIGURA 83. ORTOFOTO 2010.	116
FIGURA 84. ORTOFOTO 2012.	117
FIGURA 85. ORTOFOTO 2016.	117
FIGURA 86. ORTOFOTO 1989.	118
FIGURA 87. ORTOFOTO 1997.	119
FIGURA 88. ORTOFOTO 1999.	119
FIGURA 89. ORTOFOTO 2005.	120
FIGURA 90. ORTOFOTO 2010.	120
FIGURA 91. ORTOFOTO 2012.	121
FIGURA 92. ORTOFOTO 2016.	121
FIGURA 93. ORTOFOTO IN BIANCO E NERO (1989) E ORTOFOTO A COLORI (2012), IN ROSSO I CORPI DI FRANA CARTOGRAFATI.	122
FIGURA 94. ORTOFOTO IN BIANCO E NERO (1989) E ORTOFOTO A COLORI (2012), IN ROSSO I CORPI DI FRANA CARTOGRAFATI.	123
FIGURA 95. ORTOFOTO IN BIANCO E NERO (1989) E ORTOFOTO A COLORI (2012), IN ROSSO I CORPI DI FRANA CARTOGRAFATI.	124
FIGURA 96. ORTOFOTO IN BIANCO E NERO (1989) E ORTOFOTO A COLORI (2012), IN ROSSO I CORPI DI FRANA CARTOGRAFATI.	124
FIGURA 97 - VARIAZIONE DEI VALORI DI PERMEABILITÀ PER LE UNITÀ GEOLOGICHE.	132
FIGURA 98 – VALORE MASSIMO, MINIMO E MEDIO DI PERMEABILITÀ PER OGNI UNITÀ GEOLOGICA.	133
FIGURA 99 - VARIAZIONE DEI VALORI DI PERMEABILITÀ DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI.	145
FIGURA 100 – VALORE MASSIMO, MINIMO E MEDIO DI PERMEABILITÀ PER OGNI COMPLESSO IDROGEOLOGICO.	146
FIGURA 101. DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI TERREMOTI STORICI E STRUMENTALI DELLA REGIONE SICILIA (DA LAVECCHIA ET AL. 2007).	149
FIGURA 102. EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI DELLA SICILIA E DELLA CALABRIA NEL PERIODO 1125-1990 DAL CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI (DA GRUPPO DI LAVORO CPTI 1999).	151
FIGURA 103. EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI NEL PERIODO 1125-1990 CHE HANNO PROVOCATO DANNI O SONO STATI AVVERTITI A CATANIA (DA CARBONE ET AL. 2010).	152
FIGURA 104. LOCALIZZAZIONE DELLE POTENZIALI SORGENTI DI TERREMOTI CON M>5.5 NELL'AREA DI STUDIO (DA DISS WORKING GROUP 2018, <i>DATABASE OF INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES</i> (DISS), VERSIONE 3.2.1., HTTP://DISS.RM.INGV.IT/DISSMAP/DISSMAP.PHTML).	154


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>10 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	10 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	10 di 198								

FIGURA 105. STRALCIO DELLA ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 DELL'AREA DI STUDIO, CON INDICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO (GIALLO).	155
FIGURA 106. EPICENTRI E MAGNITUDO DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI (CPTI15) CHE HANNO INTERESSATO LA SICILIA CENTRALE). IN COLORE ROSSO SI RIPOSTA L'ANDAMENTO PLANIMETRICO DEL TRACCIATO IN PROGETTO.	156
FIGURA 107. GRAFICO ILLUSTRANTE LA STORIA SISMICA DI ENNA. SULLE ASCISSE SONO RIPOSTATI I RIFERIMENTI TEMPORALI ESPRESSI IN ANNI, SULLE ORDINATE LE INTENSITÀ SISMICHE (I) DEGLI EVENTI RILEVATI (DA HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/CPTI15-DBMI15/).	161
FIGURA 108. GRAFICO ILLUSTRANTE LA STORIA SISMICA DI LEONFORTE. SULLE ASCISSE SONO RIPOSTATI I RIFERIMENTI TEMPORALI ESPRESSI IN ANNI, SULLE ORDINATE LE INTENSITÀ SISMICHE (I) DEGLI EVENTI RILEVATI (DA HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/CPTI15-DBMI15/).	163
FIGURA 109. GRAFICO ILLUSTRANTE LA STORIA SISMICA DI ASSORO. SULLE ASCISSE SONO RIPOSTATI I RIFERIMENTI TEMPORALI ESPRESSI IN ANNI, SULLE ORDINATE LE INTENSITÀ SISMICHE (I) DEGLI EVENTI RILEVATI (DA HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/CPTI15-DBMI15/).	164
FIGURA 110. MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE (DA MELETTI & MONTALDO 2007) CONTENUTA NEL PROGETTO S1 DELL'INGV-DPC (HTTP://ESSE1.MI.INGV.IT/D2.HTML).	166
FIGURA 111. 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). IN ROSSO, L'AREA DI PROGETTO.	167
FIGURA 112. STRALCIO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI INTERESSE CON INDICAZIONE SCHEMATICA DEL LOTTO IN QUESTIONE (IN MAGENTA), E DELLE FAGLIE CAPACI (IN ROSSO).	168
FIGURA 113. GRIGLIA DI RIFERIMENTO PER IL SETTORE OGGETTO DI STUDIO, CON INDIVIDUAZIONE DEL LOTTO IN ESAME (IN MAGENTA) E DEI PUNTI DEL GRIGLIATO SCELTI (IN ROSSO).	170
FIGURA 114. STRALCIO DEL PROFILO GEOLOGICO DEL TRATTO DALLA PK 0+000 ÷ 1+675 CIRCA.	176
FIGURA 115. DUE STRALCI DI SISMICA A RIFRAZIONE ESEGUITA PER LE BASSE COPERTURE DELLA GALLERIA SICANI, LA PRIMA (A) INTERCETTA IL CONTATTO TETTONICO 2+900, NEL SECONDO STENDIMENTO RIPOSTATO (B) SI INTERCETTA ALLA PK 4+550 CIRCA. IN ROSSO LE ZONE DI DISCONTINUITÀ.	180
FIGURA 116. STRALCIO CARTOGRAFICO E PROFILO GEOLOGICO DELLA TRATTA ALL'APERTO PK 7+970 E LA PK 10+475 CIRCA. IL TRATTO RICADE SU LITOLOGIE PREVALENTEMENTE ARGILLOSE RICONDUBILI IN BIBLIOGRAFIA ALLA FORMAZIONE TERRAVECCHI (TRV).	182
FIGURA 117. STRALCIO DI SISMICA A RIFRAZIONE ESEGUITA NELLA GALLERIA DITTAINO COMBINATA CON LA SISMICA A RIFRAZIONE, L'INDAGINE CONFERMA CIÒ CHE SI È CONSIDERATO IN CAMPAGNA OVVERO IL CONTATTO TETTONICO ALLA PK 11+850; NELLA STESA SI POSSONO OSSERVARE DELLE DISCONTINUITÀ RICONDUBILI AD UNA FAMIGLIA DI FAGLIE CHE METTE IN CONTATTO SULLA SINISTRA DEI RIFLETTORI DISPOSTI IN ASSETTO CAOTICO RICONDUCIBILI ALLE ARGILLE VARICOLORI E RIFLETTORE ALLINEATI RICONDUCIBILI AL FLYSH NUMIDICO.	184


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

FIGURA 118. STRALCIO DI SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA ELETTRICA ESEGUITA NELLA GALLERIA DITTAINO TRA LE PK 12+200 E 12+700 SOVRAPPOSTI AI SONDAGGI 4S25_GN E 4SD26_GN (BLU) ED IN ROSSO SI RIPORTA IL PIANO FERRO; DALLA TOMOGRAFIA ELETTRICA SI EVINCE DEI CORPI ALTI RESISITIVI RICONDUCIBILI ALLE QUARZOARENITI DEL FYN3A E AL TRVB LA PARTE CON RESISTIVITÀ BASSA È RICONDUBILE ALLA PARTE LITOLOGICA PREVALENTEMENTE ARGILLOSA DEL FYN; INFINE SI INDIVIDUANO AD INIZIO STESA DELLE LENTI RICONDUCILI A DEPOSITI DI FRANA. NELLA STESA SISMICA COME NELLA TOMOGRAFIA SI EVIDENZIA UN'AREA IN DISCONTINUITÀ (POLIGONO TRATTEGGIATO IN ROSSO).

185

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1. ELABORATI PRODOTTI NELL'AMBITO DELLO STUDIO IN OGGETTO	15
TABELLA 2 - SINTESI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2019.	23
TABELLA 3 - SINTESI DELLE PROVE PENETROMETRICHE REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2019.	25
TABELLA 4 - SINTESI DEI POZZETTI ESPLORATIVI REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2019.	26
TABELLA 5 - SINTESI DELLE INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE, MASW E HVSR, REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019.	27
TABELLA 6: SINTESI DELLE SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA ITALFERR 2019.	28
TABELLA 7: SINTESI DELLE SEZIONI ELETTRICHE REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019.	28
TABELLA 8 - SINTESI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2018.	29
TABELLA 9. SONDAGGI STRATIGRAFICI A CAROTAGGIO CONTINUO REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2015/2016.	31
TABELLA 10 - INDAGINI GEOFISICHE TIPO MASW REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2015-2016.	31
TABELLA 11: STENDIMENTI SISMICI A RIFRAZIONE REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2015-2016.	32
TABELLA 12. SONDAGGIO STRATIGRAFICO ANAS 2000	32
TABELLA 13: STENDIMENTO DI SISMICA A RIFRAZIONE REALIZZATO NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI ANAS 2000.	32
TABELLA 14 - PROVE DI PERMEABILITÀ REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2019.	127



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)**


**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	12 di 198

TABELLA 15 - PROVE DI PERMEABILITÀ REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2018.....	130
TABELLA 16 - PROVE DI PERMEABILITÀ REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2015/2016.	131
TABELLA 17 –PIEZOMETRI INSTALLATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2019.....	134
TABELLA 18 –PIEZOMETRI INSTALLATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ITALFERR 2018.....	135
TABELLA 19 –MONITORAGGIO PIEZOMETRICO STRUMENTI ITALFER 2018-2019 DA APRILE A NOVEMBRE 2019.	136
TABELLA 20 - PROVE DI PERMEABILITÀ ESEGUITE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2018-2019, CON INDICAZIONE DELLA FORMAZIONE GEOLOGICA DI RIFERIMENTO E DEL RELATIVO COMPLESSO IDROGEOLOGICO (CGS, CSL, CAL).	141
TABELLA 21 - PROVE DI PERMEABILITÀ ESEGUITE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2018-2019, CON INDICAZIONE DELLA FORMAZIONE GEOLOGICA DI RIFERIMENTO E DEL RELATIVO COMPLESSO IDROGEOLOGICO (CRM).	142
TABELLA 22 - PROVE DI PERMEABILITÀ ESEGUITE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2018-2019, CON INDICAZIONE DELLA FORMAZIONE GEOLOGICA DI RIFERIMENTO E DEL RELATIVO COMPLESSO IDROGEOLOGICO (CAM).	143
TABELLA 23 – QUADRO RIASSUNTIVO DELLA SORGENTE SISMOGENETICA COMPOSITA ITCS029 “GELA-CATANIA”. LEGENDA LD=LITERATURE DATA, OD=ORIGINAL DATA, ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP, AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP, EJ=EXPERT JUDGEMENT.....	154
TABELLA 24- SINTESI DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO IL CENTRO ABITATO DI ENNA (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.....	161
TABELLA 25- SINTESI DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO IL CENTRO ABITATO DI LEONFORTE (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.....	162
TABELLA 26 - SINTESI DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO IL CENTRO ABITATO DI ASSORO (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.....	164
TABELLA 27 - PARAMETRI DI RIFERIMENTO DEL MOTO SISMICO SU SUOLO RIGIDO PER UN PERIODO DI RITORNO TR PARI A 475 ANNI, LE COORDINATE SONO ESPRESSE IN GRADI DECIMALI (EPSG:4230).....	171

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 13 di 198

TABELLA 28 - SINTESI DELLE INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE, MASW E HVSR, REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA
CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019.....172

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 14 di 198

1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico svolto a supporto della progettazione preliminare del Lotto 4b, Tratta Enna-Dittaino, della Linea Palermo-Catania.

La lunghezza complessiva del tracciato in progetto è di circa 15 km, dei quali circa 8+300 km in sotterraneo, essendo prevista la realizzazione di n. 3 gallerie naturali, particolare, galleria Nuova Enna L = 887 m, galleria Sicani L= 5216 e Galleria Dittaino L= 2234 m.

In Figura 1 si riporta la corografia dell'area di studio nella quale è indicato il tracciato ferroviario in progetto a partire dalla nuova stazione di Enna (km 0+000) e la stazione di Dittaino (km 14+935 circa).

Lo studio in oggetto si è esplicitato mediante rilievi di campagna e indagini geognostiche sia di tipo diretto che indiretto. Preliminarmente e congiuntamente alle attività di campagna è stata condotta una accurata ricerca bibliografica, relativa sia a pubblicazioni che a cartografia pregressa.

Il rilevamento geologico di campagna si è esplicitato nell'anno 2019 e ha visto la realizzazione di stop geologici e rilevamento di dettaglio in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie di progetto e della finestra costruttiva prevista per la galleria Dittaino. Per l'ubicazione dei punti citati (stop e imbocchi) si rimanda alle tavole RS3V 40 R69 N5 GE0001 001 A ÷ RS3V 40 R69 N5 GE0001 005 A e al "*Rapporto Sulle Attività Di Campagna*" RS3V 40 R69 RH GE0005 001 A del dicembre 2019.

Ai rilievi in sito si è inoltre affiancato lo studio aereofotogrammetrico in riferimento alle foto aeree disponibili, in particolare:

- Volo Italferr anno 2013, ove disponibile;
- Volo Italferr anno 2015, ove disponibile;
- Volo italferr anno 2019;
- Ortofoto del Ministero dell'Ambiente, anno1989;
- Ortofoto del Ministero dell'Ambiente, anno1997;
- Ortofoto del Ministero dell'Ambiente, anno1999;

- Ortofoto del Ministero dell’Ambiente, anno 2005;
- Ortofoto del Ministero dell’Ambiente, anno 2010;
- Ortofoto del Ministero dell’Ambiente, anno 2012.

È stato infine analizzato il modello digitale del terreno della Regione Siciliana passo 2 m derivato da immagini LIDAR (volo ATA 2007-2008).

Le risultanze dello studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico sono state rappresentate negli elaborati Tabella 1 che integrano ed accompagnano la presente relazione.

Tabella 1. Elaborati prodotti nell’ambito dello studio in oggetto

Codice elaborato	Titolo elaborato
RS3V 40 D69 RH GE0001 001 A	Rapporto sulle attività di campagna - Stop Geologici
RS3V 40 D69 N5 GE0001 001 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 1 di 4 dal km 0+000.00 al km 4+600.00
RS3V 40 D69 N5 GE0001 002 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 2 di 4 dal km 4+600.00 al km 8+300.00
RS3V 40 D69 N5 GE0001 003 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 3 di 4 dal km 8+300.00 al km 12+700
RS3V 40 D69 N5 GE0001 004 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 4 di 4 dal km 12+700 al km 15+487.83
RS3V 40 D69 N5 GE0001 005 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico -Finestra F1
RS3V 40 D69 N6 GE0001 001 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Nuova Enna lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0001 002 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Nuova Enna lato Catania
RS3V 40 D69 N6 GE0001 003 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Sicani lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0001 004 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Sicani lato Catania



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	16 di 198

Codice elaborato	Titolo elaborato
RS3V 40 D69 N6 GE0001 005 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Dittaino lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0001 006 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Imbocco Galleria Dittaino lato Catania
RS3V 40 D69 N6 GE0001 007 A	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Finestra F1
RS3V 40 D69 W6 GE0001 001 A	Sezioni geologiche trasversali
RS3V 40 D69 N5 GE0002 001 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Tav. 1 di 4 dal km 0+000.00 al km 4+600.00
RS3V 40 D69 N5 GE0002 002 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Tav. 2 di 4 dal km 4+600.00 al km 8+300.00
RS3V 40 D69 N5 GE0002 003 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Tav. 3 di 4 dal km 8+300.00 al km 12+700
RS3V 40 D69 N5 GE0002 004 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Tav. 4 di 4 dal km 12+700 al km 15+487.83
RS3V 40 D69 N6 GE0002 001 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Nuova Enna lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0002 002 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Nuova Enna lato Catania
RS3V 40 D69 N6 GE0002 003 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Sicani lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0002 004 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Sicani lato Catania
RS3V 40 D69 N6 GE0002 005 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Dittaino lato Palermo
RS3V 40 D69 N6 GE0002 006 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Imbocco Galleria Dittaino lato Catania
RS3V 40 D69 N6 GE0002 006 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Finestra F1
RS3V 40 D69 N5 GE0005 001 A	Planimetria ubicazione indagini geognostiche dal km 0.000 al km 8+000
RS3V 40 D69 N5 GE0005 002 A	Planimetria ubicazione indagini geognostiche dal km 8+000 al km 15+487
RS3V 40 D69 IG GE0005 001 A	Report indagini geofisiche: relazione generale
RS3V 40 D69 SG GE0001 001 A	Indagini geognostiche e prove in situ pregresse: risultanze dal 2001 al 2019
RS3V 40 D69 SG GE0001 002 A	Indagini geognostiche e prove in situ - Relazione generale dal km 0.000 al km 9.250
RS3V 40 D69 SG GE0001 003 A	Indagini geognostiche e prove in situ - Relazione generale dal km 9.250 al km 15.487
RS3V 40 D69 PR GE0001 001 A	Prove geotecniche di laboratorio dal km 0.000 al km 9.250
RS3V 40 D69 PR GE0001 002 A	Prove geotecniche di laboratorio dal km 9.250 al km 15+487



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	17 di 198

Codice elaborato

Titolo elaborato

RS3V 40 D69 RH GE0005 001 A

Monitoraggio strumentale: letture piezometriche e inclinometriche

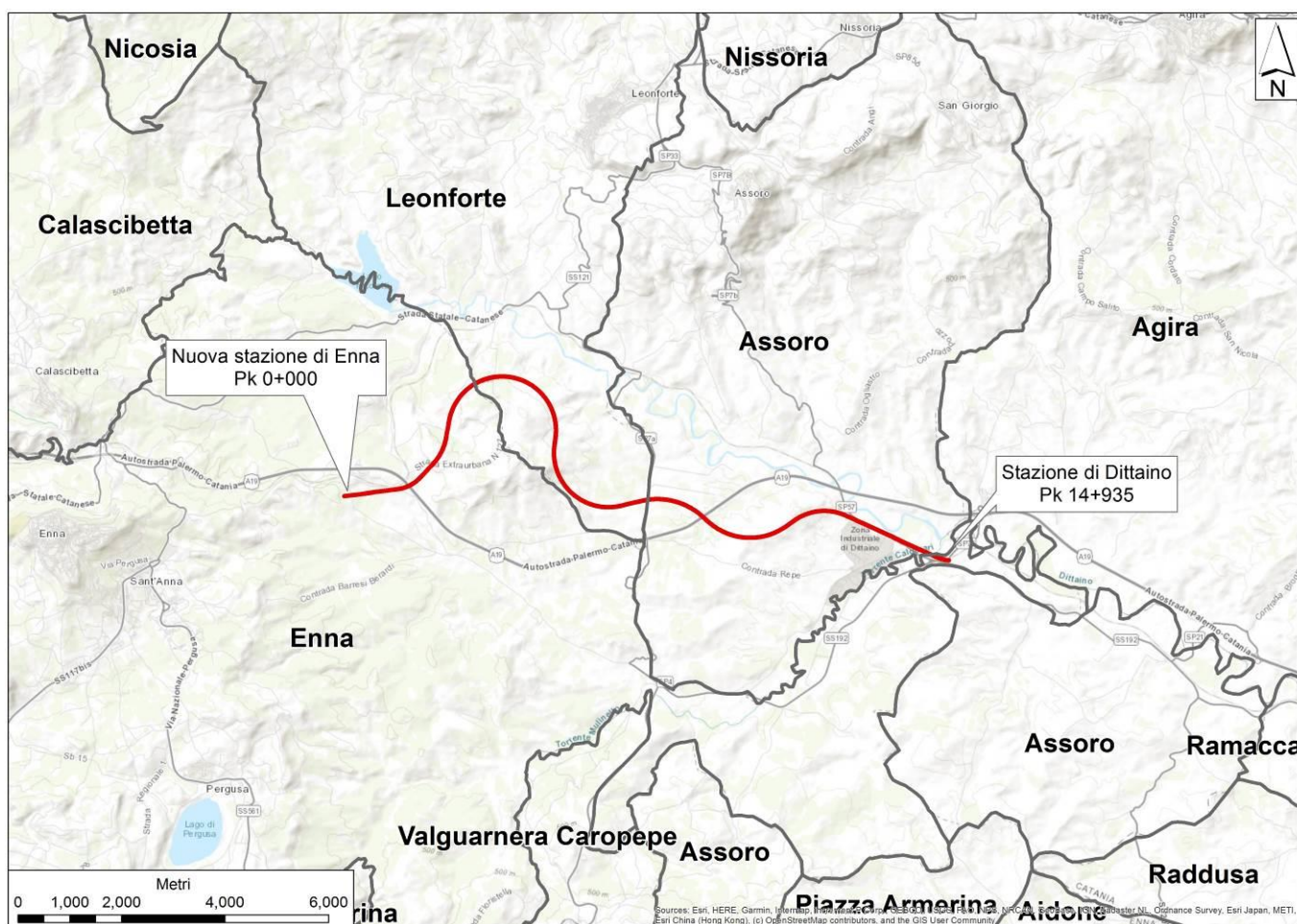



Figura 1. Corografia dell'area di studio con individuazione della tratta ferroviaria in progetto (National Geographic et alii, 2011).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 18 di 198

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio si colloca nella porzione centrale della regione Sicilia, nella provincia di Enna (EN). I comuni attraversati dall'opera sono: Enna (EN), Leonforte (EN) e Assoro (EN).

Come indicato al paragrafo precedente, la lunghezza complessiva del tracciato in progetto è di circa 15 km, dei quali circa 8+300 km in sotterraneo. Inoltre, nell'ambito del presente progetto, dovrà essere realizzata una finestra costruttiva per la Galleria Dittaino.

In Figura 1 è riportato il modello digitale del terreno della Regione Siciliana (DEM) sul quale sono indicati i comuni interessata da tracciato di progetto.

Con riferimento alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 l'area oggetto di studio è individuabile all'interno del Foglio 268 (Caltanissetta) e in piccola parte anche nel Foglio 269 (Paternò). Per quanto concerne la Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000, edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), nelle Tavole 268-I-SE (Calderari), 268-I-NE (Leonforte), 269-IV-SO (Libertinia).

Infine, in riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia in scala 1:10000., negli elementi 623130, 631040, 632010 e 632020.

Dal punto di vista orografico l'area oggetto di studio interessa settori di territorio posti a quote comprese tra circa 240 m s.l.m. e circa 640 m s.l.m. (Cozzo Campana); la livelletta di progetto si colloca a quote comprese tra circa 250 m s.l.m. e circa 460 m s.l.m.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio si caratterizza per la presenza di rilievi sia blandi che modestamente acclivi; i primi sono associati a settori di affioramento di terreni a dominante componente pelitica, i secondi a terreni sabbioso arenacei, talora calcarei.

Il principale corso d'acqua che interessa l'area è rappresentato dal fiume Dittaino che interessa la porzione ad ovest del territorio e si sviluppa in direzione NW-SE. Numerosi risultano gli elementi del reticolo idrografico, a carattere generalmente stagionale e/o torrentizio, che intersecano in diversi punti il tracciato ferroviario.

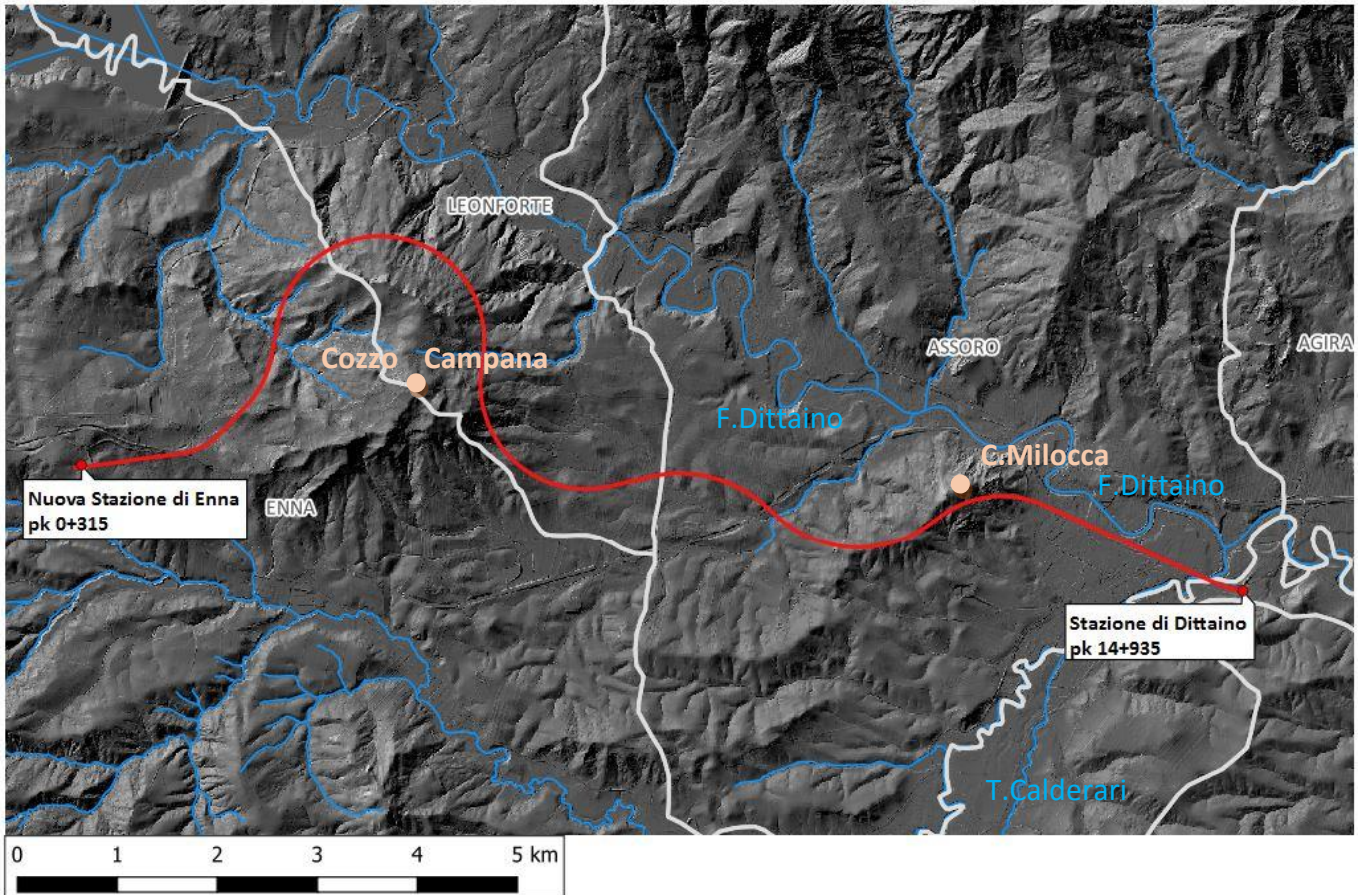



Figura 2. Modello digitale del terreno della Regione Siciliana (DEM) con individuazione dei comuni interessati dalla tratta ferroviaria in progetto

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 20 di 198

3 DATI DI BASE

La base documentale del presente studio è costituita dagli elaborati del Progetto Preliminare della tratta Caltanissetta Xirbi – Dittaino della Linea Catania Palermo. Si è fatto inoltre riferimento ai seguenti documenti:


- Progetto preliminare “*Raddoppio della tratta Raddusa Agira – Fiumetorto*”; Interpretazione foto aeree, Carta dei dissesti.

La cartografia geologica è stata revisionata ed aggiornata sulla base di quanto acquisito presso i comuni interessati dal tracciato e in relazione alla cartografia geologica disponibile; in particolare sono stati utilizzati i seguenti documenti:

- Carta Geologica in scala 1:100.000 Foglio 268 (Caltanissetta);
- Carta Geologica della Sicilia Centro-Orientale in scala 1:50.000;
- Piano Regolatore Generale del Comune di Enna, Studio geologico scala 1:10.000;
- Piano Regolatore Generale del Comune di Enna, Studio geomorfologico scala 1:10.000;
- Piano Regolatore Generale del Comune di Enna, Studio idrogeologico scala 1:10.000;
- Piano Regolatore Generale del Comune di Leonforte;

La fase di analisi e rilevamento geologico e geomorfologico ha portato alla definizione delle caratteristiche litologiche e geologico strutturali dell’area di studio in base a un rilevamento geologico e geomorfologico in scala 1:5.000. Il rilevamento si è incentrato particolarmente a definire le caratteristiche delle litologie, con particolare riferimento ai depositi continentali del Quaternario e litologie del substrato, e degli elementi tettonici che interessano l’area di studio, anche in relazione alle risultanze della campagna geognostica in sito a supporto della presente fase progettuale.

Unitamente all’analisi geologica, è stata condotta una analisi geomorfologica al fine di caratterizzare le forme e i processi che interessano l'area di studio. Per quanto concerne i fenomeni franosi, a partire dalle cartografie dei dissesti redatte nell’ambito del Progetto Preliminare della tratta Caltanissetta Xirbi – Dittaino, ed in riferimento al P.A.I. della Regione Siciliana, è stata condotta l'analisi

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 21 di 198

delle foto aeree disponibili sulla base delle quali si è proceduto ad eseguire modifiche e/o integrazioni puntuali dei depositi franosi individuati nel database.


Nel corso dello studio sono state consultate ed analizzate le indagini geognostiche disponibili o 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 progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

3.1 Rilevamento geologico geomorfologico

Le attività di rilevamento geologico geomorfologico di campagna svolte nel 2019 hanno avuto lo scopo di individuare eventuali criticità geologiche e geomorfologiche, al fine di evitare con il tracciato e con le opere accessorie (viabilità ecc...) le aree interessate da dissesti importanti e la verifica dell'assetto geologico e geomorfologico lungo l'intera tratta. A questo proposito si segnala che la valutazione dei singoli dissesti, alcuni dei quali non cartografati nella cartografia precedentemente realizzata e nel P.A.I., è stata talora di tipo qualitativo, in quanto non disponibili dati di profondità. Si rimanda al documento *“Rapporto sulle attività di campagna (RS3V 40 R69 RHGE0001 001 A)”* per ulteriori approfondimenti. Il rilevamento è stato effettuato in base alle linee guida del Servizio Geologico d'Italia, Guida al Rilevamento della Carta Geologica d'Italia (SGN, 1992 e integrazioni, ISPRA, 2009) e geomorfologica d'Italia (SGN, 1994 e integrazioni, ISPRA, 2007; GNGFG, 1994) e Guida alla rappresentazione cartografica della Carta Geologica d'Italia (SGN, 1996, e integrazioni; APAT, 2007).

3.2 Stop geologici

Durante le attività di campagna sono stati effettuati diversi stop geologici, utilizzati per l'aggiornamento e la verifica della cartografia geologica dell'area. Per l'ubicazione degli stop si rimanda alle tavole RS3V 40 R69 N5 GE0001 001 A ÷ RS3V 40 R69 N5 GE0001 004 A. Nel documento RS3V 40 R69 RH GE0005 001 A è riportata la sintesi descrittiva degli stop geologici, la loro ubicazione ed una opportuna documentazione fotografica.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 22 di 198

3.3 Indagini geognostiche in sito - Italferr 2019


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 hanno 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.

Durante l'anno 2019, sono stati eseguiti in totale n° 38 sondaggi geognostici, n° 14 prove penetrometriche statiche. In particolare sono stati eseguiti:

- n°29 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro, di tipo SPT, permeabilità Lugeon e Lefranc, dilatometriche e pressiometriche, installazione di strumentazione per il monitoraggio geotecnico (piezometri T.A., Casagrande, a corda vibrante, tubi inclinometrici) e per le prove geofisiche (tipo Down Hole).
- n°9 sondaggi a distruzione di nucleo con installazione di strumentazione per il monitoraggio geotecnico (piezometri Casagrande, tubi inclinometrici) e per le prove geofisiche (tipo Down-Hole).
- n° 5 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT),
- n° 9 prove penetrometriche dinamiche (DPSH);
- n°4 pozzetti geognostici con esecuzione di prove permeabilità in pozzetto superficiale.

Per i certificati delle indagini si rimanda ai documenti (RS3V40D69SGGE0005002A "Indagini geognostiche e prove in situ, Relazione tecnica dal Km 0+000 al Km 9+250" e RS3V40D69SGGE0005003A "Indagini geognostiche e prove in situ, Relazione tecnica dal Km 9+250 al Km 15+487").

Relativamente ad alcuni campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi non è stato possibile confezionare i provini per eseguire le prove meccaniche richieste (prove edometriche o di rigonfiamento, prove di taglio diretto, prove triassiali di tipo UU, CU e CD) in quanto le condizioni dei campioni non lo hanno consentito. La struttura scagliosa, la durezza e fragilità, spesso legati ad una

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

disomogenità diffusa all'interno del campione hanno reso impossibile preparare provini che potessero essere considerati indisturbati e quindi fornire risultati significativi. Ove è stato possibile, si è sostituita la prova prevista (prove triassiali in genere), con altre più facilmente eseguibili (prove di taglio diretto). Per i certificati dei campioni si rimanda agli elaborati specialistici (RS3V40D69PRGE0005001A "Prove geotecniche di laboratorio dal km 0 al km 9.250" e RS3V40D69PRGE0005002A "Prove geotecniche di laboratorio dal km 9.250 al km 15+487").

Inoltre, sono stati eseguiti indagine sismiche di tipo: Down-Hole, Sismica a rifrazione e riflessione, Tomografie elettriche, MASW combinate con misure di microtremore (HVSr).

Tra i principali motivi che giustificano questo atteggiamento di utilizzare sismiche di riflessione e rifrazione, in alcuni casi combinati, e tomografie elettriche va certamente menzionata la oggettiva difficoltà di accessibilità dei luoghi che si riscontrava nell'investigare basse coperture e avere conferma dal rilevamento di campagna di contatti tettonici e rapporti giaciture.

Per i certificati delle indagini sismiche si rimanda al report di geofisica (RS3V40D69IGGE0005001A "Report indagini geofisiche: relazione generale").

3.3.1.1 Sondaggi geognostici

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (Sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), quota, strumentazione, profondità, numero campioni prelevati (C), numero prove Standard Penetration Test (SPT), numero prove Lefranc/Lugeon (P), numero prove Dilatometriche (D) e numero prove Pressiometriche (Ps)).

Tabella 2 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	Strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
4SD1	4158747,820	2461622,937	456,991	Piezometro	30	11	8	2		
4SD2	4158738,845	2461892,471	434,603	Piezometro	30	10	8	2		

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	Strumentazione	prof <i>m</i>	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
4SD3	4158800,991	2462620,247	465,797	Piezometro	30	12	9	2		
4SD4 GN.1	4159130,282	2462964,215	469,151	Piezometro	35	8	7	3	4	1
4SD4 GN.2	4159128,722	2462966,903	469,038	Down-Hole	35					
4SD4 GN.3	4159127,471	2462969,593	496,265	Inclinometro	15					
4_SD05 GN	4159681,344	2463377,853	486,334	Piezometro	55	9	5	3	3	
4_SD06 GN.1	4159865,225	2463397,253	453,475	Piezometro	35	10	8	2	2	1
4_SD06 GN.2	4159863,360	2463399,448	453,531	Down-Hole	35					
4_SD06_V1	4159969,515	2463381,283	428,789	Piezometro	40	7	7	1	2	
4_SD7	4160058,075	2463457,428	445,265	Inclinometro	40	12	8	3	4	1
4_SD07_1	4160056,097	2463461,097	444,802	Piezometro	19,5					
4_SD07_2	4160057,753	2463459,388	444,377	Down-Hole	30					
4_SD08 GN	4160249,264	2463580,868	474,453	Piezometro	30	11	6	3	3	
4SD9_GN	4160809,494	2465027,703	459,093	Piezometro	64	17	5	3	3	
4SD11_GN	4159602,771	2465498,291	481,192	Piezometro	115	12		3	4	
4SD12_GN	4158488,882	2466250,506	365,883	Piezometro	40	11	9	3	2	1
4SD12_GN.2	4158487,032	2466250,494	365,863	Down-Hole	40					
4SD14_VI2	4158487,635	2466973,933	329,011	Down-Hole	40	10	6	2	1	
4SD15_VI2	4158554,670	2461622,937	316,108	Piezometro	30	11	8	2	2	
4SD16_VI2	4158747,820	2461892,471	319,332	Down-Hole	30	10	8	2		
4SD17_VI3	4158738,845	2462620,247	316,332	Piezometro	30	12	9	2		
4SD17_1_VI4	4158800,991	2462964,215	296,322	Down-Hole	35	8	7	2		
4SD18_VI3	4159130,282	2462966,903	456,991	Piezometro	35			3	4	1
4SD18 Bis_VI4	4159128,722	2462969,593	434,603	Piezometro	15					
4SD19_VI4	4159127,471	2463377,853	465,797	Piezometro	55	9	5			
4SD20	4159681,344	2463397,253	469,151	Piezometro	35	10	8	3	3	
4SD21_GN	4159865,225	2463399,448	469,038	Down-Hole	35			2	2	1

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	Strumentazione	prof <i>m</i>	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
4SD21_GN.2	4159863,360	2463381,283	496,265	Inclinometro	40	7	7			
4SD21_GN.3	4159969,515	2463457,428	486,334	Piezometro	40	12	8	1	2	
4SD22_GN	4160058,075	2463461,097	453,475	Piezometro	19,5			3	4	1
4_SD25_GN	4160056,097	2463459,388	453,531	Down-Hole	30					
4SD26_GN.1	4160057,753	2463580,868	428,789	Piezometro	30	11	6			
4SD26_GN.2	4160249,264	2465027,703	445,265	Inclinometro	64	17	5	3	3	
4SD27_GN	4160809,494	2465498,291	444,802	Piezometro	115	12		3	3	
4SD28	4159602,771	2466250,506	444,377	Down-Hole	40	11	9	3	4	
4SD29	4158488,882	2466250,494	474,453	Piezometro	40			3	2	1
4SD_NV4	4158487,032	2466973,933	459,093	Piezometro	40	10	6			

3.3.1.2 Prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) e dinamiche (DPSH)

Di seguito vengono elencati tutte le prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) e dinamiche (DPSH) eseguite nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (Sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), profondità raggiunta).

Tabella 3 - Sintesi delle prove penetrometriche realizzate nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

sigla	Monte Mario/Italy 2		prof <i>m</i>
	X	Y	
4b_CPT02	4157992,524	2471810,863	9.00
4b_CPT03	4157556,704	2472616,003	13.40
4b_CPT04	4158076,242	2471618,522	13.00
4b_CPT05	4157754,014	2472229,742	10.60
4b_CPT13	4157538,127	2472793,768	10.00

sigla	Monte Mario/Italy 2		prof m
	X	Y	
4b_DPSH06	4159939,604	2463247,405	7.80
4b_DPSH07	4159917,349	2463301,705	8.80
4b_DPSH08	4158710,027	2461914,349	9.20
4b_DPSH09	4159027,085	2462910,524	9.20
4b_DPSH10	4158920,793	2462813,881	9.20
4b_DPSH11	4159880,764	2463197,458	7.00
4b_DPSH12	4157471,064	2472825,283	15.40
4b_DPSH14	4157825,668	2471036,124	12.60
F_DPSH2	4157455,442	2470992,243	11.00

3.3.1.3 Pozzetti esplorativi

Di seguito vengono elencati tutti i pozzetti esplorativi eseguiti nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (Sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), profondità raggiunta e campioni prelevati).

Tabella 4 - Sintesi dei pozzetti esplorativi realizzati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

sigla	Monte Mario/Italy 2		profondità m	campioni
	X	Y		
PZ 1	2471076,444	4157547,415	2.1	1
PZ 2	2471747,728	4158020,013	2.3	1
PZ 3	2471031,457	4158033,746	2.2	1
PZ 4	2471275,836	4157241,414	2.10	1

3.3.1.4 Indagini geofisiche

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi di tutte le indagini sismiche e geoelettriche eseguite nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, X e Y del punto iniziale (a) e del punto finale (b) di ogni singolo stendimento nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), tipologia di indagine e lunghezza).

Tabella 5 - Sintesi delle indagini geofisiche di superficie, MASW e HVSr, realizzate nell'ambito della campagna indagini Italferr 2019.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
MASW6 HVSr090	2461909.51	4158703.60	2461885.54	4158751.54	MASW e HVSr	53.6
MASW5 HVSr091	2462751.63	4158814.62	2462700.20	4158862.19	MASW e HVSr	70.8
MASW8 HVSr100	2462909.01	4159035.12	2462850.06	4159046.31	MASW e HVSr	60
MASW7 HVSr101	2463434.20	4159931.88	2463383.53	4159964.02	MASW e HVSr	60
MASW4 HVSr092	2466676.88	4158449.13	2466649.36	4158487.23	MASW e HVSr	47
MASW3 HVSr093	2467507.22	4158577.35	2467509.60	4158614.34	MASW e HVSr	37
MASW2 HVSr094	2468188.39	4158400.26	2468118.54	4158439.95	MASW e HVSr	80.34
MASW9 HVSr098	2471060.76	4158261.02	2471066.32	4158320.76	MASW e HVSr	60
MASW10 HVSr116	2470660.05	4157197.86	2470605.01	4157223.93	MASW e HVSr	60
MASW6 bis HVSr099	2471178.97	4157466.60	2471137.02	4157509.50	MASW e HVSr	60



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40 D 69 RG GE 0001 001 A 28 di 198


sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
MASW1 HVSRO87	2472421.06	4157599.08	2472386.34	4157615.38	MASW e HVSR	38.4
MASW11 HVSRI13	2472750.88	4157529.36	2472695.95	41557533.50	MASW e HVSR	60
MASW12 HVSRI17	2472845.14	4157417.48	2472866.64	4157470.95	MASW e HVSR	58

Tabella 6: Sintesi delle sezioni sismiche tomografiche realizzate nell'ambito della campagna Italferr 2019.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
L1	2463465.65	4160133.40	2463561.09	4160389.31	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	273
L2	2463607.57	4160232.16	2463362.12	4160331.31	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	265
L3	2465103.34	4160808.92	2464780.78	4160942.87	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	350
L4	2464932.47	4160796.09	2464953.92	4160969.94	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	175
L5	2469831.73	4157959.11	2470227.80	4158207.27	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	467
L6	2470616.42	4158341.44	2470966.03	4158346.42	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	350
LS11	2461555.78	4158656.78	2461981.00	4158729.00	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	434
LS21	2461851.50	4158601.00	2461774.50	4158820.00	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	233
LS22	2461958.50	4158583.00	2461895.00	4158831.00	SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE	256

Tabella 7: Sintesi delle sezioni elettriche realizzate nell'ambito della campagna indagini Italferr 2019.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
ERT1	2463576.06	4160171.66	2463560.50	4160449.08	SEZIONI ELETTRICHE	277
ERT2	2470090.47	4158120.93	2470359.59	4158275.45	SEZIONI ELETTRICHE	310
ERT3	2470422.38	4158309.93	2470882.83	4158342.12	SEZIONI ELETTRICHE	462

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

3.4 Indagini geognostiche in sito - Italferr 2018

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche del 2018, nell'area di interesse per il presente progetto, sono stati eseguiti n. 5 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo. Per l'ubicazione planimetrica degli stessi si rimanda alla cartografia allegata al presente studio e per i certificati delle stratigrafie e relative prove in foro si rimanda al report delle indagini pregresse (RS3V40D69SGGE0005001A "Indagini geognostiche e prove in situ pregresse").

3.4.1.1 Sondaggi geognostici


Di seguito vengono elencati i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (Sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), quota, strumentazione, profondità, numero campioni prelevati (C), numero prove Standard Penetration Test (SPT), numero prove Lefranc/Lugeon (P), numero prove Dilatometriche (D) e numero prove Pressiometriche (Ps)).

Tabella 8 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	Strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
4S10	4158765,367	2462213,413	447,273	Non strumentato	30	6	9	2		
4S11	4159352,163	2463081,298	500,370	Piezometro	60	7		2		2
4S12	4160964,975	2464366,777	493,502	Piezometro	85	6		2		2
4S13	4159116,344	2467393,503	322,722	Piezometro	40	6	9	2		
4S14	4157836,932	2469419,912	376,206	Piezometro	80	3		2		2

3.5 Indagini precedenti – Italferr 2015/2016

Nell'area oggetto di studio, nell'ambito della campagna di indagini geognostiche del 2015/2016, sono stati eseguiti n. 7 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo. Per l'ubicazione planimetrica degli stessi si rimanda alla cartografia allegata al presente studio e per i certificati delle stratigrafie e relative

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 30 di 198

prove in foro si rimanda al report delle indagini pregresse (RS3V40D69SGGE0005001A “*Indagini geognostiche e prove in situ pregresse*”).

3.5.1.1 Sondaggi geognostici

Di seguito vengono elencati i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2015-2016, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (Sigla, X e Y nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), quota, strumentazione, profondità, numero campioni prelevati (C), numero prove Standard Penetration Test (SPT), numero prove Lefranc/Lugeon (P), numero prove Dilatometriche (D) e numero prove Pressiometriche (Ps)).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Tabella 9. Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo realizzati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2015/2016.

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	Strumentazione	prof <i>m</i>	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
6S5	4159938.662	442348.765	460.191	Piezometro	30.00	6	7	1	1	
7S1	4159828.304	442786.510	512.826	Piezometro	45.00	7	7	2	2	
7S2	4159776.936	443588.142	489.076	Piezometro	40.30	9	7	2	2	
7S3	4158455.954	445580.452	447.328	Piezometro	35.00	7	5	1	2	
7S4	4156558.266	447113.952	402.875	Piezometro	30.00	7	7	1		
7S5	4156368.811	449092.843	361.422	Piezometro	30.00	8	6			
7S6	4156260.558	450602.994	315.959	Piezometro	30.00	7	6	1		

3.5.1.2 Indagini geofisiche

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi delle indagini sismiche e geoelettriche eseguite nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2015-2016, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, X e Y del punto iniziale (a) e del punto finale (b) di ogni singolo stendimento nel sistema di riferimento Monte Mario/Italy zone 2 (EPSG 3004), tipologia di indagine e lunghezza).

Tabella 10 - Indagini geofisiche tipo MASW realizzate nell'ambito della campagna indagini Italferr 2015-2016.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		lunghezza <i>m</i>
	X	Y	X	Y	
M6S5	2462369.11	4159855.97	2462355.59	4159937.37	MASW 82.5-
M7S5	2469090.89	4156359.84	2469094.62	4156446.05	MASW 86.3
M7S6	2470573.94	4156191.64	2470618.80	4156270.32	MASW 90.6

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Tabella 11: Stendimenti sismici a rifrazione realizzati nell’ambito della campagna indagini Italferr 2015-2016.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
L1	2462575.95	4159836.16	2462890.06	4159834.47	SISMICA A RIFRAZIONE	314
L2	2462443.04	4159801.27	2462644.03	4159843.65	SISMICA A RIFRAZIONE	205

3.6 Indagini geognostiche bibliografiche - ANAS 2000


Nell’ambito della campagna indagini ANAS 2000, nell’area di interesse per il presente progetto, è stato eseguito un sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo ed uno stendimento di sismica a rifrazione. Per l’ubicazione delle indagini citate si rimanda alla cartografia allegata al presente studio; per i certificati delle indagini e relative prove in foro si rimanda al report delle indagini pregresse (RS3V40D69SGGE0005001A “Indagini geognostiche e prove in situ pregresse”).

Tabella 12. Sondaggio stratigrafico ANAS 2000

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota m s.l.m.	Strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y					SPT	P	D	Ps
S1	2466920.89	4157808.21	326	Piezometro	30.00	6	3			1

Tabella 13: Stendimento di sismica a rifrazione realizzato nell’ambito della campagna indagini ANAS 2000.

sigla	punto iniziale (a)		punto finale (b)		tipologia indagine	lunghezza m
	X	Y	X	Y		
A	2466912.86	4157889.94	2466900.99	4158139.65	SISMICA A RIFRAZIONE	250-

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 33 di 198

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE REGIONALE

La Sicilia rappresenta un segmento dell’Orogene Appenninico-Maghrebide, che collega l’Appennino al Nord-Africa attraverso l’Arco Calabro-Peloritano. Essa, unitamente al suo margine tirrenico, costituisce un’area geologica, in cui sono presenti varie unità tettoniche derivanti da differenti domini paleogeografici.

In generale il Mediterraneo Centrale è caratterizzato da diversi domini strutturali quali un Dominio di Avampaese, un Dominio Orogenico ed un Dominio Interno. Il Dominio di Avampaese comprende le aree indeformate, del Blocco Pelagiano (placca Nord-Africana) e del Blocco Apulo (placca Adria) separate tra loro dal Bacino Ionico. Il Dominio Orogenico è composto da tre catene, il Sistema a Thrust Esterno, la Catena Appenninico-Maghrebide e la Catena Calabro-Peloritana (Figura 3 e Figura 4). La fascia orogenica è compresa tra due bacini caratterizzati da crosta oceanica: quella ionica più antica ed in subduzione e quella tirrenica, in espansione.

Il Dominio Interno (di hinterland) è rappresentato dal Blocco Sardo-Corso e dal Bacino Tirrenico, caratterizzato come detto da crosta oceanica ed in apertura a partire dal Serravalliano (fase di *rifting* continentale).

L’articolazione e la complessità del territorio siciliano è inoltre 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 la stessa attività antropica.

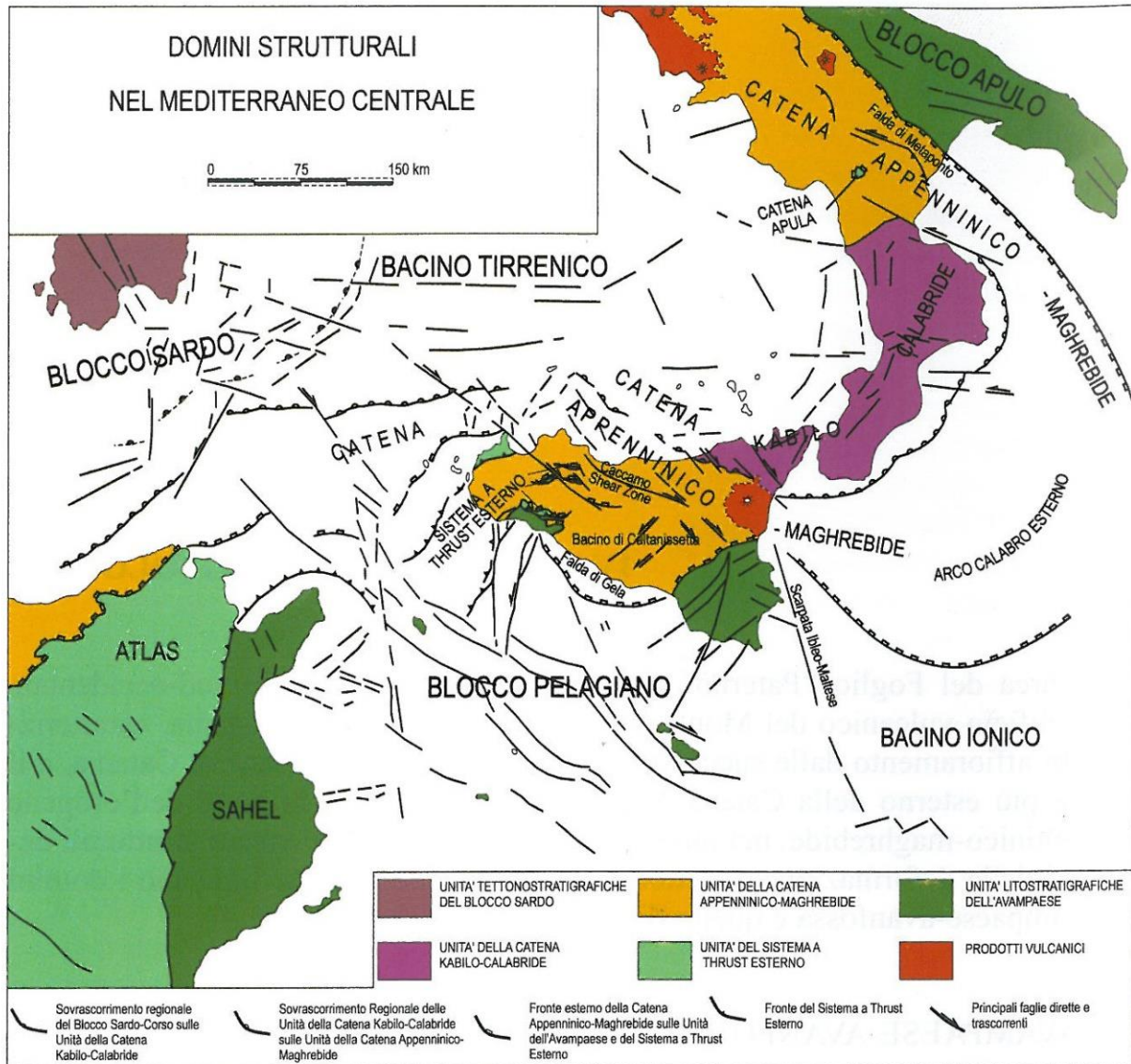


Figura 3. Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995, modificato).

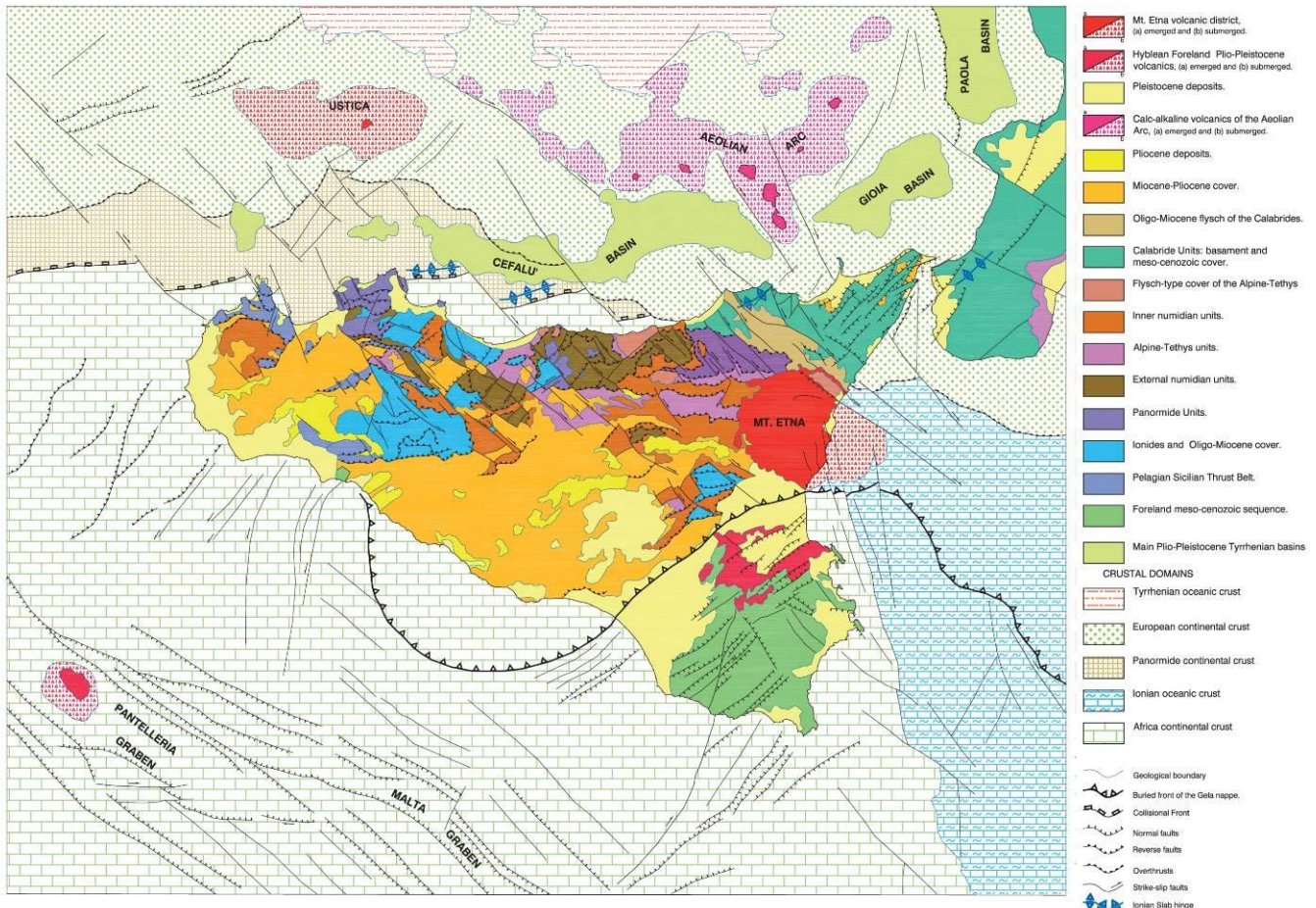



Figura 4. Schema strutturale della Sicilia e dei mari circostanti (da Lentini et al., 2004).

Le principali strutture geologiche che caratterizzano la Sicilia sono (Amodio-Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Lucchesi, 2004; Monaco et al. 2000):

- l'**Avampese 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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 36 di 198

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 che 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).

Nel suo insieme il paesaggio fisico della Sicilia è quindi il risultato di una complessa interazione tra 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).

L'area di studio, ricade nel settore centrale della penisola siciliana, all'interno della Catena Appenninico-Maghrebide.

Tale catena 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 che 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).

La Catena Appenninico-Maghrebide è quindi costituita da una serie di falde più o meno alloctone, totalmente sovrapposto 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. Ulteriori sequenze oceaniche, riconoscibili nelle unità tettoniche più

esterne, sono invece riferibili al un dominio di crosta oceanica, che rappresenta la porzione subdotta dell'originario bacino ionico (Finetti et al. 2005).

Il Sistema a thrust Siculo-Pelagiano rappresenta il più esterno tra i domini orogenici della catena ed è nel complesso interpretabile come il prodotto della deformazione post tortoniana delle originarie coperture sedimentarie del margine più interno del Blocco Pelagiano, che erano stati precedentemente ricoperti dalla Catena Appenninico-Maghrebide.

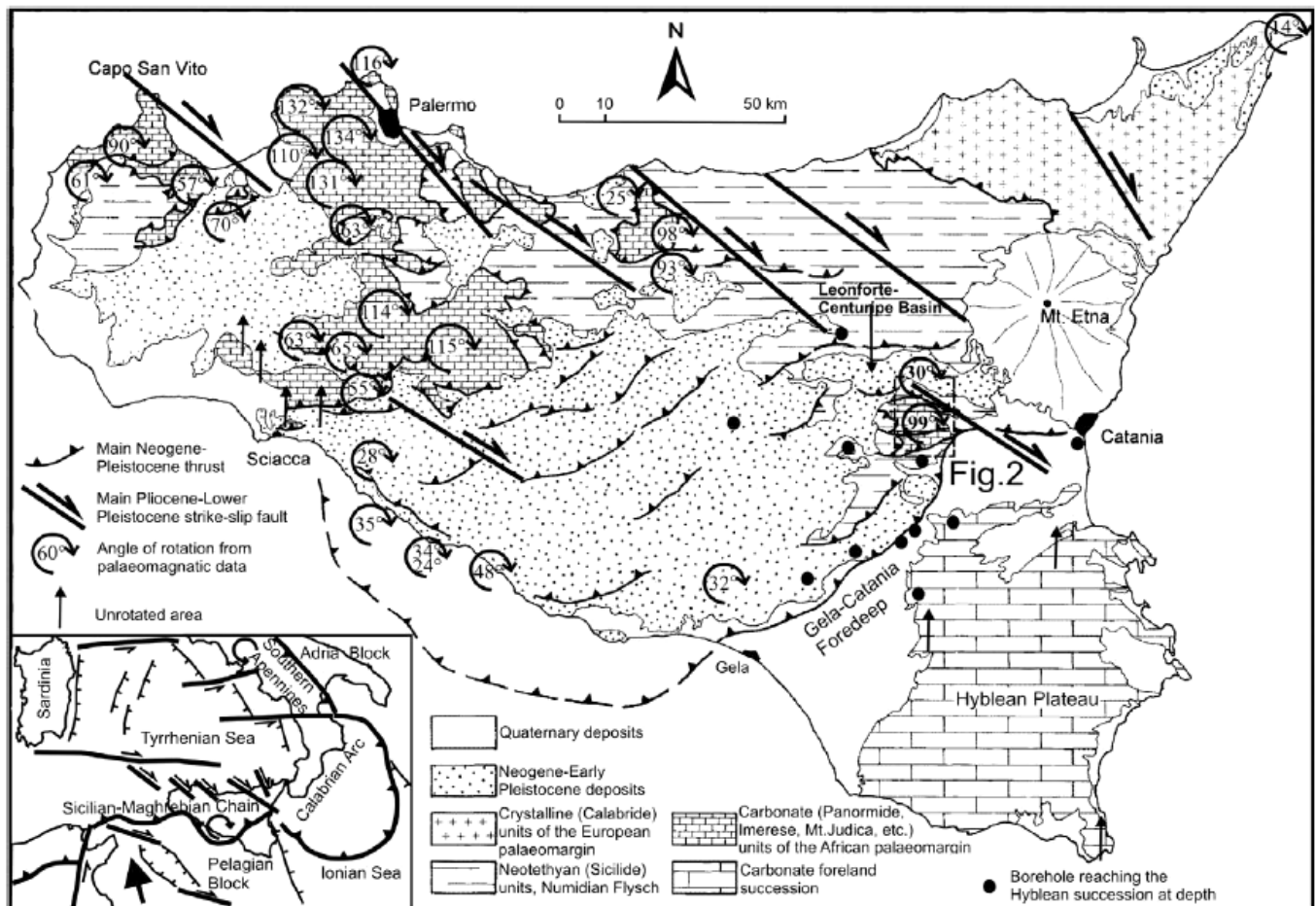


Figura 5. Carta geologico-strutturale della Sicilia, con evidenze delle rotazioni neogeniche connesse allo sviluppo dell'orogene (da Monaco & De Guidi 2006).

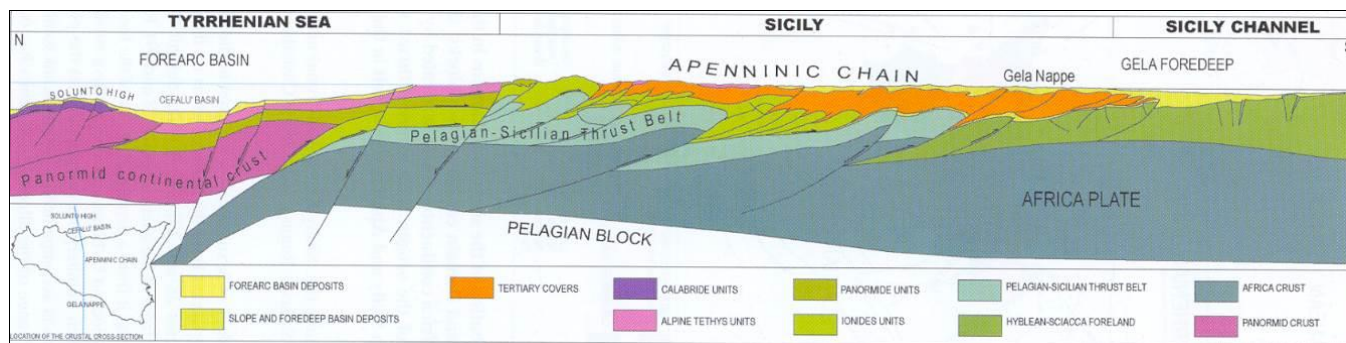


Figura 6. Profilo schematico mostrante l'architettura strutturale dell'orogene siciliano (modificato da Finetti et al., 2015).

4.1 Evoluzione geologica

La tettonogenesi che ha interessato la Sicilia nel Miocene inferiore, ad esclusione del settore peloritano nord-orientale, ha portato le principali unità tettoniche dell'area accavallarsi dalle zone nord-occidentali verso quelle Sud-orientali, dando vita ad un sistema a *thrust and fold* vergente verso SE (Catalano et al. 1996; Monaco et al. 2000; Bello et al. 2000; Lavecchia et al. 2007). Le falde della Catena Appenninico-Maghrebide si accavallano, quindi, sull'Avampese 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; Avellone et al. 2010).

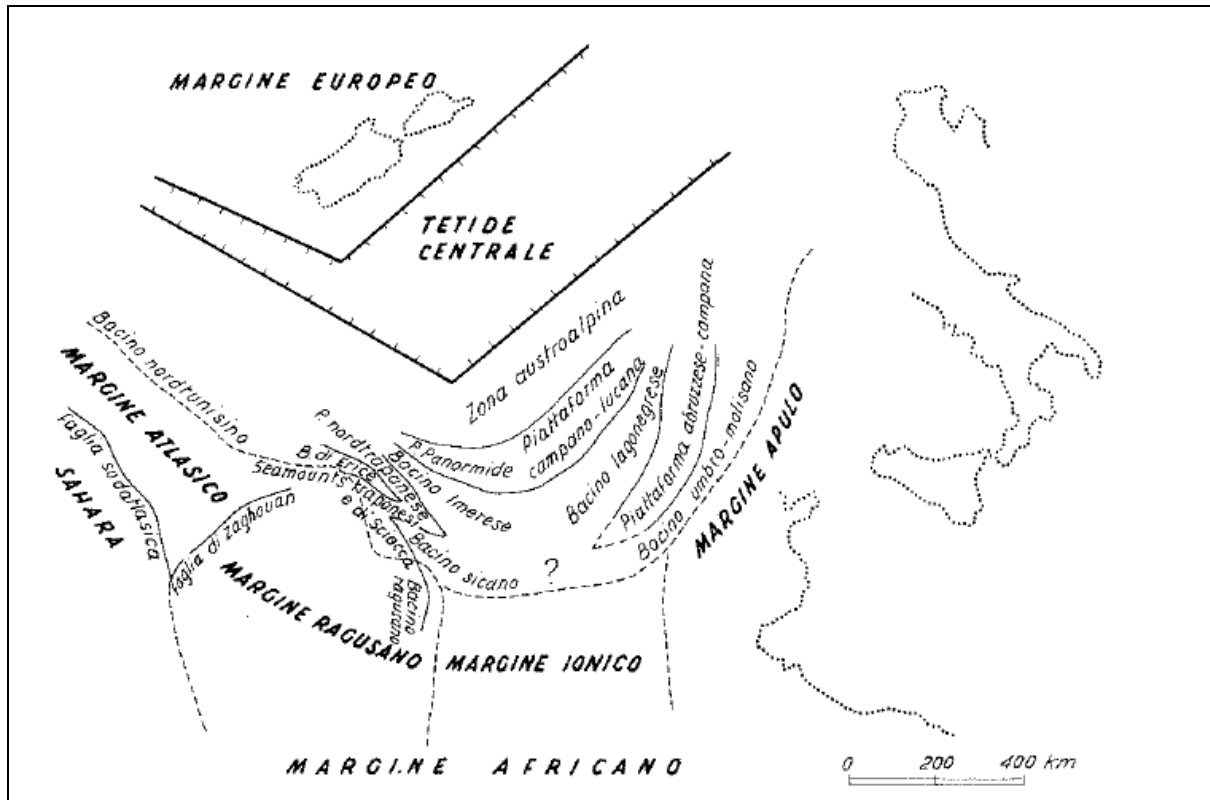


Figura 7. Ricostruzione palinspastica della Tetide centrale nel Giurassico (da Scandone et al. 1974, modificato).

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, denominato 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).

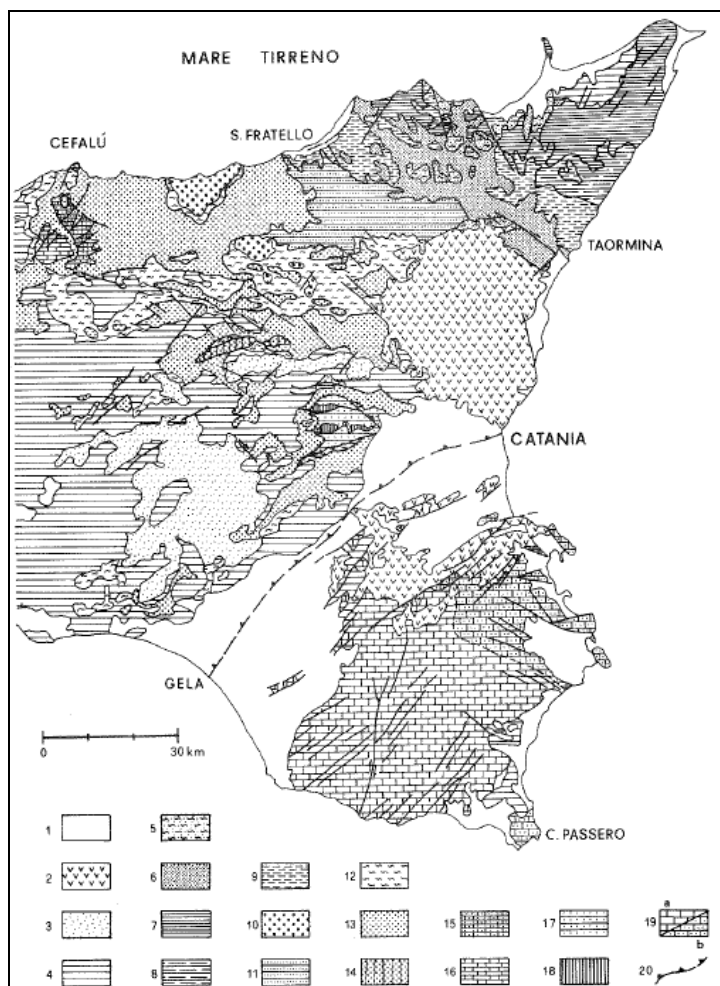



Figura 8. Schema geologico-strutturale della Sicilia orientale (da Bianchi et al. 1987).

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 Calcareni 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 Panormide; 16) Unità mesozoiche di bacino del Complesso Imerese; 17) Copertura oligomiocenica 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.

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 41 di 198

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, quindi, 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).

A partire dal Serravalliano e fino a tutto il Tortoniano, sulle unità dell’orogene siciliano in strutturazione, si depositano in discordanza conglomerati, sabbie e argille di ambiente fluvio-deltizio che venivano ospitati in piccoli bacini di piggy back (F. Terravecchia- Butlerr & Grasso), colmati dai depositi provenienti dallo smantellamento delle aree emerse della catena (paleo Madonie e dal basamento cristallino calabride), mentre più a Sud essi andavano a colmare una estesa e complicata depressione strutturale, il Bacino di Caltanissetta che occupa vaste zone della Sicilia centrale ed è bordata a nord dai Monti di Trabia-Termini Imerese e dalle dorsali dei Monti delle Madonie e dei Monti Nebrodi.

Il bacino di sedimentazione della Terravecchia può essere diviso in due grandi settori : uno meridionale costituito dalla paleo – avanfossa, in cui si ritrovano sedimenti argillosi marini poggiati in discordanza angolare su un substrato debolmente deformato, ed uno settentrionale costituito da unità allonctone a thrust, con un assetto tettonico tale da dare origine ad uno o più bacini satellite, caratterizzati da sistemi deposizionali fluvio- deltizi. Questi ultimi passano, verso l’alto a sedimenti marini, che suggeriscono una fase di trasgressione avvenuta nel Tortoniano superiore.

La fine del Tortoniano è segnata da una superficie di massima sommersione e da un substrato deformato, il quale viene ereditato nel Messiniano (Butlerr & Grasso 1993). La transizione stratigrafica dal Tortoniano al Messiniano è caratterizzata da una limitazione della circolazione marina e dalla deposizione locale di laminiti diatomitiche e torbaniti della formazione Tripoli (Ogniben, 1957).

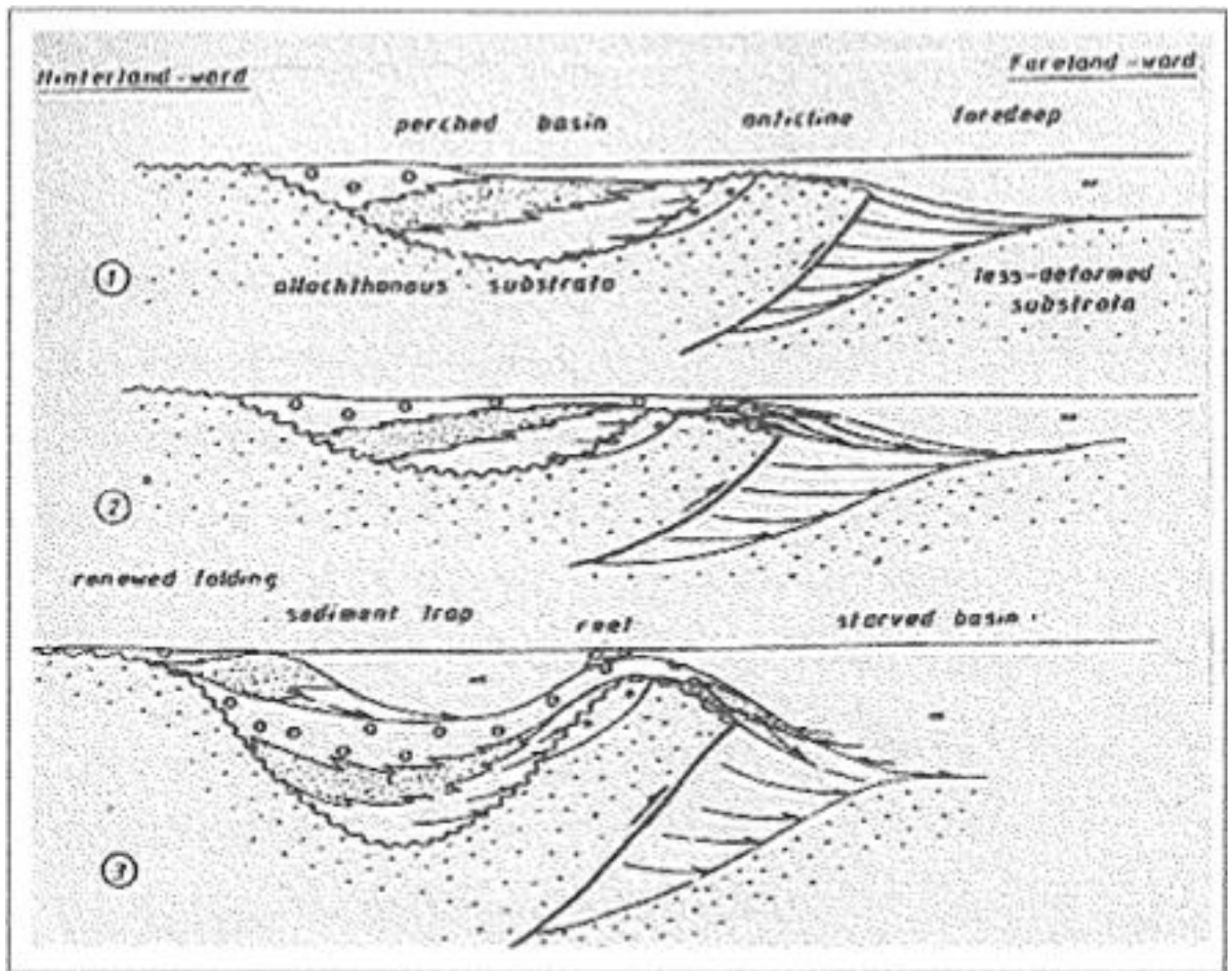


Figura 9. Schema rappresentativo della deposizione fluvio- deltizia della Formazione Terravecchia. Tratto da Grasso M. & Butler R.W.H (1991) – “Tectonic controls on the deposition of late Tortonian sediments in the Clatanissetta Basin of central Sicily” MEM. SOC. GEOL. IT., 47 (1191), 313-324.

Alla fine del Messiniano, quindi, 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).

Butler et alii (1995), espongono un modello regionale per la stratigrafia evaporitica della Sicilia attraverso una scalinata di bacini satellite, separati da piccole soglie, che delimiterebbero diversi ambienti paleobatimetrici ed idrodinamici per l'accumulo di evaporiti.

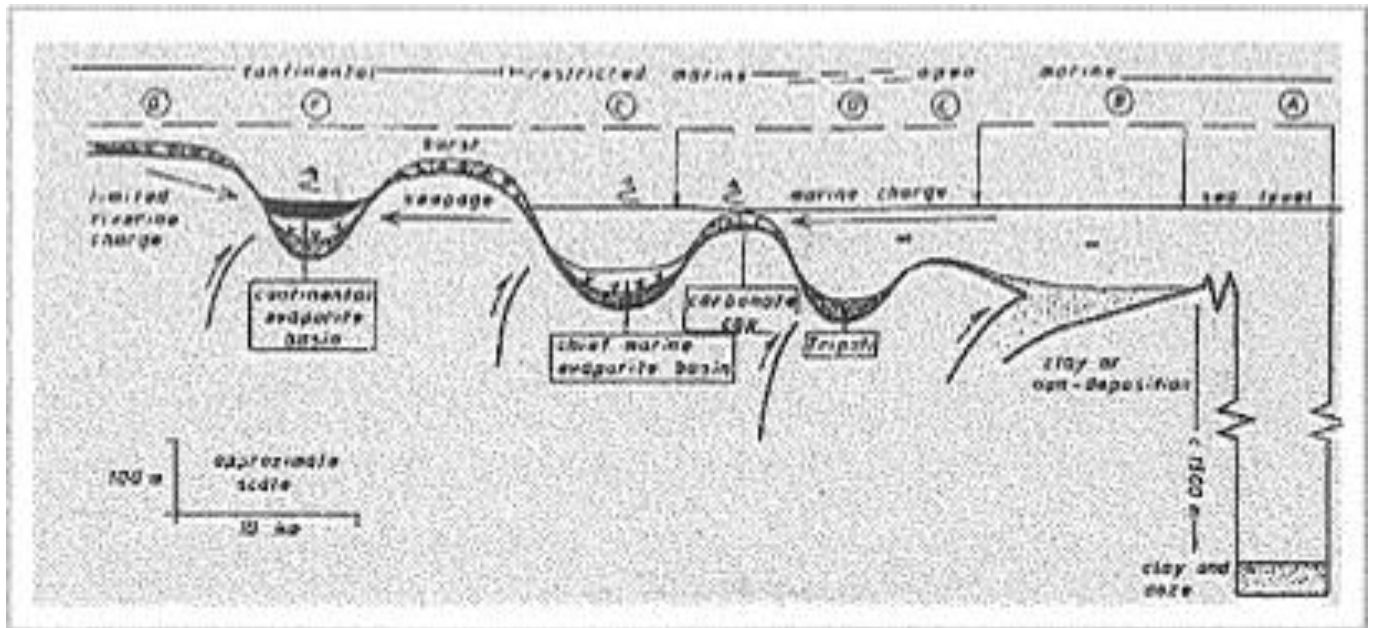



Figura 10. Rappresentazione schematica del modello deposizionale delle evaporiti Messiniane. Tratto da Butler et alii (1995) – "Tectonic and sequence stratigraphy in Messinian basin Sicily: constraints on the initiation and termination on the Mediterranean salinity crisis – GSA Bull. Apr. 1995, v. 107; no. 4; p. 425-439.

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 44 di 198

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; Catalano et al. 2010). 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).

4.2 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. 2007). L'intero sistema è caratterizzato dalla presenza di numerose faglie inverse e transpressive (Lavecchia et al. 2007). 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).

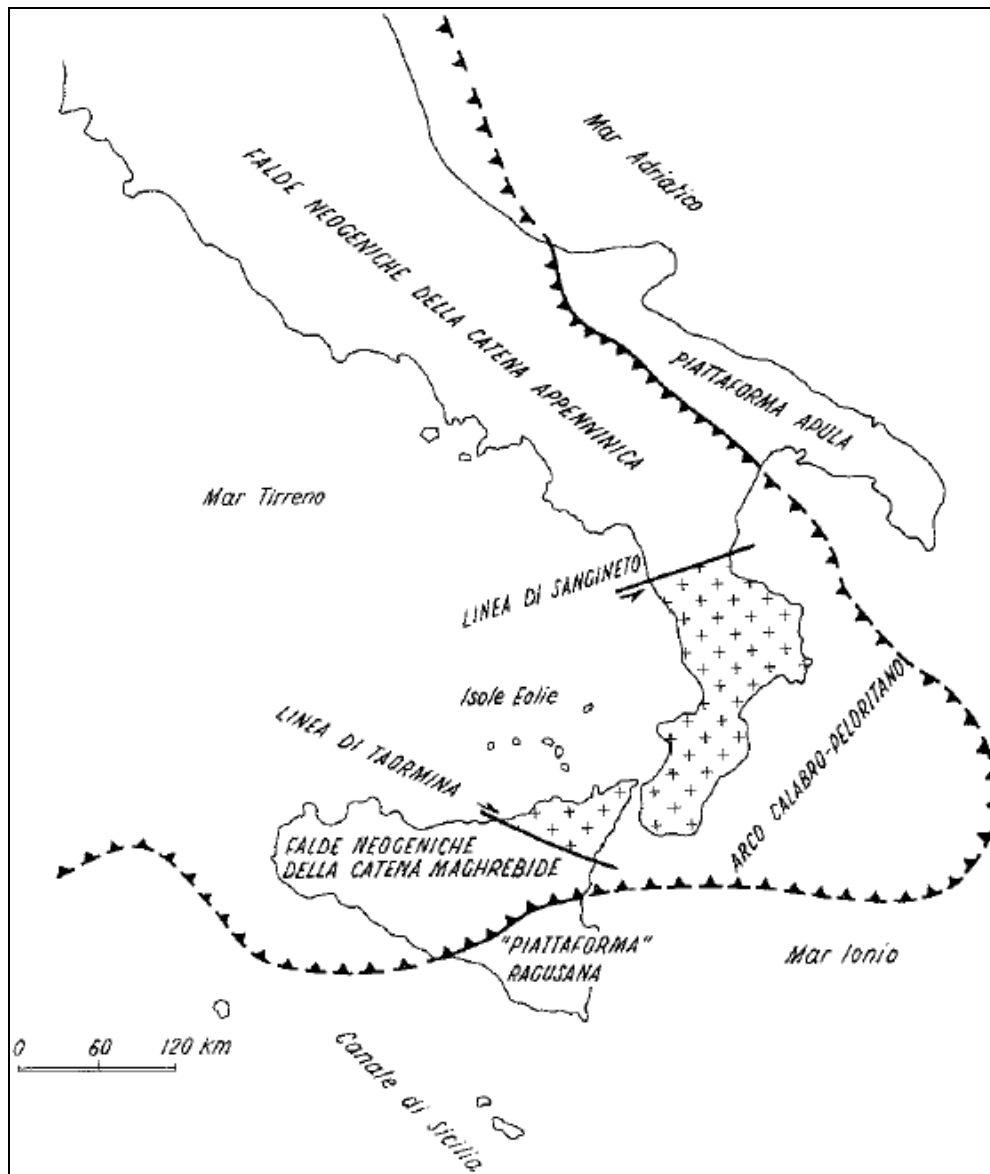



Figura 11. Ricostruzione schematica della Catena Appenninico-Maghrebide (da Bonardi et al. 1976)

In particolare, relativamente all'area oggetto di studio, la deformazione strutturale che l'ha interessata può essere schematizzata attraverso tre distinte fasi tettoniche (Carbone et al. 1982; Bello et al. 2000; Monaco et al. 2002):

- **fase transtensiva** (Cretacico – Eocene);

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 46 di 198


- **fase compressiva** (Oligocene superiore – Messiniano);
- **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).

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. 2007). 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.

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. 2007). 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).

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 47 di 198


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; Torrisi et al. 2008).

L’assetto delle strutture in superficie definisce due fasce ad andamento generale NNE-SSO, rappresentate dall’alto strutturale Monte San Calogero – Stazione di Roccapalumba e dalla dorsale Cozzo Dipilo – Monte dei Cervi, separati da una importante depressione morfotettonica percorsa dai Fiumi Torto e Imera settentrionale (Catalano et al. 2000; 2011). L’assetto strutturale dell’area è caratterizzato da un generale approfondimento delle strutture verso Nord, ovviamente accompagnato da un sollevamento tettonico verso SE delle unità di piattaforma carbonatica.

In generale, sono riconoscibili tre livelli strutturali separati da superfici tettoniche a basso angolo (Catalano et al. 2000). Il livello strutturale inferiore è un cuneo, spesso 6 o 7 km, di embrici di piattaforma carbonatica scollati dal basamento cristallino apparentemente non deformato (Catalano et al. 2000). Sono state riconosciute unità con caratteristiche di piattaforma carbonatica di appartenenza panormide che si sovrappongono ai terreni di piattaforma carbonatica trapanese (Catalano et al. 2011).


Il livello strutturale intermedio è un insieme di unità dello spessore complessivo di 1-2 km, derivanti dalla deformazione del Dominio Imerese e delle relative coperture oligomioceniche del Flysch Numidico (Catalano et al. 2011). Tali unità sovrascorrono, lungo un livello di scollamento debolmente immergente a Nord, sulle unità embricate di piattaforma carbonatica. Il livello strutturale superiore corrisponde ad un complesso elemento tettonico costituito in gran parte dai depositi permo-triassici del Bacino di Lercara (Catalano et al. 2000). Questo elemento tettonico generalmente sepolto affiora piuttosto estesamente a Nord, nella regione di Cerda e nell’area adiacente alla stazione di Roccapalumba (Catalano et al. 2011).

Le unità della piattaforma carbonatica sono presenti al di sotto di una grande antiforme SE vergente, in buona parte costituita da embrici di terreni imeresi (Miucci et al. 1988; Catalano et al. 2011). I terreni paleozoico-triassici occupano, tanto in affioramento quanto nel sottosuolo, la regione tra i Monti di Termini Imerese e le Madonie, spingendosi anche a Sud dell’allineamento Castronovo – Valledolmo. Tali depositi appaiono generalmente ricoperti tettonicamente da cunei deformati del Flysch

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 48 di 198

Numidico, anche se le deformazioni tettoniche successive hanno prodotto dislocazioni interne ai due corpi ed inversioni rispetto alla sovrapposizione originaria (Catalano et al. 2011).

Nell'area di Lercara, le coltri triassico-paleozoiche si sovrappongono alle Unità Sicane, che riaffiorano nella regione di Castronuovo – Cammarata e si immergono verso SE al di sotto della Falda di Gela (Catalano et al. 2011). L'assetto strutturale è ancora quello di un cuneo di unità di piattaforma carbonatica su cui poggiano le unità bacinali mesozoico-paleogeniche, i cunei tettonici oligo-miocenici del Flysch Numidico e i terreni permo-triassici più interni (Catalano et al. 2000; 2011).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 49 di 198

5 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE E CARTOGRAFIA GEOLOGICA

L'assetto geologico-strutturale dell'area di interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati bibliografici disponibili con le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione condotta, le risultanze dal rilevamento geologico effettuato e sulla base dalle indagini di sito appositamente realizzate per il presente studio. Il rilevamento è stato effettuato in base alle linee guida del Servizio Geologico d'Italia, come già riportato nel capitolo 3, e alla Carta geologica della Sicilia Centro-Orientale (Lentini et al. 1991) e alla Carta Geologica in scala 1:100.000 Foglio 268 (Caltanissetta) opportunamente integrate per adattarle alla scala della cartografia realizzata (1:5.000). Inoltre, le litologie del substrato analizzate vengono associate alle formazioni presenti in bibliografia.

Nel complesso, le unità del substrato più antiche sono strutturate in una serie di *thrust* pellicolari formatesi a partire dal Burdigaliano inferiore. Tali unità sono spesso ricoperte da estesi depositi quaternari di genesi detritica e alluvionale (Abate et al. 1988; Catalano et al. 2011), particolarmente importanti nei settori di fondovalle.

Con diretto riferimento a quanto riportato nei principali studi geologici a disposizione le successioni stratigrafiche presenti nell'area di interesse possono essere così distinte.


5.1 UNITÀ TETTONICHE DELLA CATENA

5.1.1 UNITÀ SICILIDI

UNITÀ TETTONICA DI NICOSIA

L'unità tettonica di Nicosia è costituita da una successione pelitica basale estremamente caotica costituita da sedimenti prevalentemente pelagici d'età cretacico-paleogenica, mostranti caratteri di broken formation, che include blocchi e frammenti di varie formazioni probabilmente inglobati durante i processi di accavallamento sul paleo-margine continentale africano.

- SUCCESSIONI DEL BACINO DEL FLYSCH NUMIDICO

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 50 di 198

Flysch Numidico

Il termine flysch Nnumidico proviene dalla letteratura geologica del Nord Africa, dove questa formazione è estesa dalla Tunisia al Marocco fino alla Spagna meridionale; si tratta di una potente alternanza di argille di colore bruno tabacco, scagliettate estremamente tettonizzate contenenti intercalazioni di quarzareniti giallastre, talora grossolane, organizzate in strati e banchi potenti fino ad alcuni metri, che nella parte alta prevalgono sulle peliti. Le intercalazioni quarzose arenitico ruditiche, sovente hanno un andamento lenticolare. L'intervallo basale a prevalenza argillosa data l'Oligocene superiore, mentre quello quarzarenitico è assegnato all'Aquitano-Burdigaliano.

In affioramento questa formazione presenta spessori massimi di circa 300 metri.

Nella Sicilia centro-occidentale la Formazione del Flysch Numidico, considerando le sue varie facies e con i raddoppi infraformazionali, può raggiungere i 1500-2000 m.

Nel sondaggio Caltanissetta 001 questa formazione è stata perforata per circa 700 metri (http://www.videpi.com/deposito/pozzi/profilipdf/caltanissetta_001.pdf) e per circa 2000 metri nel sondaggio Morello 001 (http://www.videpi.com/deposito/pozzi/profilipdf/morello_001.pdf), al di sotto dei sedimenti tortoniani della Formazione Terravecchia.

In letteratura sono riconducibili ad ambienti deposizionali quali depositi di scarpata, base scarpata e conoidi torbiditici.

Oligocene superiore - Miocene inferiore (Burdigaliano)

- **Flysch Numidico - membro di Monte Salici (FYN3)**

Deposito torbiditico costituito da un'alternanza di argille limose e argille limoso-marnose di colore grigio e grigio-azzurro, marrone per alterazione, a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli millimetrici di sabbie limose grigie e giallastre; a luoghi si rinvengono intercalazioni di quarzareniti medio-fini di colore grigio e giallastro, da mediamente a molto fratturate, in strati da sottili a medi, e livelli di argille marnose di colore grigio scuro e nerastro, a struttura indistinta o finemente scagliosa; talora sono presenti livelli decimetrici di limi grigi e venature di calcite variamente orientata.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	51 di 198

(FYNa) Quarzareniti medio-fini di colore grigio e giallastro, da poco a molto fratturate, in strati molto spessi e grossi banchi, generalmente gradati; in alternanza alle porzioni arenacee, si rinvencono frequenti livelli di argilliti e argille marnose di colore grigio e bruno, in strati da molto sottili a medi.

Le areniti hanno composizione quarzosa omogenea, a granulometria da fine a ruditica, da mal classate a debolmente gradate in abbondante matrice silicea; inglobano inclusi argillosi neri (clay cips) di varia dimensione e abbondanti croste e noduli manganesiferi. La geometria dei banconi quarzoarenitico-ruditici è spesso lenticolare con base fortemente erosiva.

Alla base della formazioni sono talora presenti calcari marnosi e marne grigio-biancastre ad affinità sicilide.


Lo spessore della formazione è molto variabile, ma complessivamente non supera i 300 m.



Figura 12. Flysch Numidico, membro di Monte Salici (FYN3); sondaggio 4SD25_GN 45.00 ÷ 50.00 (quota cavo galleria Dittaino)



Figura 13. Quarzareniti giallastre in grossi banchi ascrivibili al Flysch Numidico membro di Monte Salici (FYN3a), affioramento (2470618.450, 4158431.150; Monte Mario / Italy zone 2). Per quanto riguarda i dati sull'ammasso roccioso del FYN3a, per la parte arenacea con sottili intercalazioni di materiali fini, si può assumere in base ad esperienze pregresse su materiali simili GSI 40÷50 e SigmaC, durezza della roccia intorno ai 40MPa.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 54 di 198

GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE

Argille Varicolori Inferiori

Sono costituite da prevalenti argilliti scagliettate a struttura caotica, di colore variabile dal rosso vinaccia, al verde, al grigio ferro, contenenti intercalazioni di spessore decimetrico di radiolariti grigio-verdi e rossastre a frattura prismatica, arenarie a granulometria fine e calcisiltiti e calcareniti grigie e nocciola con patine manganesifere in strati di spessore da centimetrico a decimetrico. Si tratta di una successione estremamente tettonizzata caratterizzata dalla presenza di numerose zone di taglio. All'interno di questi terreni sono inclusi tettonicamente blocchi di dimensioni variabili da poche decine di metri fino a qualche chilometro, costituiti da lembi di altre formazioni appartenenti a differenti domini paleogeografici. In particolare blocchi di basalti afirici (γ), calcari detritici di piattaforma con frammenti di echinidi, rudiste e alghe (cr), calcari marnosi biancastri e marne rosate tipo "Scaglia" con associazioni a foraminiferi planctonici (sc) e blocchi di arenarie glauconitiche grigio-verdastre con intercalati livelli di marne grigio-brune (ag). Lo spessore di questa successione è difficilmente definibile e in affioramento è comunque superiore ai 300 metri, mentre in sottosuolo raggiunge i 1000 metri perforati nel sondaggio Caltanissetta 1. In letteratura sono riconducibili ad ambienti deposizionali di piana batiale e base scarpata.

Cretaceo - Oligocene inferiore




Figura 14. Argille Varicolori Inferiori (AV); sondaggio 4SD25_GN, 75.00 ÷ 80.00 (quota cavo galleria Dittaino)



Figura 15. Argille Varicolori Inferiori (AV); affioramento (2469313.457, 4157626.589 Monte Mario/Italy zone 2).



Figura 16. Affioramento di calcari marnosi biancastri e marne rosate tipo “Scaglia” (sc) affioranti in terreni di Argille Varicolori Inferiori (AV); l’affioramento è situato all’imbocco della “Galleria Dittaino” lato Palermo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 57 di 198

5.2 DEPOSITI MARINI NEOGENICO-QUATERNARI


Al tetto delle unità tettoniche della catena poggiano, in netta discordanza, depositi tortoniani, evaporiti messiniane e depositi del Plio-Pleistocene, a cui si intercalano, a vari orizzonti stratigrafici, livelli di argille brecciate. Queste successioni si sono depositate in bacini satelliti ubicati sopra le unità strutturate durante le fasi collisionali neogeniche.

I depositi marini neogenico quaternari che interessano l'area in oggetto sono descritti di seguito.

FORMAZIONE TERRAVECCHIA

Depositi di piana fluvio-deltizia, depositi marini di piattaforma continentale, di scarpata, base scarpata e conoide torbiditica costituiti da tre differenti litofacies a composizione argilloso-marnosa, conglomeratico-sabbiosa e argilloso-brecciata. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sul Flysch Numidico e sulle Argille Variegata. Lo spessore della formazione è di circa 300-400 metri, mentre in sottosuolo raggiunge spessori di circa 1300 metri perforati nel sondaggio Morello 001 (http://www.videpi.com/deposito/pozzi/profilo/pdf/morello_001.pdf).

- **Membro pelitico argilloso (TRV);** Argille limose e argille marnose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro, marrone per alterazione, a struttura scagliosa o sottilmente stratificata, talora con laminare e con strati irregolari e lentiformi, con frequenti livelli millimetrici di sabbie e sabbie limose grigie e giallastre; a luoghi si rinvencono passaggi di marne, marne argillose e argilliti di colore grigio e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o sottilmente stratificata;
- **Membro sabbioso – arenaceo (TRVa);** Sabbie e arenarie tenere e poco cementate, da giallastre a grigie, con stratificazione incrociata, talora alternate con peliti;
- **Membro brecciato (TRVb);** Argille, argille limose e limi argillosi di colore grigio e marrone, a struttura brecciata o a blocchetti poliedrici, talora scagliosa o indistinta; a luoghi si rinvencono

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

passaggi di argille marnose e argilliti di colore grigio-verdastro, a struttura brecciata o finemente scagliosa, e olistoliti eterometrici di quarzareniti numidiche (FYN) e argille variegata (AV).

Tortoniano inferiore - Messiniano inferiore



Figura 17. Formazione di Terravecchia, membro pelitico -argilloso (TRV), sondaggio 4SD11_GN, 95.00 ÷ 100.00 (quota cavo galleria Sicani)



Figura 18. Formazione di Terravecchia, membro sabbioso-arenaceo (TRVa), sondaggio 4SD08_GN, 35.00 ÷ 40.00 (quota cavo galleria Sicani)



Figura 19. Formazione di Terravecchia, membro sabbioso-arenaceo (TRVa), affioramento (2463119.479, 4160137.959, Monte Mario/Italy zone 2)

SABBIE DI COZZO CAMPANA

Sabbia medio-fine con livelli centimetrici e millimetrici di limo argilloso debolmente sabbioso, da addensata a molto addensata, giallastra con livelli avana e biancastri (Figura 20). Localmente può presentare livelli arenacei. Tale unità è discordante sul Tripoli e sulla F.ne di Terravecchia.

Messiniano superiore

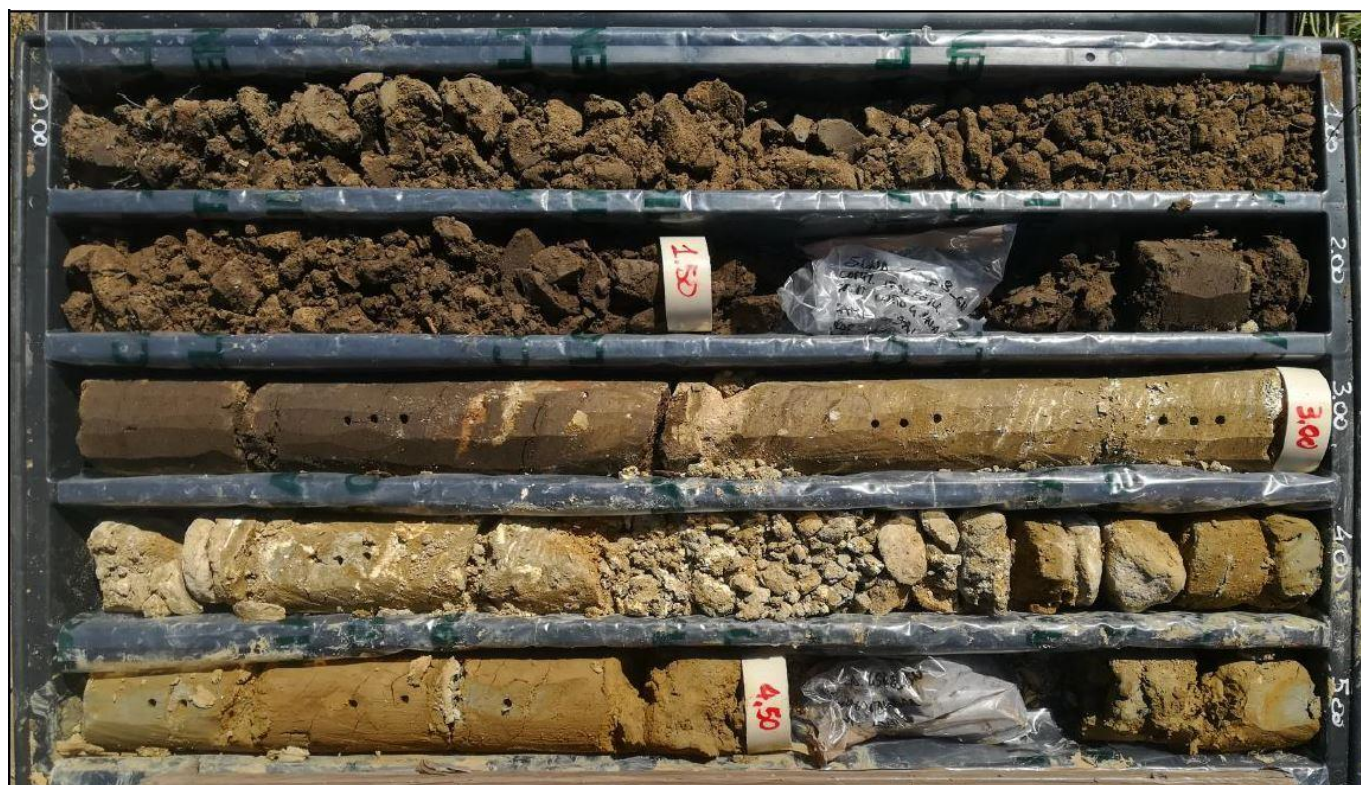


Figura 20. Sabbie di Cozzo Campana, sondaggio 4SD08_GN, 0.00 ÷ 5.00 (imbocco galleria Sicani lato Palermo)


TRIPOLI (TPL)

Diatomiti e marne diatomitiche laminate e fissili di colore bianco-candide o grigio chiare, con resti di pesci di colore bruno ambrato, alternate a marne laminate con abbondanti foraminiferi planctonici, talora bituminose. Spessore inferiore a 30 m. Lo spessore del Tripoli non supera di norma i 40 metri. Depositi di bacino euxinico.

Messiniano inferiore



Figura 21. Tripoli (TPL), affioramento (2465550.642, 4159392.665, Monte Mario/Italy zone 2)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 63 di 198

5.3 DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Le successioni continentali quaternarie sono formate da cinque differenti unità geologiche, estesamente affioranti in tutta l'area di intervento come copertura dei termini litologici più antichi.

5.3.1 Depositi alluvionali

Tali depositi sono formati da tre distinte sequenze sedimentarie, ampiamente affioranti in corrispondenza del fondovalle del Fiume Dittaino.

Depositi alluvionali terrazzati

I presenti terreni si rinvengono nel settore sud orientale dell'area di studio e, in particolare, in corrispondenza delle estese superfici terrazzate presenti in prossimità del centro abitato di Dittaino. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, lago di meandro e canale in fase di abbandono, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e presentano uno spessore massimo di circa 18 m. Dal punto di vista cronostatigrafico, tali terreni sono riferibili all'intervallo Pleistocene superiore – Olocene.

La *litofacies* più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate (**bn1**), in matrice sabbiosa e sabbioso-argillosa di colore avana, nocciola, marrone, grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; talora sono presenti ciottoli e blocchi da angolosi a sub-angolosi; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, ocra e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi.

La *litofacies* psammitica è formata da sabbie e sabbie limose di colore giallastro (**bn2**), a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi di colore nocciola, giallo e ocra, a struttura indistinta o debolmente laminata, con frequenti resti vegetali e rare ghiaie poligeniche, da angolose ad arrotondate.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	64 di 198

La *litofacies* più fine, invece, è costituita da argille limose e limi argillosi di colore bruno, marrone, nocciola, grigio e giallastro (**bn3**), a struttura indistinta o laminata, con frequenti intercalazioni di argille limoso-sabbiose e limi argilloso-sabbiosi marroni, nocciola e grigiastri; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi di colore grigio e giallastro e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose ad arrotondate; talora sono presenti livelli di torbe e terreni organici nerastri, con incluse concrezioni biancastre e patine di ossidazione.

Depositi alluvionali recenti


Tali depositi si rinvengono in corrispondenza corsi d'acqua che interessano il tracciato al km 8+700 e al km 10+050 circa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche, con spessore massimo dell'ordine di qualche metro, sono interamente riferibili all'Olocene.

La *litofacies* che interessa l'area è prettamente pelitica, composta da argille limose e limi argillosi di colore marrone, grigio, nocciola e giallastro (**bb3**), a struttura indistinta o laminata, con frequenti intercalazioni di argille limoso-sabbiose marroni e grigie; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi di colore nocciola, marrone e giallastro e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate; talora sono presenti livelli di torbe e terreni organici nerastri, con incluse concrezioni biancastre e patine di ossidazione.

Depositi alluvionali attuali

Tali terreni si rinvengono in corrispondenza dell'alveo del Fiume Dittaino. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e piana inondabile, costituiti da una litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici alle Coltri eluvio-colluviali. Questi terreni presentano uno spessore massimo di qualche metro e sono riferibili all'Olocene.

Dal punto di vista litostratigrafico, i depositi in esame sono formati da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ba1**), da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 65 di 198

limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

5.3.2 Depositi di versante

I suddetti depositi sono rappresentati da un'unica unità geologica, presente nell'area di studio come copertura di tutte le unità più antiche.


Depositi eluvio-colluviali

Tali terreni si rinvengono in particolare nelle aree impluviali e alla base dei rilievi collinari più acclivi ed estesi. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a composizione argilloso-limosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi alluvionali attuali. Questi terreni presentano uno spessore massimo dell'ordine di qualche metro e sono ascrivibili all'Olocene.

Dal punto di vista geologico, sono formati da argille limose e argille sabbiose di colore grigio, marrone e bruno-rossastro (**b2**), a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati; spesso si rinvengono passaggi di limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, ocra e giallastro, a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati.




Figura 22. Deposito affiorante di eluvio-colluviale (b2) in zona industriale Dittaino (a), nella foto sottostante (b) dettaglio di una foto del sondaggio 655 del 2015.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 67 di 198

5.3.3 Depositi antropici (h)

Blocchi, ciottoli e ghiaie, poligenici, da angolosi a sub-angolosi, con matrice sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante. Rilevati antropici (stradali, ferroviari, argini laghi ecc...).

(Olocene)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 68 di 198

6 ASSETTO STRUTTURALE LOCALE

La strutturazione geometrica dei depositi affioranti nell'area, nonché il loro assetto giaciturale e le loro principali caratteristiche sedimentarie, derivano essenzialmente dell'evoluzione tettonica che ha scandito la storia evolutiva di questo settore dell'orogene Appenninico-Maghrebide.

In generale, le principali strutture tettoniche spesso appaiono parzialmente obliterate e/o sepolte al di sotto dei depositi continentali quaternari e, pertanto, l'esatta ubicazione delle stesse, nonché la definizione dei rapporti geometrici tra le varie unità geologiche è generalmente complessa e di non facile lettura.

In accordo con l'assetto strutturale regionale, l'area è interessata da un importante sovrascorrimento con direzione NE-SW che interessa il tracciato alla pk 12+600 circa, e mette in contatto i termini acrivibili alla SUCCESSIONI DEL BACINO NUMIDICO (*Oligocene superiore – Burdigaliano*) con termini più recenti della FORMAZIONE DI TERRAVECCHIA (*Tortoniano inferiore - Messiniano inferiore*).

Sono inoltre presenti numerose faglie inverse e trascorrenti ad alto angolo a direzione prevalente NE-SW, oltre che strutture normali a direzione NNW e SSE e, secondariamente NE-SW.

Dall'analisi dello sfumo LIDAR a 2.5 m della Regione Siciliana sono stati riconosciuti e cartografati lineamenti tettonici e strutture geologiche a scala regionale e locale. Ove possibile tali strutture sono state verificate in campagna.

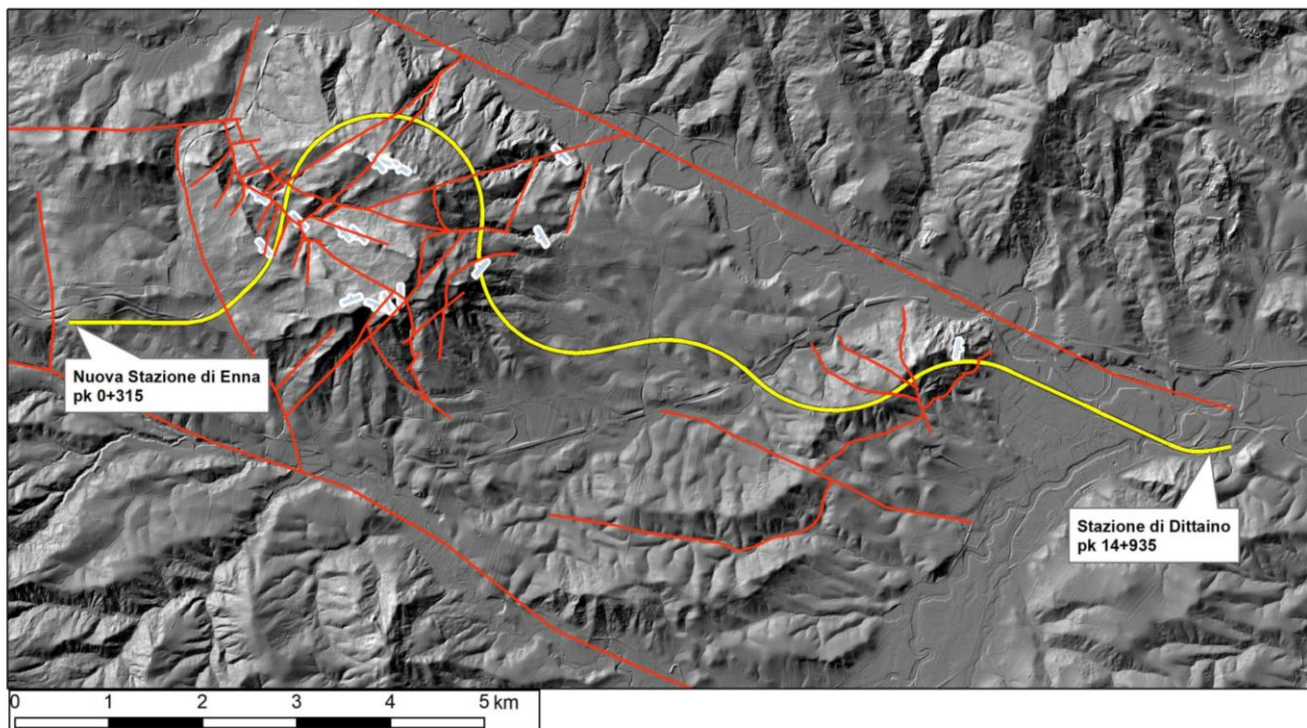



Figura 23. Modello digitale del terreno della Regione Siciliana (DEM) con i lineamenti tettonici (rosso) e giaciture nella tratta di studio, in giallo il tracciato di studio.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 70 di 198

7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE


7.1 Inquadramento geomorfologico regionale

L'evoluzione geomorfologica del settore di studio è legata ad un insieme di fattori geologici, geomorfologici 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 all'evoluzione geodinamica della Catena Appenninico-Maghrebide e dell'Avanfossa Gela-Catania (Lentini et al. 1995; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000), particolarmente intensa nel Pleistocene medio-superiore e nell'Olocene (Carbone et al. 2010), oltre che ai fenomeni di erosione superficiale verificatisi durante Quaternario (Carbone et al. 2010).

Le aree montuose sono caratterizzate da massicci o aspri rilievi, generalmente delimitati da versanti da mediamente a fortemente inclinati. In tali settori, sono frequenti le forme del rilievo dovute alla tettonica, alla morfoselezione, ai processi di spianamento ed a fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante. L'assetto geomorfologico di tali settori è quindi il risultato della complessa combinazione tra processi endogeni ed esogeni (Hugonie 1979), quali movimenti tettonici e erosione selettiva.

Il settore pedemontano è caratterizzato, invece, da rilievi collinari poco acclivi per via della diffusa presenza di rocce pelitiche. L'evoluzione di queste aree è essenzialmente controllata dall'azione dei corsi d'acqua, che hanno generato vallate di importanza variabile (Catalano et al. 2011). Fra le morfologie fluviali si riconoscono frequenti forme di incisione connesse all'abbassamento del livello di base dell'erosione, come valli a V, vallecicole a fondo concavo e brevi gole fluviali, ed elementi legati all'erosione laterale durante le fasi di stazionamento del livello di base, quali ripe, scarpate e superfici di spianamento. Sono inoltre presenti forme riconducibili a processi deposizionali dei principali corsi d'acqua dell'area, come la piana alluvionale del Fiume Dittaino.

I versanti vallivi del settore collinare sono spesso interessati da processi di dilavamento e da frequenti movimenti franosi superficiali (Alfieri et al. 1994; Agnesi et al. 2000; Contino, 2002). Le forme di ruscellamento consistono solitamente in superfici di dilavamento, rivoli e solchi con accumuli

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 71 di 198

colluviali, oppure in calanchi e forme analoghe presenti dove le rocce argillose danno luogo a versanti più acclivi (Catalano et al. 2011; Buccolini et al. 2012). I movimenti franosi che si rinvencono nell'area sono costituiti principalmente da frane complesse e di colamento che comunque non interessano direttamente il tracciato.

7.2 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.


L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono direttamente connessi al deflusso delle acque correnti superficiali ed ai fenomeni gravitativi e/o erosivi agenti lungo i versanti. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista, dovuti all'interazione di più fattori morfologici.

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 allegate alle presenti note.

7.3 Morfologia dei principali sistemi fluviali

Il deflusso superficiale dell'area di studio viene svolto, essenzialmente, dalla rete idrografica del fiume Dittaino e dei suoi affluenti. Relativamente ai settori di intervento, il fiume Dittaino si sviluppa in direzione NW-SE, mentre i suoi tributari principali si sviluppano in direzione SW-NE; si tratta di asta fluviali poco sviluppate, a regime stagionale e/o torrentizio, caratterizzate da modeste coperture alluvionali.

Le direzioni di deflusso dei principali corsi d'acqua sono indubbiamente condizionate dalle pendenze regionali che, a causa della disposizione circa E-W della Catena Appenninico-Maghrebide,

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 72 di 198

hanno favorito l'origine di aste fluviali a prevalente sviluppo N-S (Contino 2002; Catalano et al. 2011). I tratti in cui i corsi d'acqua sono costretti a marcate deviazioni verso Est o verso Ovest, sono invece una conseguenza diretta dell'adattamento della rete idrografica agli ostacoli topografici, litologici e, soprattutto, strutturali.

Oltre ai suddetti elementi idrografici, sono presenti numerosi corsi d'acqua secondari a carattere marcatamente stagionale e/o torrentizio, con portate estremamente variabili e fortemente condizionate dal regime delle piogge. Tali elementi presentano generalmente un andamento circa ortogonale a quello dei corsi d'acqua principali e sono caratterizzati da strette vallate incise nei litotipi del substrato. Ad essi si aggiungono, infine, numerosi valloni e solchi di erosione concentrata attivi solo in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi e severi.

7.4 Elementi strutturali e tettonici

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità, legato essenzialmente alla natura litologica e sedimentologica dei depositi. Ad essi si aggiungono i numerosi elementi tettonici presenti nell'area, connessi alla complessa evoluzione tettonica che ha interessato i settori di catena a partire dall'Oligocene superiore.

La morfogenesi selettiva ha portato, infatti, allo sviluppo di forme morbide e poco marcate in corrispondenza dei settori di affioramento di termini litologici prevalentemente pelitici, caratterizzati da ampie vallate e pendii poco acclivi privi di bruschi stacchi morfologici. Nelle aree di affioramento di termini litologici a comportamento pseudo-lapideo, al contrario, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme più aspre e marcate, caratterizzati da strette vallate e versanti acclivi, spesso interrotti da bruschi stacchi morfologici connessi con importanti elementi tettonici.



Figura 24. Versante zona Cozzo Campana, dalla foto si evince come il materiale più competente forma una scarpata strutturale su litologie meno competenti dove prevalgono le forme di ruscellamento

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 74 di 198

7.5 Forme, processi e depositi gravitativi


Nell'attuale contesto morfo-climatico, i fenomeni gravitativi di versante rappresentano un fattore di particolare importanza nell'evoluzione geomorfologica del territorio, in quanto fortemente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione del territorio in esame. Nello specifico, tali fenomeni, non particolarmente diffusi nell'area di studio, interessano il membro pelitico-argilloso della Formazione Terravecchia (**TRV**) e le argille marnose della Formazione delle Argille Variegate (**AV**) e del Flysh Numidico (**FYN**).

Le zone di affioramento dei depositi marini a dominante pelitica sono caratterizzate, infatti, da estesi fenomeni di *creep* e/o soliflusso e da movimenti franosi essenzialmente riconducibili a colamenti, e frane complesse in terra (*sensu* Varnes 1978). Lo stato è variabile dall'attivo al quiescente, mentre la distribuzione è perlopiù retrogressiva o multidirezionale, raramente costante.

I suddetti fenomeni sono originati dall'azione congiunta di vari fattori quali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, dinamica delle acque superficiali e sotterranee e attuale utilizzo del territorio. In un tale contesto geologico-strutturale, pertanto, le fenomenologie di dissesto seguono canali e orientazioni preferenziali dettate dai fenomeni erosivi connessi al deflusso delle acque correnti superficiali. I movimenti franosi, infatti, risultano generalmente distribuiti in corrispondenza di solchi di erosione o alvei in approfondimento.



Figura 25. Esempio di instabilità su versante in argilla di Terravecchia nei pressi della stazione di Dittaino, poco oltre i limiti dell'area di studio

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 76 di 198

7.6 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali


Nell'intera area esaminata le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono alle maggiori depressioni vallive una morfologia blandamente ondulata. I depositi che colmano i fondovalle presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e risultano in alcuni casi fortemente interdigitati tra loro, creando così un articolato sistema sedimentario di origine alluvionale.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvengono inoltre vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da zone in approfondimento e settori di prevalente deposizione.

in corrispondenza dei versanti e dei rilievi più acclivi, dove affiorano i termini litologici del substrato marino infra-cenozoico, sono presenti chiari fenomeni erosivi sia areali che lineari connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecule a fondo concavo, particolarmente frequenti nelle porzioni medio-basse dei rilievi e nelle zone con le coperture detritico-colluviali più spesse. Infine, localmente, si rinvengono morfologie riconducibili a forme calanchive che si impostano su litologie prevalentemente argillose limose.



Figura 26. Aree calanchiva impostata su litologie argillose, Formazione di Terravecchia (A); Solchi da ruscellamento diffuso e concentrato a seguito di piogge intense (B), Formazione di Terravecchia, membro sabbioso-arenaceo (TRVa)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

7.7 Forme antropiche e manufatti

I principali elementi connessi con l'attività antropica derivano, essenzialmente, da opere di regimazione delle acque correnti superficiali e da interventi di sistemazione dei principali corsi d'acqua presenti nell'area, nonché a manufatti realizzati in corrispondenza delle maggiori aree urbanizzate e tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete.

In genere, i riporti antropici sono costituiti da materiali provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati principalmente nei termini litologici del substrato. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono, invece, ai rilevati delle maggiori infrastrutture a rete ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree antropizzate più estese ed importanti.

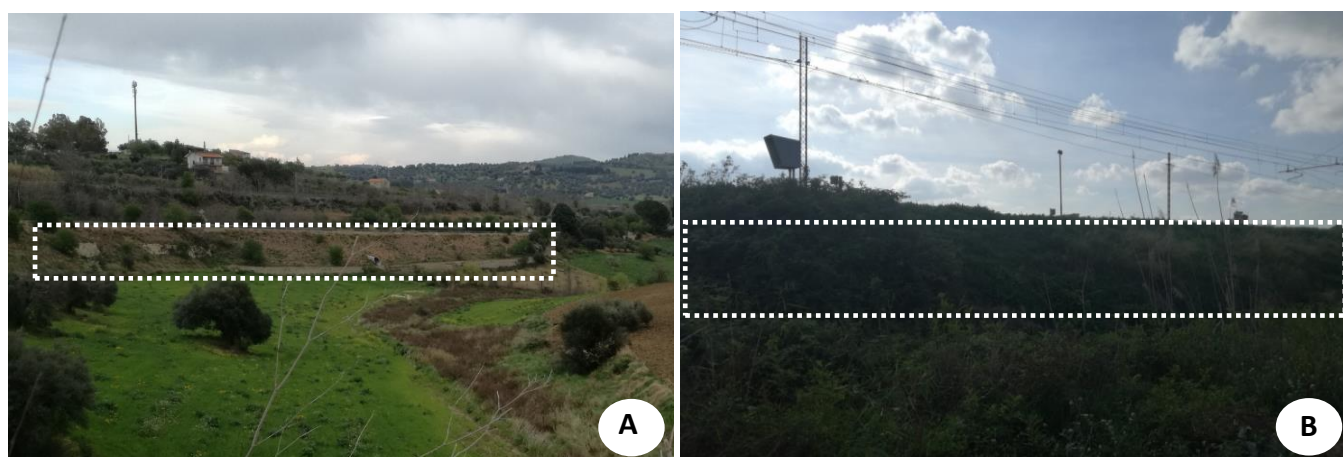



Figura 27. Forme antropiche: rilevati stradali e tombini idraulici (A) in prossimità della nuova stazione di Enna; rilevato ferroviario (B) zona Dittaino.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 79 di 198

8 CARTOGRAFIA DEL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Tutto il tracciato in progetto ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Regione Siciliana. Di seguito si riportano gli stralci della cartografia del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per il bacino idrogeologico del Fiume Simeto, per le aree interessate dal tracciato in progetto. Gli stralci cartografici del P.A.I. saranno riportati per le tratte in cui i sistemi cartografati vengono intersecati dal tracciato di progetto o che sono vicini allo stesso.

8.1.1 *Tratta pk 1+100 circa*

All'altezza del km 1+100 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica moderata (**P1**), non direttamente interferente con le opere in progetto ma decisamente vicino al tracciato. Tale areale rappresenta una colata lenta quiescente (Figura 28) che non rappresenta una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

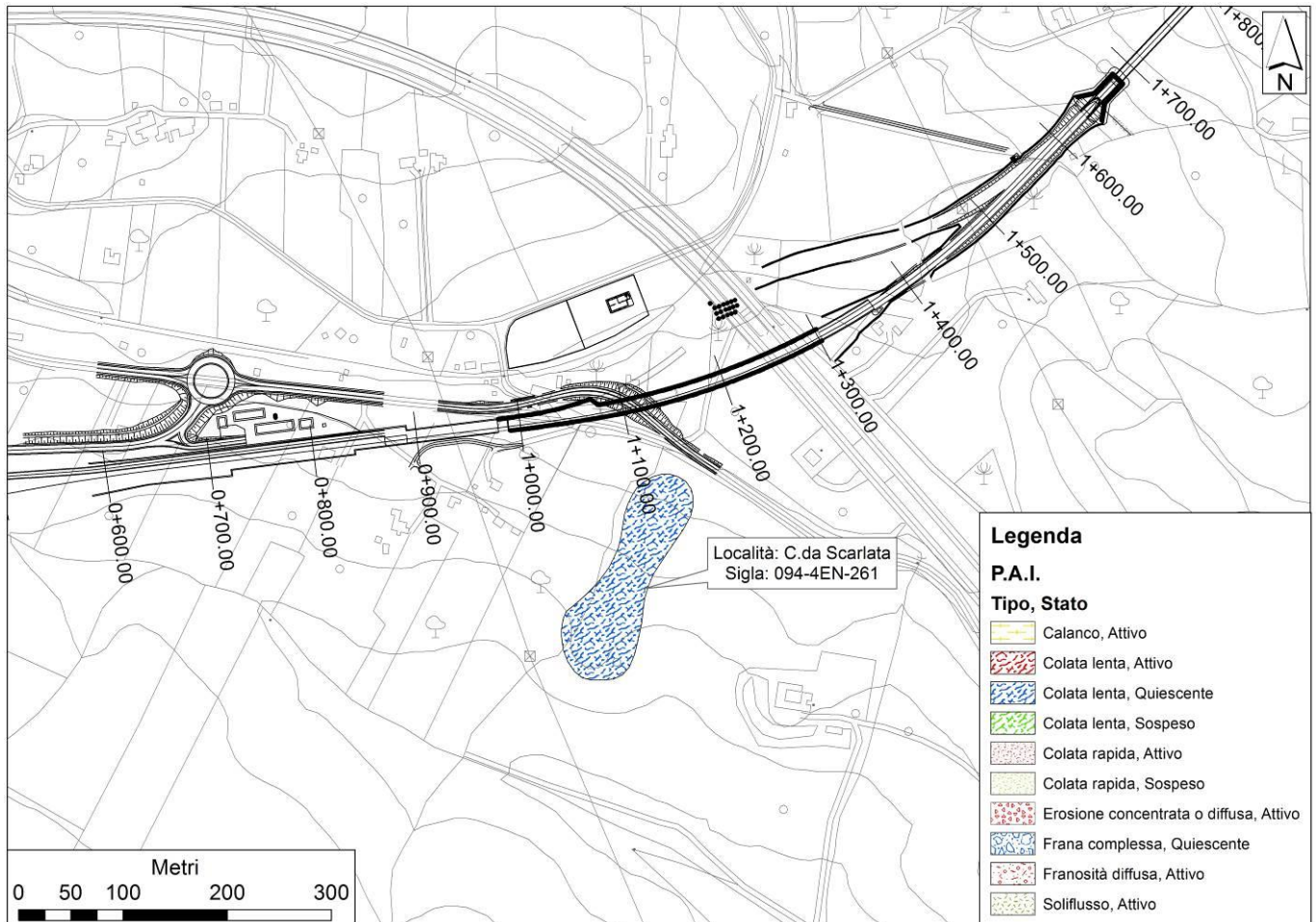


Figura 28. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 1+100.

8.1.2 Tratta pk 2+600 e 3+000 circa

All'altezza del km 2+600 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (**P2**), potenzialmente interessata dalle fondazioni del viadotto che collega la Galleria Nuova Enna e la Galleria Sicani. Tale areale rappresenta una zona erosione concentrata o diffusa attiva (Figura 29). Tale dissesto tende a incidere il substrato approfondendo l'alveo del rio che attraversa il Cozzo Campano.

All'altezza del km 3+000 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica moderata (**P1**). Tale areale rappresenta una zona erosione concentrata o diffusa attiva (Figura 29). Tale dissesto tende a

incidere il substrato approfondendo l'alveo del rio che attraversa il Cozzo Campano. Viste le coperture della Gallerie Sicani in questo punto, non si aspettano interferenze con la galleria stessa.

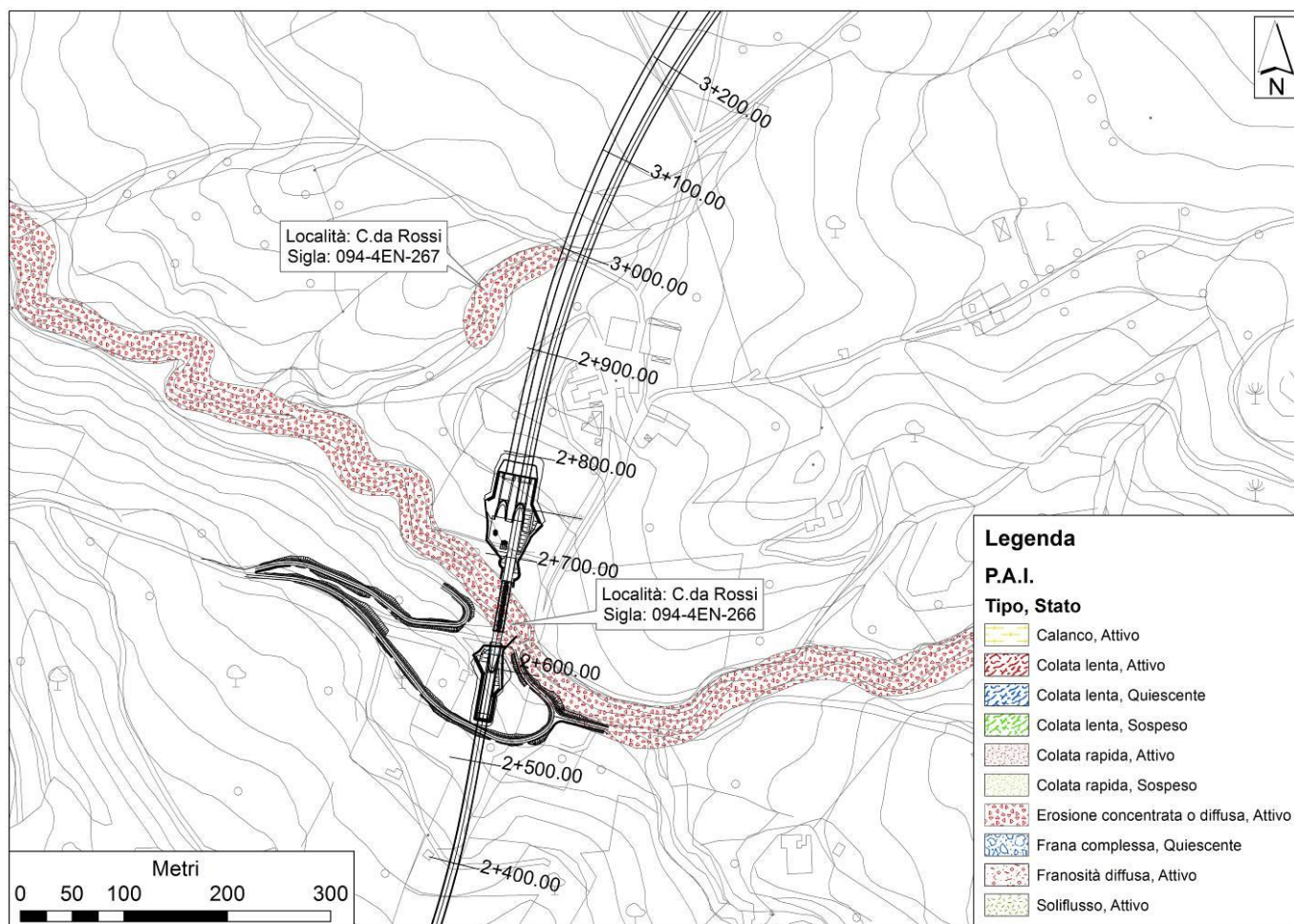


Figura 29. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 2+600 e 3+000.

8.1.3 Tratta pk 3+800 circa

All'altezza del km 3+800 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (**P2**). Tale areale rappresenta una calanco attivo (Figura 30) che, viste le coperture della Galleria Sicani in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

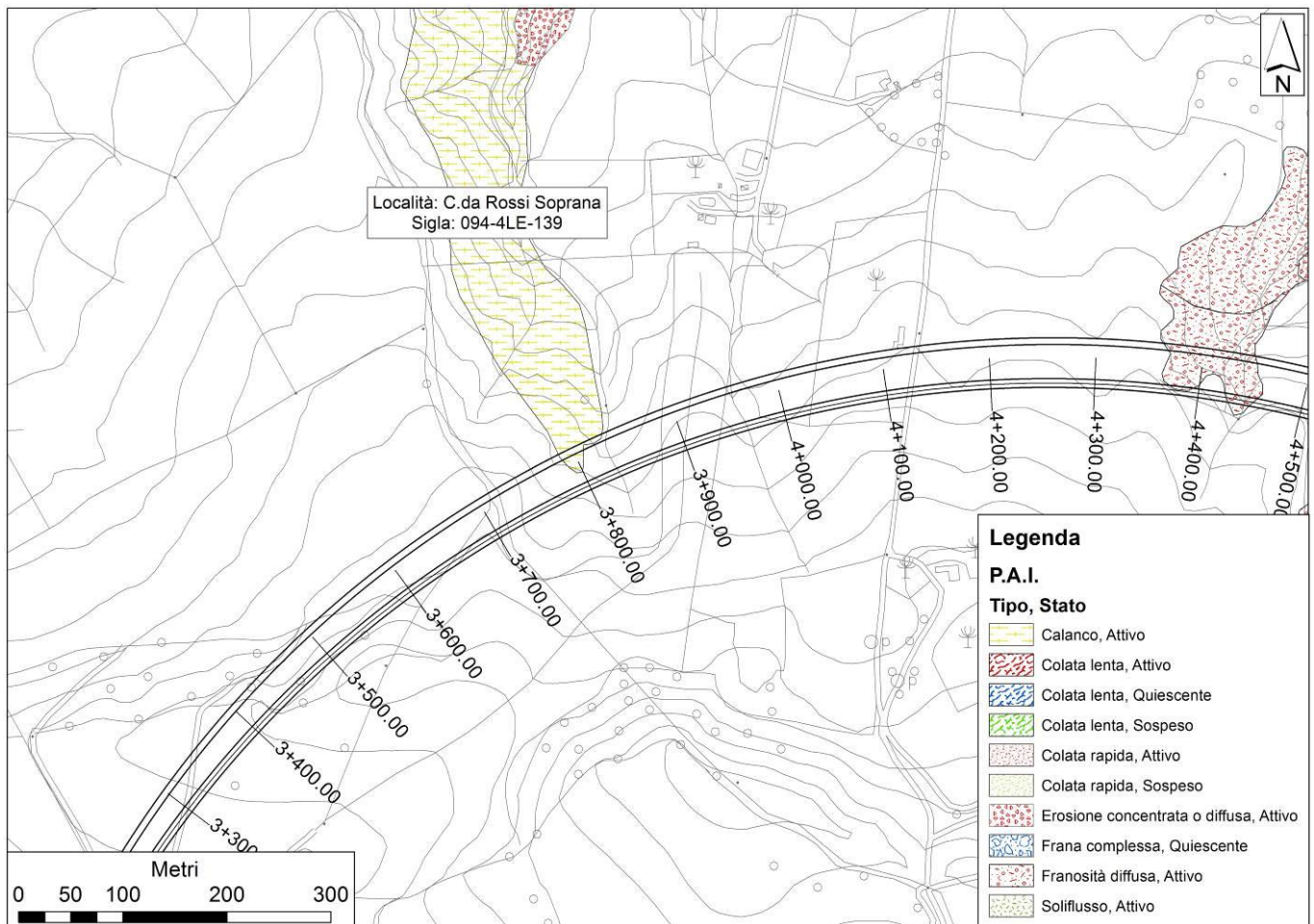


Figura 30. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 3+800.

8.1.4 Tratta pk 4+600 circa

All'altezza del km 4+800 sono riportate due a pericolosità geomorfologica media (**P2**). Tali aree sono rappresentate da una zona a franosità diffusa con adiacente una zona a erosione concentrata o diffusa, entrambe attive (Figura 31) che, viste le coperture della Galleria Sicani in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostantiva per le opere in progetto.

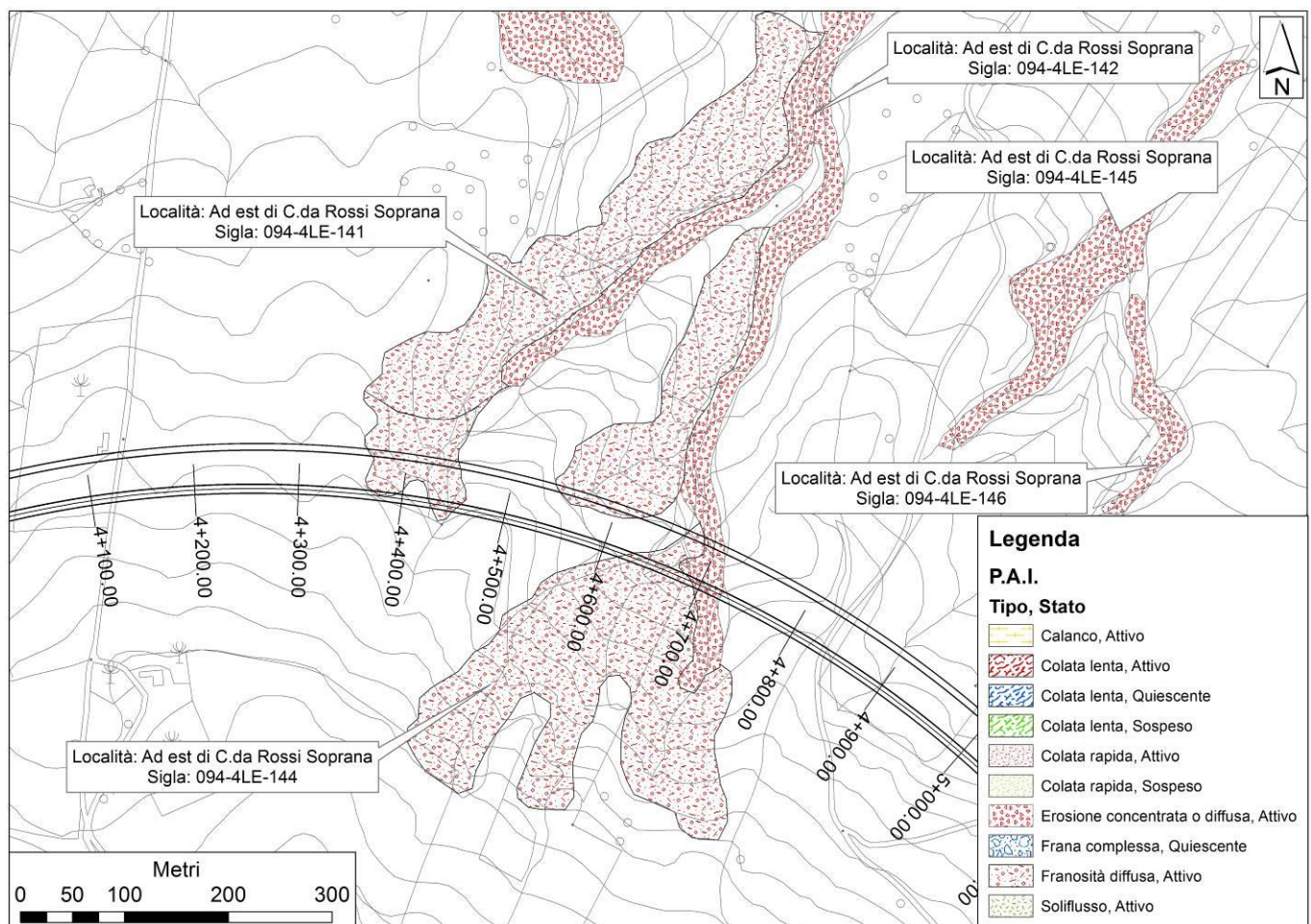


Figura 31. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 4+600.

8.1.5 Tratta pk 5+400 circa

All'altezza del km 5+400 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (P2). Tale areale rappresenta una zona a erosione concentrata o diffusa attiva, (Figura 32) che, viste le coperture della Galleria Sicani in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

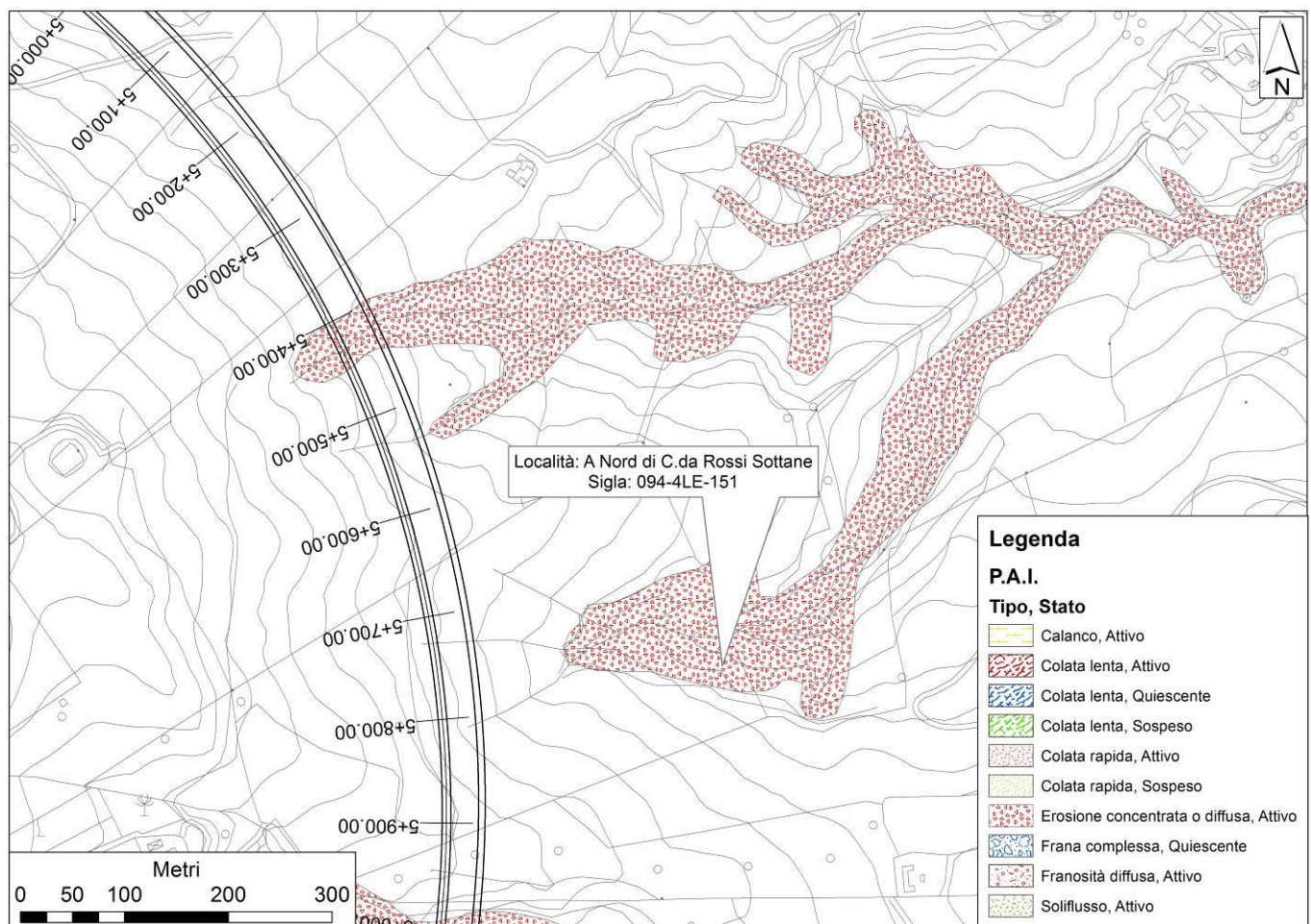


Figura 32. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 5+400.

8.1.6 Tratta pk 6+000 circa

All'altezza del km 6+000 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (**P2**). Tale areale rappresenta una zona a erosione concentrata o diffusa attiva, (Figura 33) che, viste le coperture della Galleria Sicani in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

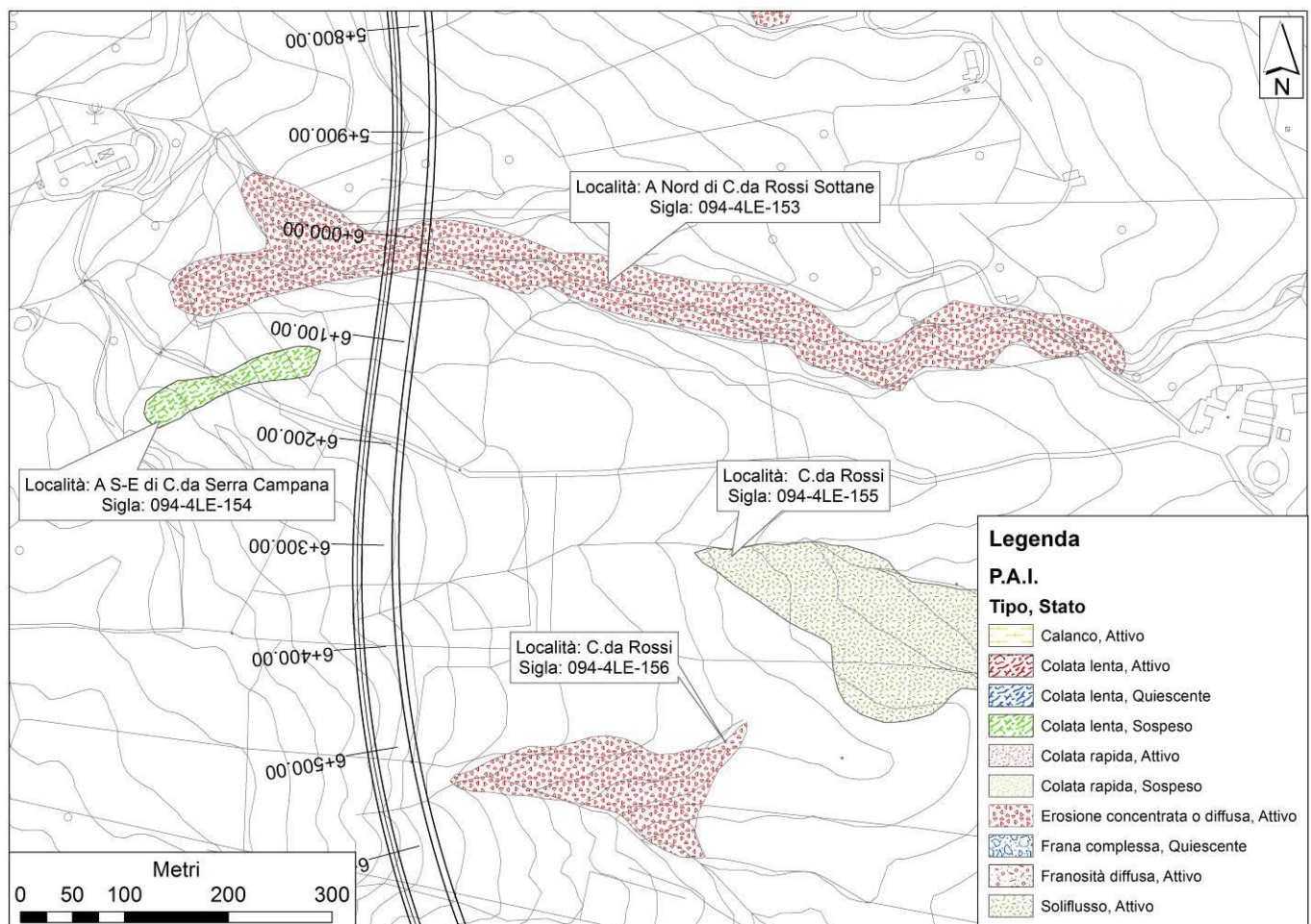


Figura 33. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 6+000.

8.1.7 Tratta pk 6+800 circa

All'altezza del km 6+800 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (P2). Tale areale rappresenta una zona a erosione concentrata o diffusa attiva, (Figura 34) che, viste le coperture della Galleria Sicani in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

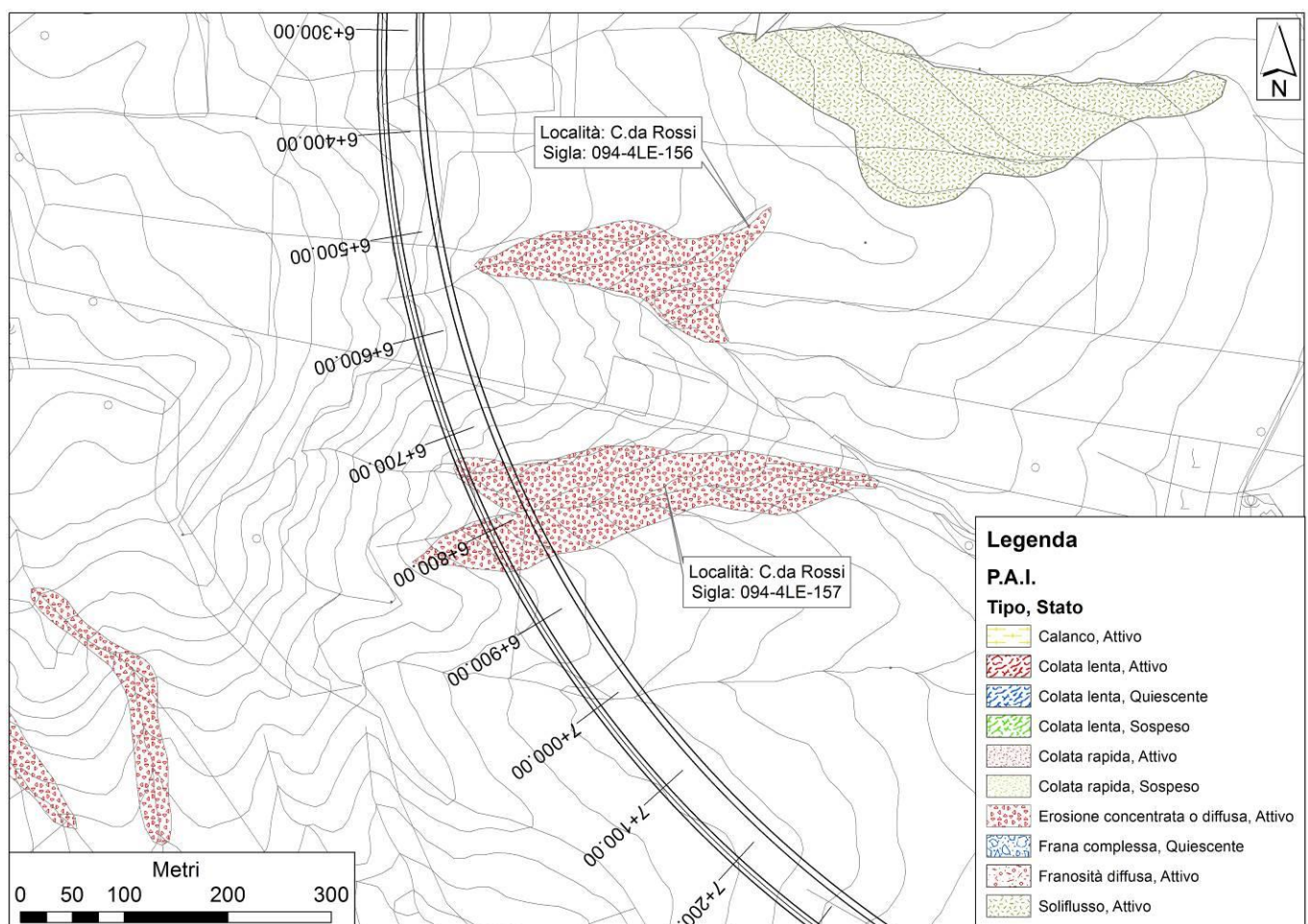


Figura 34. Stralcio della "Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico" del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 6+800.

8.1.8 Tratta pk 10+600 circa

All'altezza del km 10+600 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica moderata (P1), non direttamente interferente con le opere in progetto ma decisamente vicino al tracciato. Tale areale rappresenta una colata lenta quiescente (Figura 35) che non rappresenta una condizione critica od ostativa per le opere in progetto.

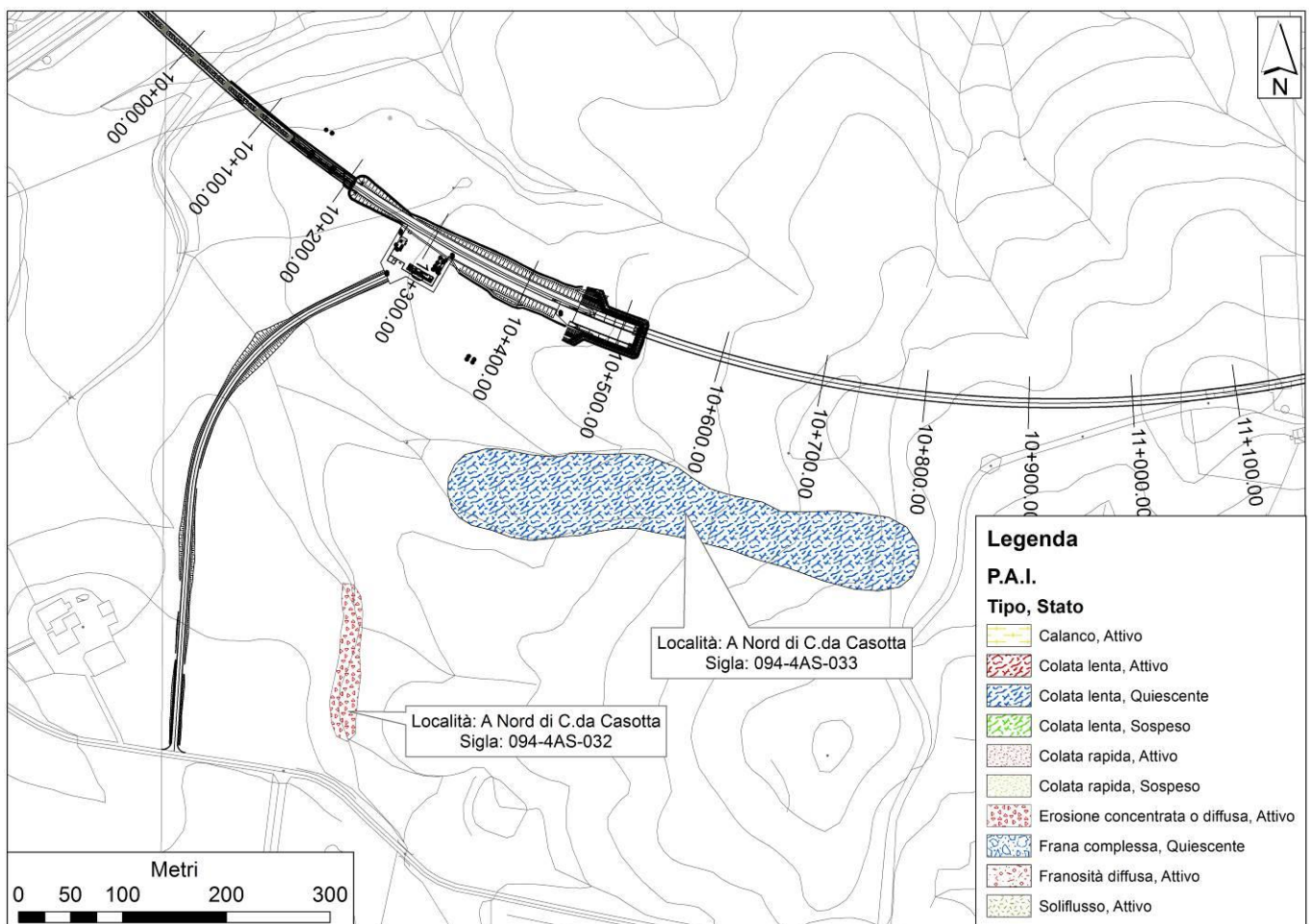


Figura 35. Stralcio della “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) presso la pk 10+600.

8.1.9 Tratta pk 11+800 e 12+200 circa

All'altezza del km 11+800 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica media (**P2**). Tale areale rappresenta una zona a erosione concentrata o diffusa attiva, (Figura 36) che viste le coperture della Galleria Dittaino in questo punto, non rappresentano una condizione critica od ostativa per le opere in progetto. In prossimità del km 12+200 è riportata un'area a pericolosità geomorfologica moderata (**P1**), che non interferisce con l'opera in progetto. Tale areale rappresenta una colata lenta quiescente (Figura 36) che, vista le coperture della Galleria Dittaino in questo punto, non rappresenta una condizione critica od ostativa per le opere in progetto, come viene rappresentata nella sezione trasversale F-F' (RS3V 40 D69 W6 GE0001 001 A).

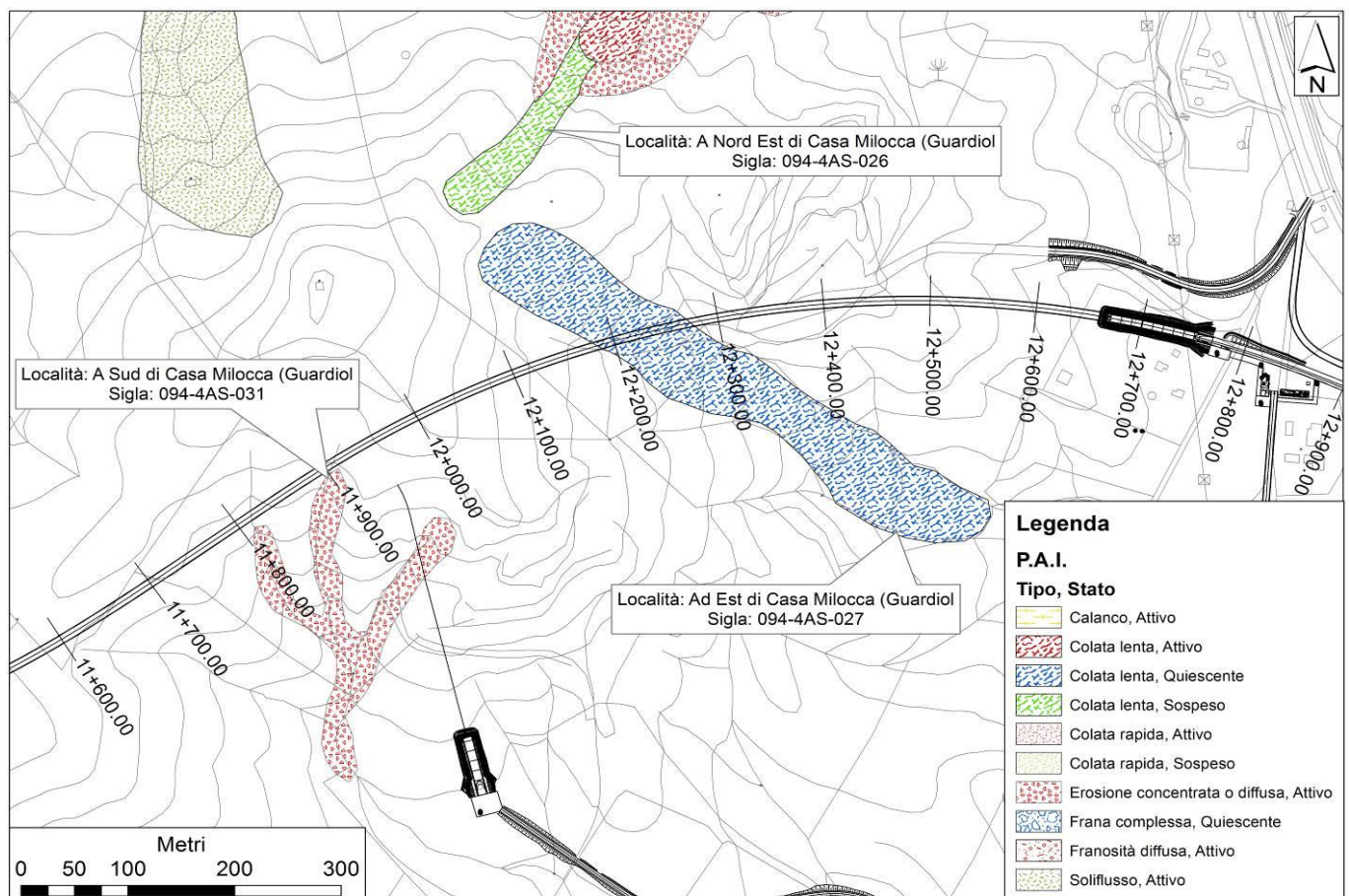



Figura 36. Stralcio della "Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico" del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005 aggiornamento 2019 – 094 Bacino idrografico del Fiume Simeto) - pk 12+000.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 89 di 198

9 ANALISI MULTITEMPORALE DEI FENOMENI DI EROSIONE DIFFUSA E CONCENTRATA E DISSESTI

Nell'area di studio, per questa tematica, è stata condotta un'analisi fotogeologica multitemporale e multiscale. L'analisi multitemporale è stata condotta su ortofoto di sette differenti voli sia regionali che nazionali, realizzati in anni diversi dal 1989 al 2016. Sulle foto aeree dei diversi voli analizzati sono stati individuati gli elementi geomorfologici principali, con particolare riferimento alle forme riconducibili alle acque correnti superficiali (fenomeni di erosione diffusa e concentrata) e alle forme gravitative di versante.

9.1 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata

9.1.1 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 2+500 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 2+500, ossia nell'attraversamento del rio tra la galleria Nuova Enna e la Galleria Sicani, è riportato nelle seguenti Figura 37÷ Figura 43. In generale si osservano fenomeni distribuiti lungo l'asta fluviale. Tali fenomeni non sono tipicamente concomitanti ma si succedono negli anni. In destra idraulica, lungo l'asta torrentizia, questi fenomeni erosivi innescano blandi fenomeni di scivolamento spondale. Tali scivolamenti sono dell'ordine di pochi metri, tendenzialmente limitati al metro di spessore.



Figura 37. Ortofoto 1989.



Figura 38. Ortofoto 1997.



Figura 39. Ortofoto 1999.



Figura 40. Ortofoto 2005.




Figura 41. Ortofoto 2010.



Figura 42. Ortofoto 2012.



Figura 43. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 94 di 198

9.1.2 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 3+500 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 3+500 è riportata nelle seguenti Figure 44÷ Figura 50. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio appaiono intermittenti e, talvolta, mascherati dalla normale pratica agricola. Questi fenomeni producono scivolamenti della coltre di alterazione del substrato con una tendenza retrogressiva con il passare degli anni. Lo spessore di terreno coinvolto è dell'ordine del metro.



Figura 44. Ortofoto 1989.



Figura 45. Ortofoto 1997.



Figura 46. Ortofoto 1999.



Figura 47. Ortofoto 2005.




Figura 48. Ortofoto 2010.



Figura 49. Ortofoto 2012.



Figura 50. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.3 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 4+000 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 4+000 è riportata nelle seguenti Figure 51 ÷ Figura 57. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio hanno formato una zona calanchiva attiva con limitata tendenza all'arretramento. Il fenomeno tende altresì ad approfondire le vallecole tra le creste abrupte del calanco. Lo scorrere delle acque determina uno spostamento verso valle del materiale eroso dalle stesse. Nelle vallecole sono presenti blandi accumuli di materiale argilloso.

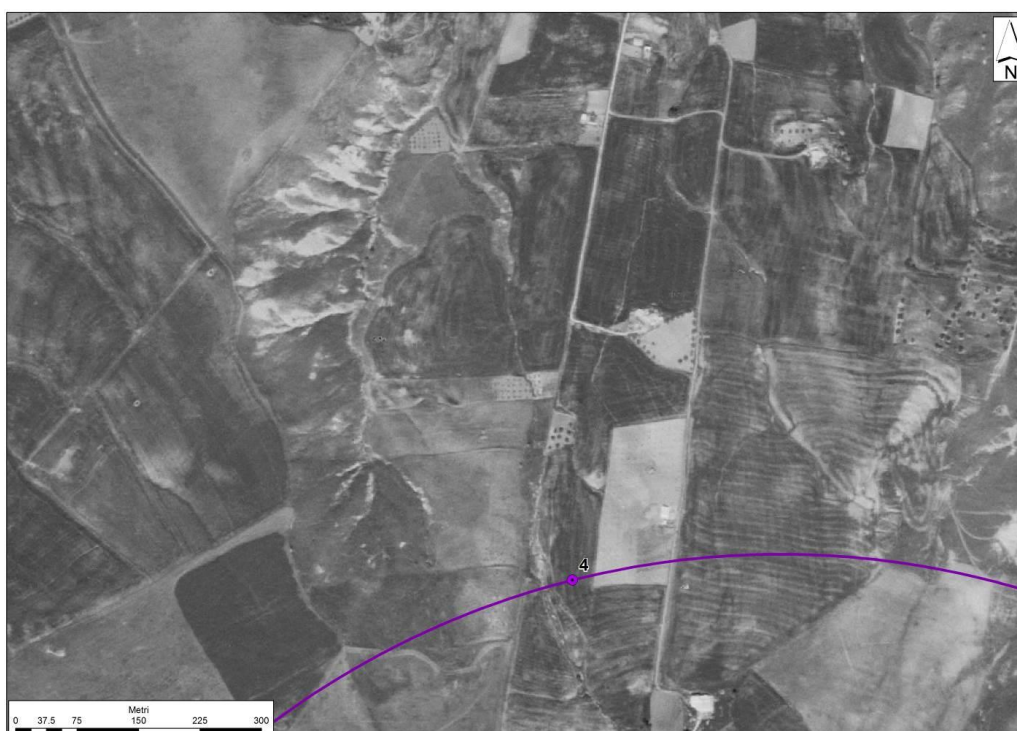


Figura 51. Ortofoto 1989.



Figura 52. Ortofoto 1997.



Figura 53. Ortofoto 1999.



Figura 54. Ortofoto 2005.




Figura 55. Ortofoto 2010.



Figura 56. Ortofoto 2012.



Figura 57. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.4 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 5+000 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 5+000 è riportata nelle seguenti Figura 58 ÷ Figura 64. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio tendono a formare solchi particolarmente incisi, senza una vera e propria evoluzione in calanco. Questi fenomeni producono scivolamenti della coltre di alterazione del substrato, denudazione dello stesso, e con una tendenza retrogressiva con il passare degli anni. Tra il 1989 e il 2016 questi fenomeni hanno raggiunto lo spartiacque del Cozzo Campano. I materiali erosi vengono allontanati verso valle dallo scorrere naturale delle acque. Nella zona di monte, i fenomeni erosivi vengono mascherati dalla normale pratica agricola.



Figura 58. Ortofoto 1989.



Figura 59. Ortofoto 1997.



Figura 60. Ortofoto 1999.



Figura 61. Ortofoto 2005.




Figura 62. Ortofoto 2010.



Figura 63. Ortofoto 2012.



Figura 64. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.5 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 5+500 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 5+500 è riportata nelle seguenti Figura 65 ÷ Figura 71. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio tendono a formare solchi particolarmente incisi, senza una vera e propria evoluzione in calanco. Questi fenomeni producono scivolamenti della coltre di alterazione del substrato, denudazione dello stesso, e con una tendenza retrogressiva con il passare degli anni. I materiali erosi vengono allontanati verso valle dallo scorrere naturale delle acque. Nella zona di monte, i fenomeni erosivi vengono mascherati dalla normale pratica agricola.



Figura 65. Ortofoto 1989.



Figura 66. Ortofoto 1997.

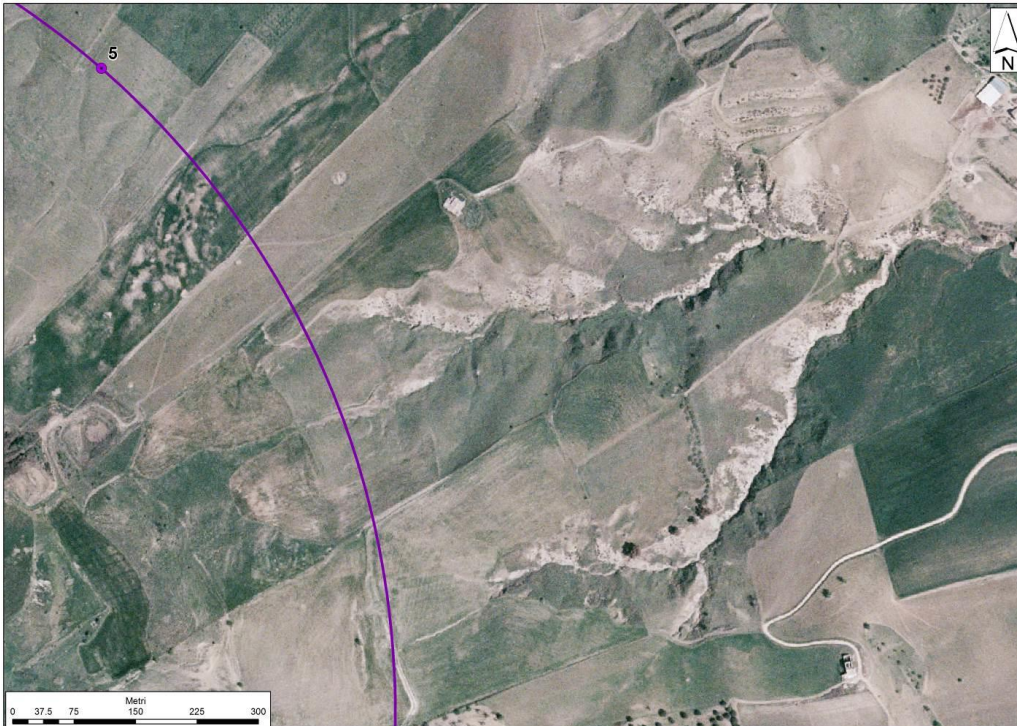


Figura 67. Ortofoto 1999.



Figura 68. Ortofoto 2005.



Figura 69. Ortofoto 2010.

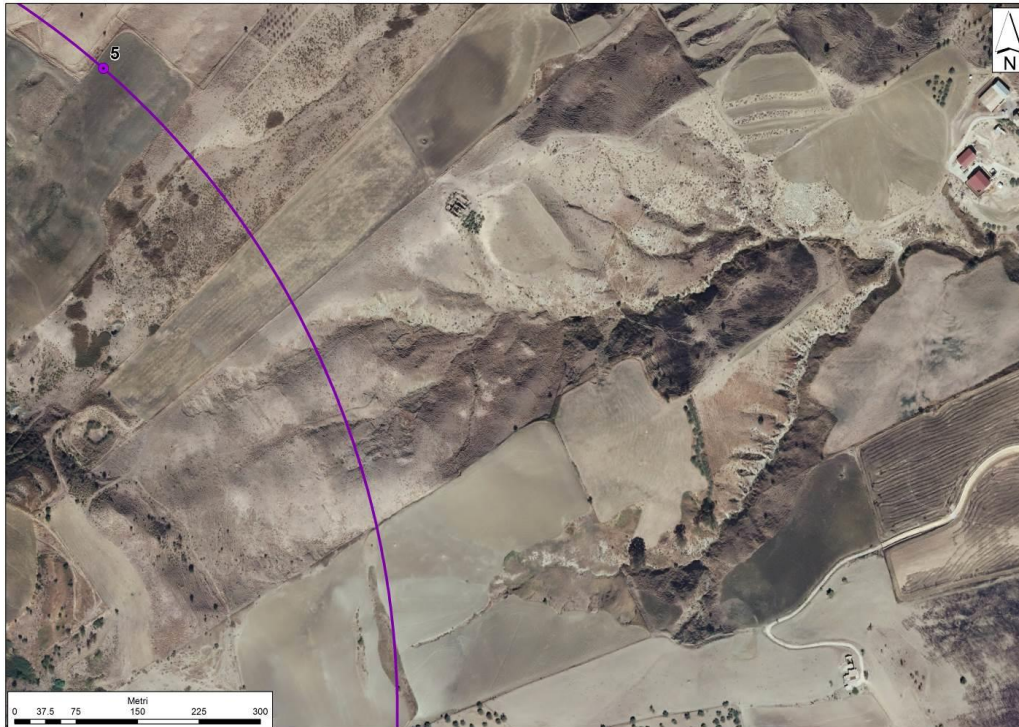


Figura 70. Ortofoto 2012.

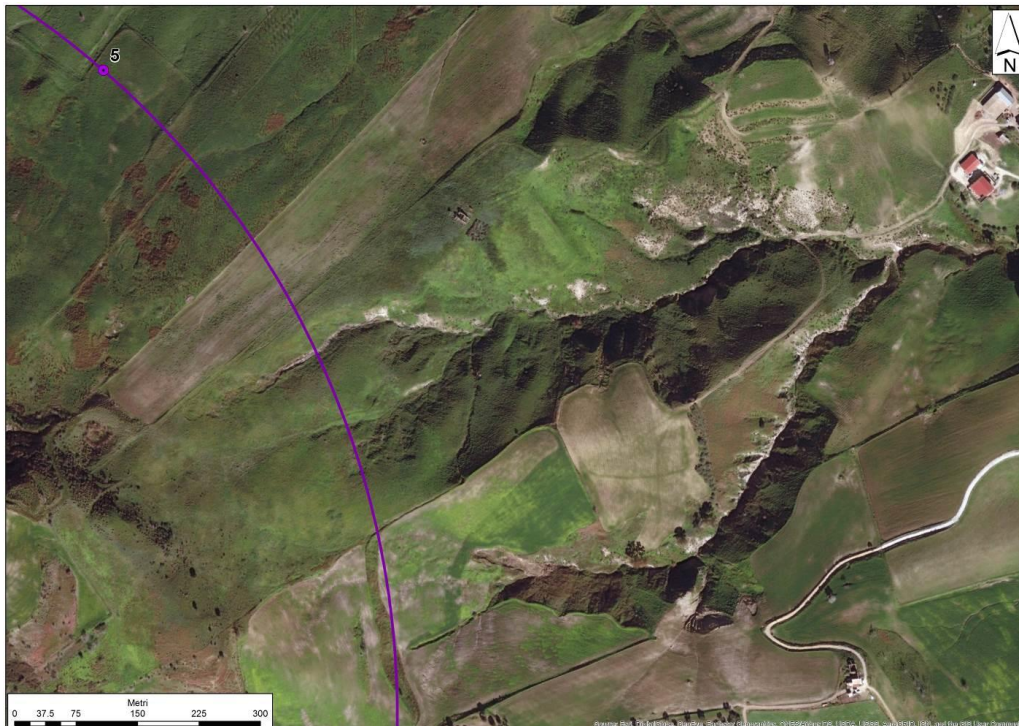



Figura 71. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.6 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 6+000 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 6+000 è riportata nelle Figura 72 ÷ Figura 78. In generale si osservano fenomeni distribuiti lungo l'asta torrentizia. Tali fenomeni non sono tipicamente concomitanti ma si succedono negli anni. Lungo l'asta torrentizia questi fenomeni erosivi innescano blandi fenomeni di scivolamento spondale. Tali scivolamenti sono dell'ordine di pochi metri, tendenzialmente limitati al metro di spessore.



Figura 72. Ortofoto 1989.



Figura 73. Ortofoto 1997.



Figura 74. Ortofoto 1999.



Figura 75. Ortofoto 2005.



Figura 76. Ortofoto 2010.



Figura 77. Ortofoto 2012.

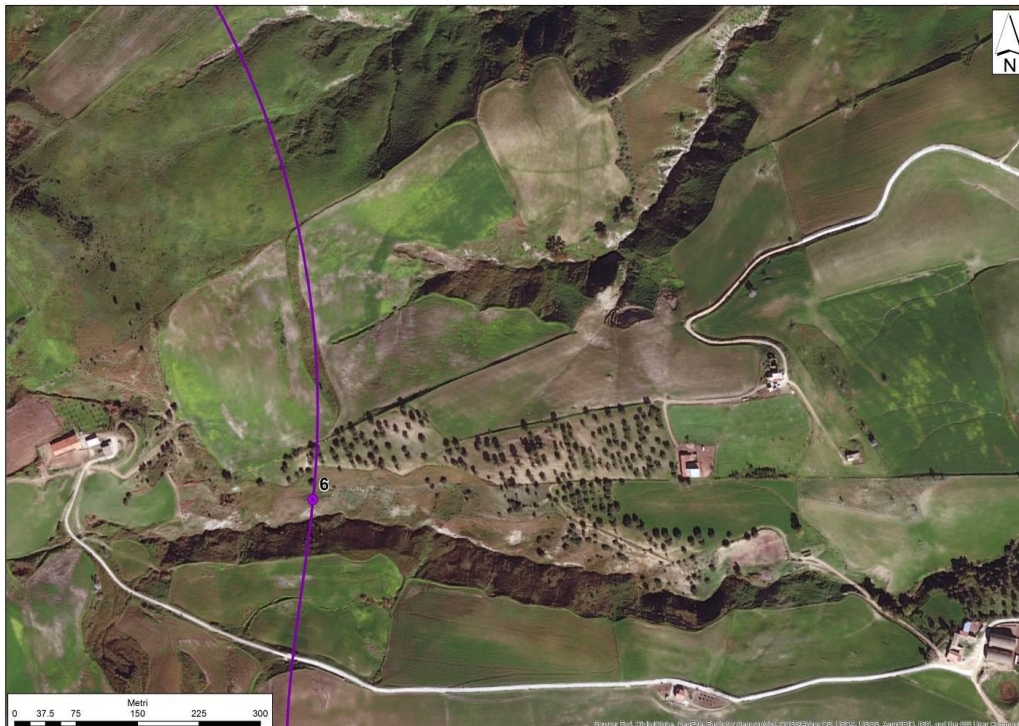


Figura 78. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.7 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 6+500 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 6+000 è riportata nelle seguenti Figura 79 ÷ Figura 85. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio tendono a formare solchi blandamente incisi, senza una vera e propria evoluzione in calanco. Questi fenomeni producono scivolamenti della coltre di alterazione del substrato, denudazione dello stesso, e con una modesta tendenza retrogressiva con il passare degli anni. I materiali erosi vengono allontanati verso valle dallo scorrere naturale delle acque. Nella zona di monte, i fenomeni erosivi vengono mascherati dalla normale pratica agricola.

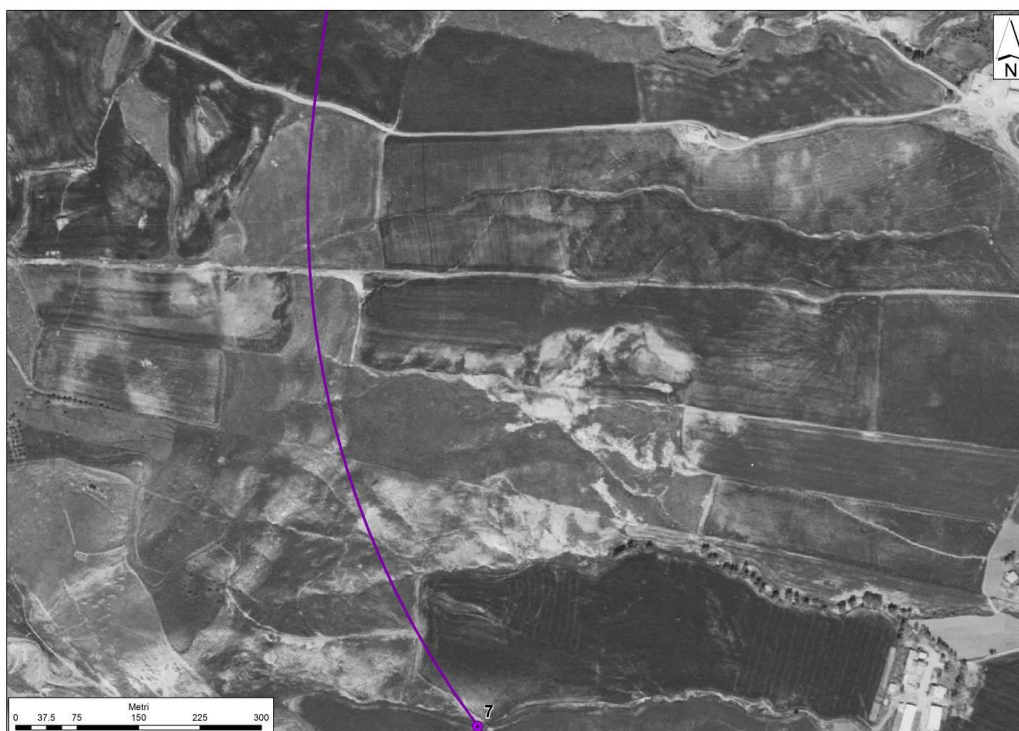


Figura 79. Ortofoto 1989.



Figura 80. Ortofoto 1997.

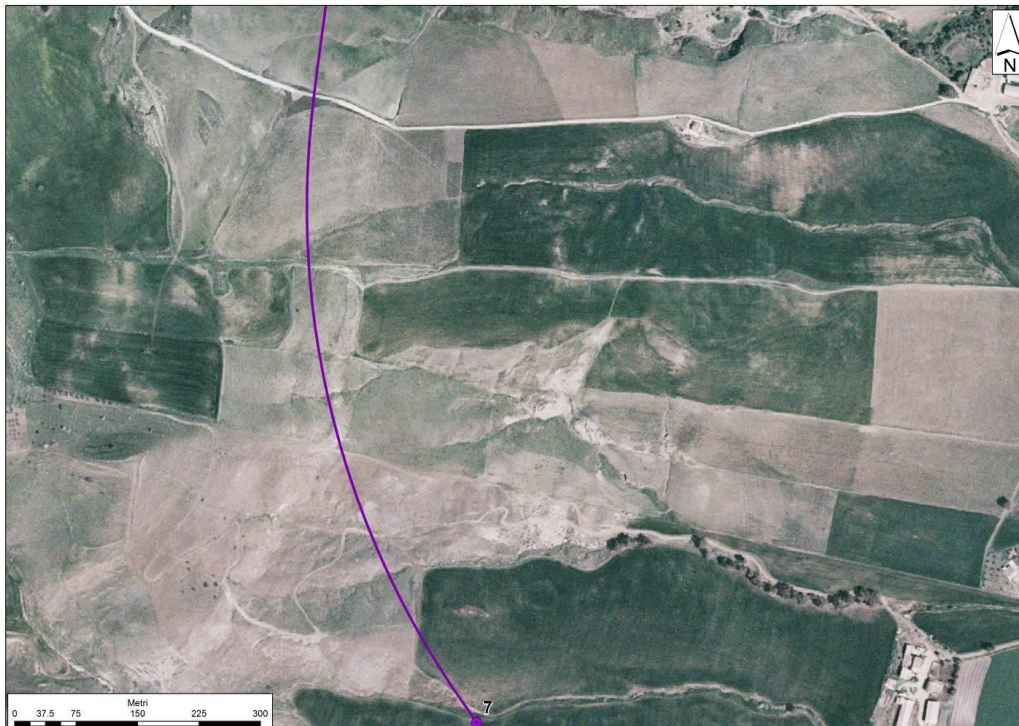


Figura 81. Ortofoto 1999.

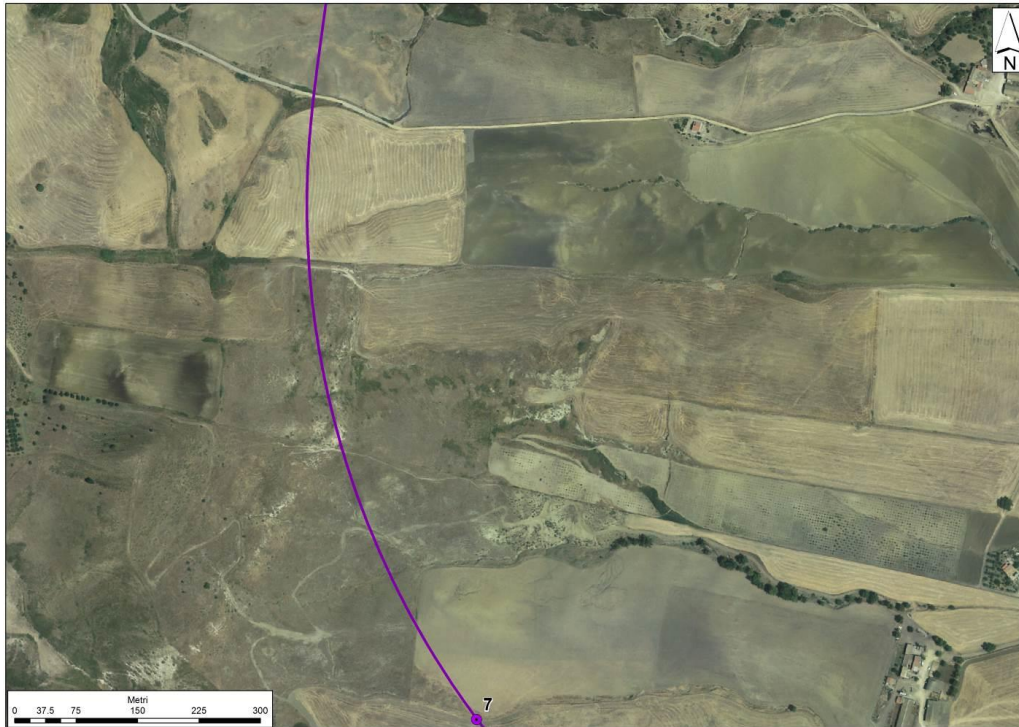


Figura 82. Ortofoto 2005.



Figura 83. Ortofoto 2010.



Figura 84. Ortofoto 2012.

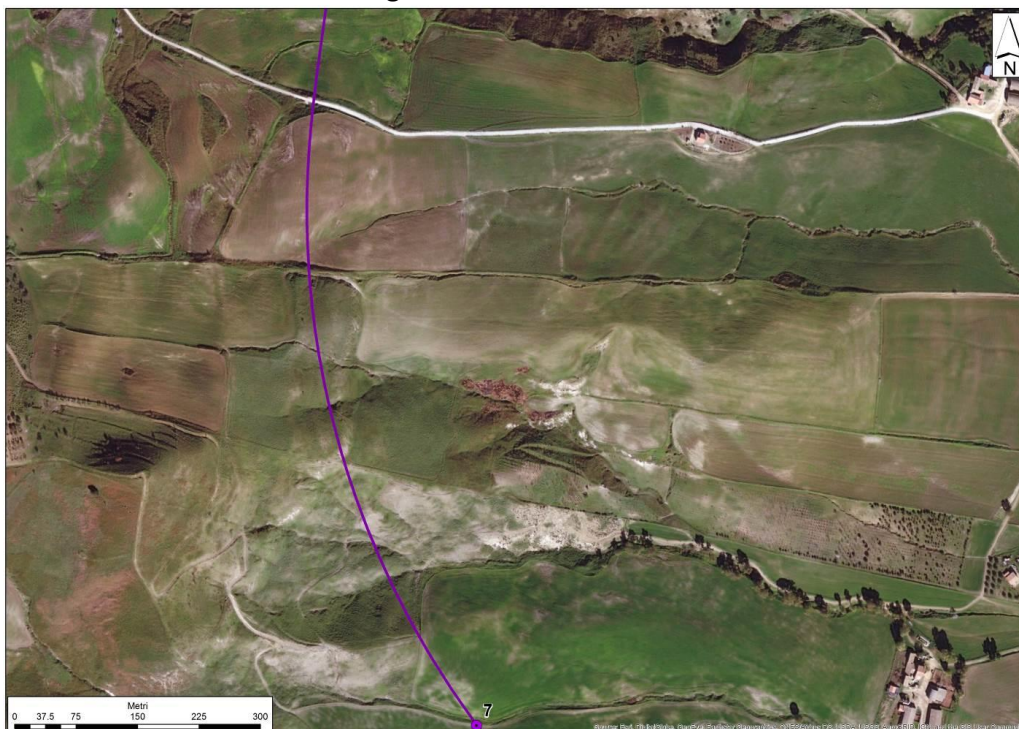



Figura 85. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.1.8 Fenomeni di erosione diffusa e concentrata km 7+000 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 7+000 è riportata nelle seguenti Figure 86 ÷ Figura 92. I fenomeni erosivi di questa porzione del territorio producono scivolamenti della coltre di alterazione del substrato e di denudazione dello stesso. Localmente si formano solchi incisi pochi metri. Non si manifesta una decisa tendenza all'arretramento dei fenomeni erosivi.

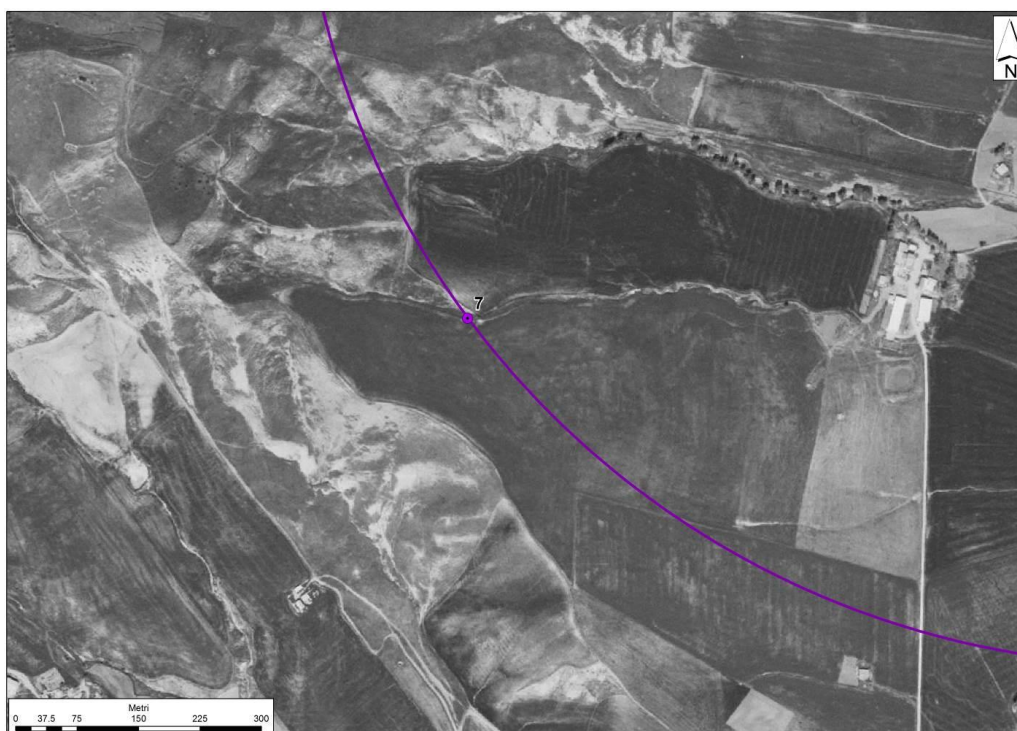


Figura 86. Ortofoto 1989.



Figura 87. Ortofoto 1997.

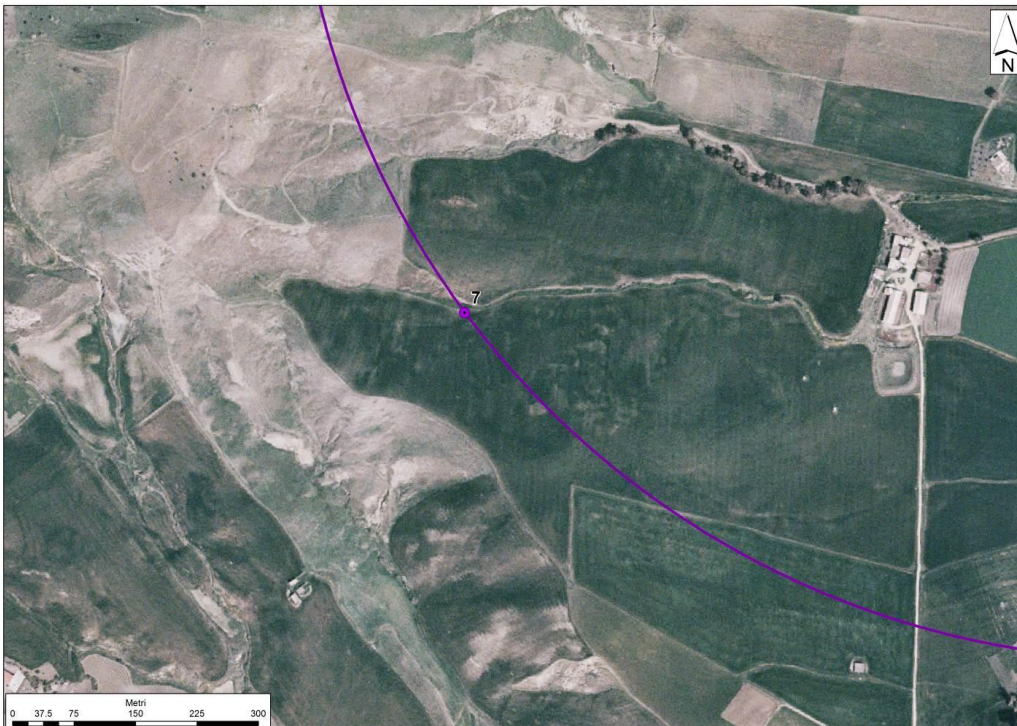


Figura 88. Ortofoto 1999.

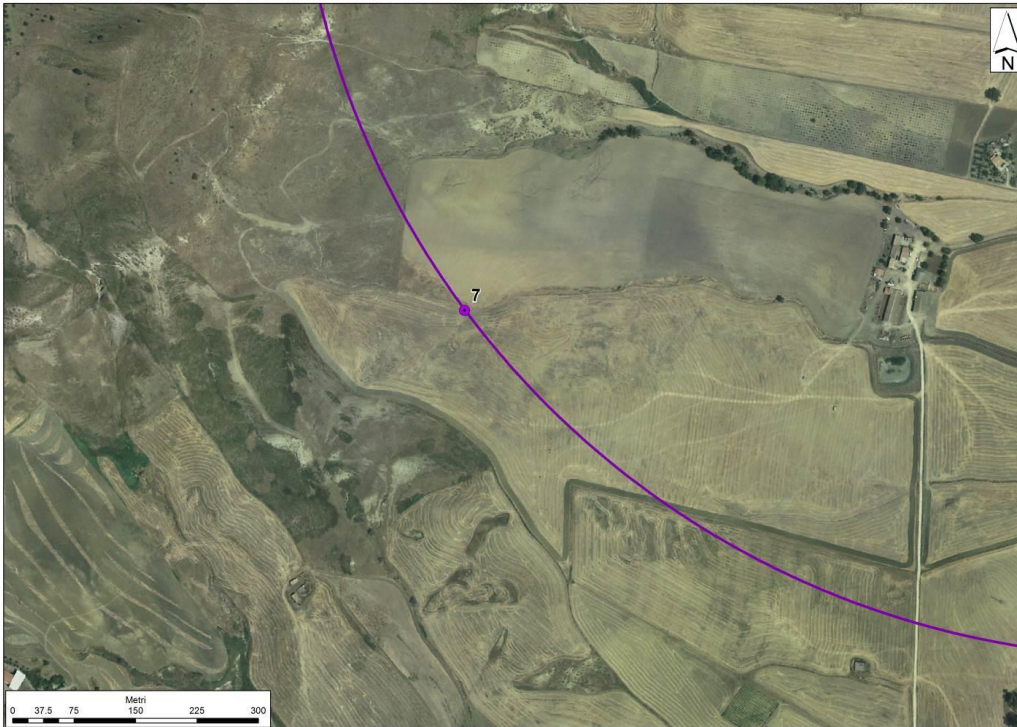


Figura 89. Ortofoto 2005.



Figura 90. Ortofoto 2010.

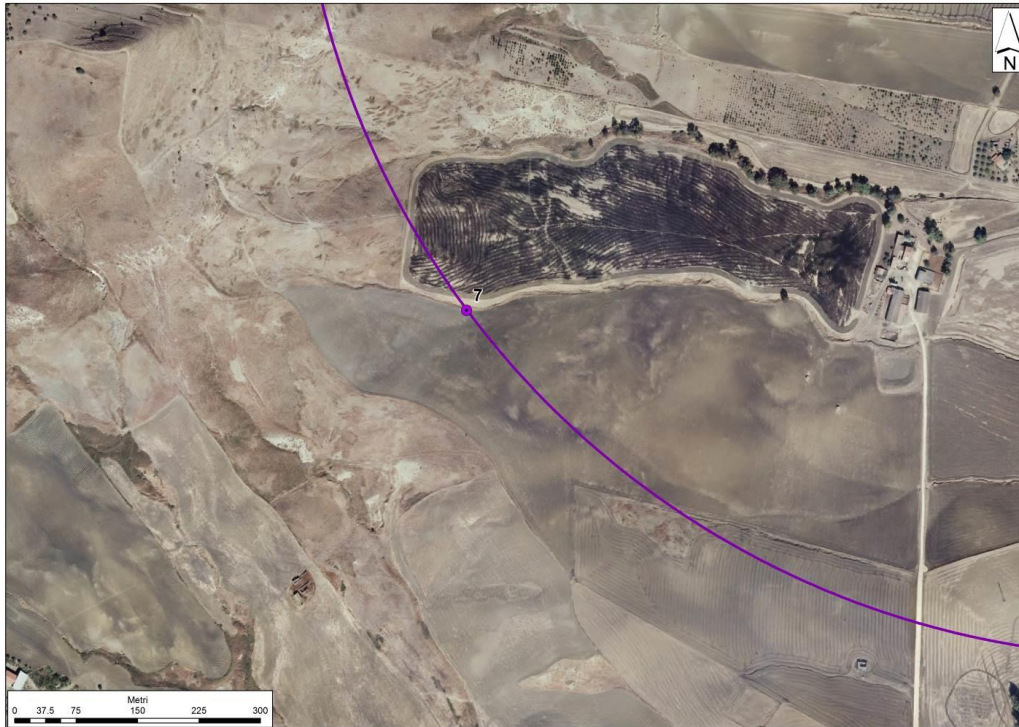


Figura 91. Ortofoto 2012.

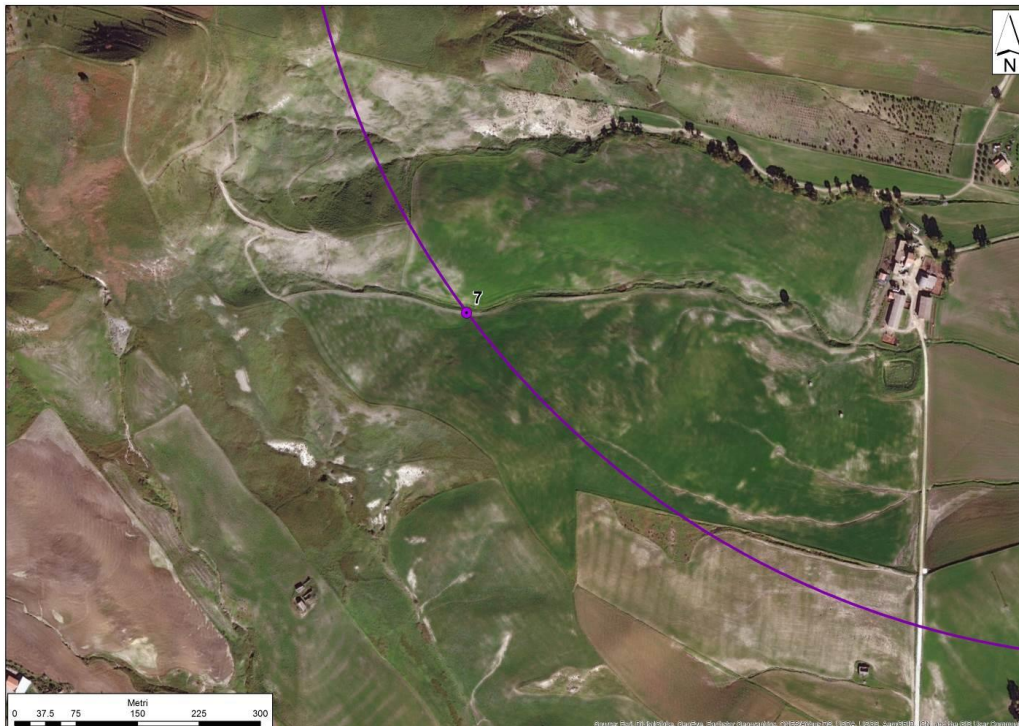



Figura 92. Ortofoto 2016.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.2 Fenomeni gravitativi di versante

Il riconoscimento e la parametrizzazione di morfologie riconducibili a specifiche caratteristiche del fenomeno franoso sono state supportate da analisi multi-temporali con verifiche dirette sul terreno. Preso atto che nel tempo tali fenomeni non hanno evidenziato forti cambiamenti si riportano solamente Ortofoto del 1988 e del 2012.

9.2.1 Fenomeni gravitativi di versante km 1+100 e 1+700 circa

L'analisi delle frane cartografate alla pk 1+100, riportata anche nella cartografia PAI e IFFI, e pk 1+700, non interferiscono direttamente con le opere in progetto. Dall'analisi multitemporale non si evince nessuna evoluzione dei versanti, il primo corpo può essere riconducibile ad una colata, il secondo corpo di estensioni maggiori può essere riconducibile ad una corpo di una frana complessa, inoltre, si nota una scarpata fortemente antropizzata da terrazzamenti agricoli. Di seguito si riportano gli stralci della Ortofoto del 1989 Figura 37e del 2012 (Figura 93).

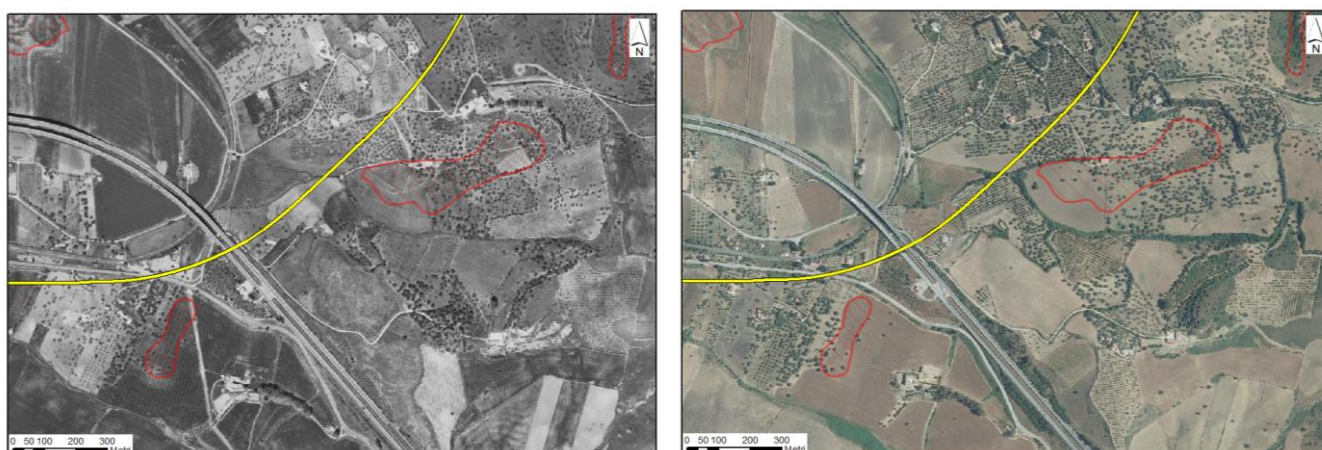



Figura 93. Ortofoto in bianco e nero (1989) e Ortofoto a colori (2012), in rosso i corpi di frana cartografati.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.2.2 Fenomeni gravitativi di versante km 2+400 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la Pk 2+400, ossia imbocco galleria Nuova Enna (lato Catania), in sinistra idrografica del rio. Dall'analisi morfologica e dal rilevamento di terreno, si individua una forma e un deposito riconducibili ad una forma di accumulo di un corpo di frana stabilizzato, dall'analisi temporale il versante negli ultimi 30 anni di analisi non ha subito nessuna evoluzione.

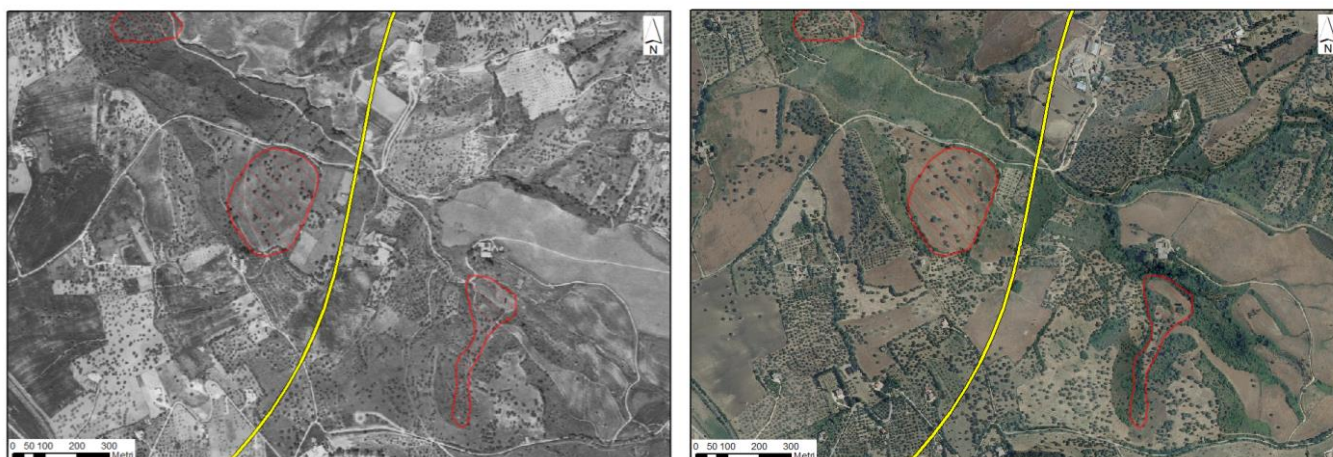


Figura 94. Ortofoto in bianco e nero (1989) e Ortofoto a colori (2012), in rosso i corpi di frana cartografati.

9.2.3 Fenomeni gravitativi di versante km 10+500 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la pk 10+500, ossia imbocco galleria Dittaino (lato Palermo), è riportato negli stralci della Figura 95. Anche in questo caso, l'attenzione si è soffermata su una frana cartografata sia dal PAI e che dall'IFFI che non interferisce direttamente con le opere in progetto. Le intense pratiche agricole sull'area rendono difficile comprendere l'evoluzione del versante, ma si conferma che non si nota particolari variazioni del versante.

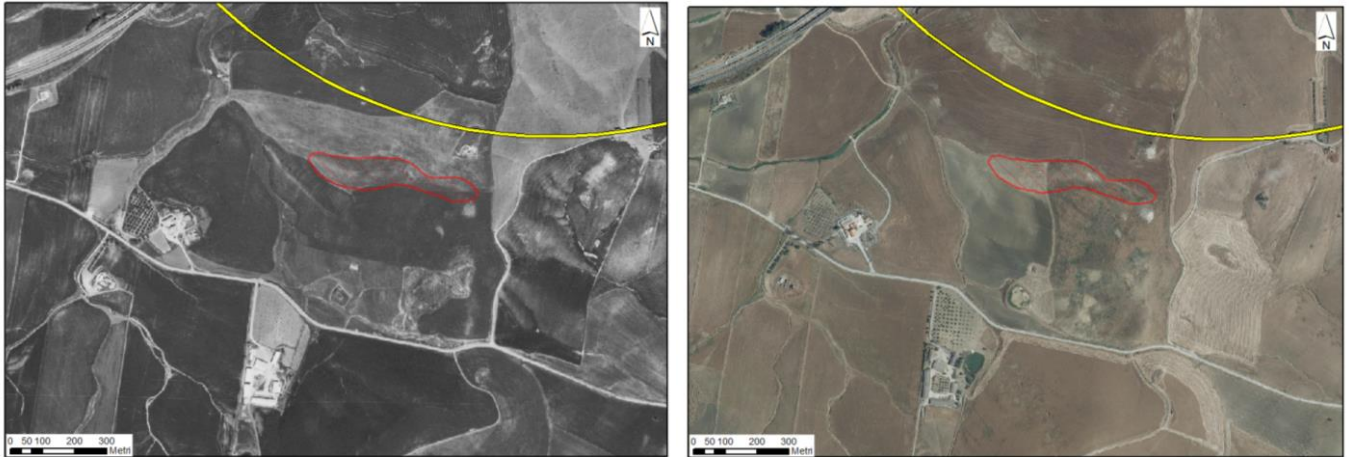


Figura 95. Ortofoto in bianco e nero (1989) e Ortofoto a colori (2012), in rosso i corpi di frana cartografati.

9.2.4 Fenomeni gravitativi di versante km 12+200 circa

L'evoluzione dei fenomeni di erosione presso la pk 12+200, ossia Galleria Dittaino, si osserva un'area con corpi di frana, che vengono riportati anche nelle cartografie PAI, però anche in questo caso non mostrano forti evoluzioni.

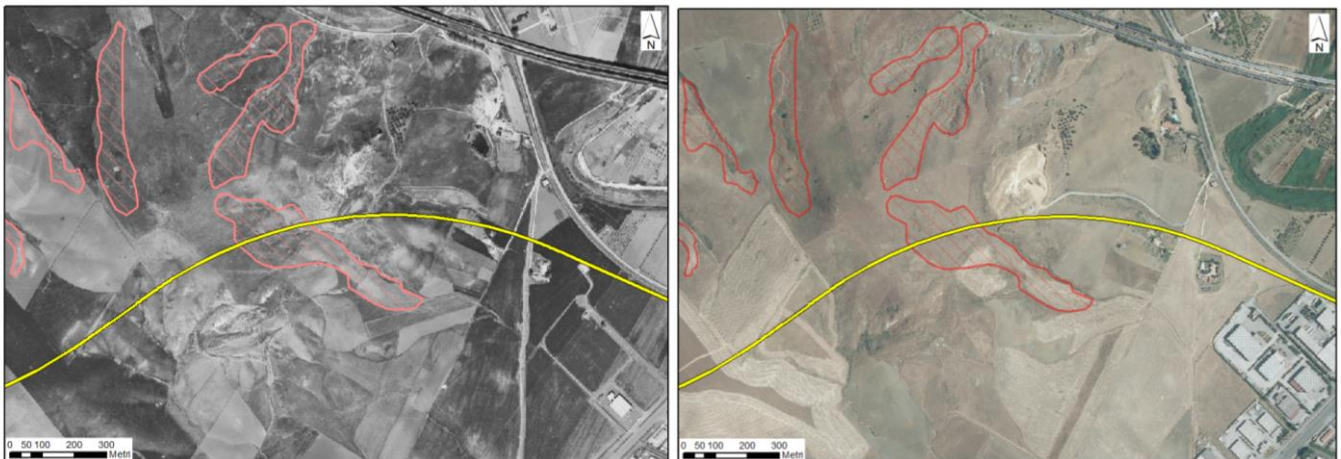




Figura 96. Ortofoto in bianco e nero (1989) e Ortofoto a colori (2012), in rosso i corpi di frana cartografati.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 125 di 198

10 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 i litotipi con differente comportamento idrogeologico (Carbone et al. 2010; Catalano et al. 2011). Sulla base delle caratteristiche di permeabilità e dei rapporti stratigrafico-strutturali tra le unità geologiche presenti si possono distinguere acquiferi, sede di corpi idrici produttivi, e terreni a permeabilità bassa o molto bassa, privi di corpi idrici significativi e che spesso determinano effetti di confinamento sugli acquiferi limitrofi (Aurelli et al. 2001; Carbone et al. 2010).

In particolare, i depositi alluvionali più grossolani e permeabili del Fiume Dittaino costituiscono degli acquiferi multifalda di una certa rilevanza, che spesso vengono captati mediante pozzi ad uso agricolo (Catalano et al. 2011). I litotipi del substrato meso-cenozoico, al contrario, rappresentano degli acquiferi di scarsa importanza, con una circolazione idrica sotterranea limitata agli orizzonti litologici più permeabili e superficiali. In tali idrostrutture, il deflusso idrico è quindi fortemente condizionato dall'assetto litostratigrafico locale e dai principali elementi tettonici presenti (Catalano et al. 2011).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 126 di 198

11 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire 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 letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. In particolare, i dati piezometrici reperiti e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo dei settori di territorio interessati dal tracciato ferroviario in progetto.

Infine, lo studio geologico condotto, ha permesso di meglio comprendere 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.

11.1 Dati idrogeologici di base

Nell'ambito delle campagne di indagine che hanno interessato l'area, descritte nel capitolo 3, in particolare campagna geognostica Italferr 2019 (paragrafo 3.3), Italferr 2018 (paragrafo 3.4) e Italferr 2015/2016 (paragrafo 3.5), sono state effettuate prove di permeabilità in foro tipo Lefranc per la definizione della permeabilità dei complessi idrogeologici. Inoltre, allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, è stata effettuata, ed è a tutt'oggi in essere, una campagna di monitoraggio nei tubi piezometrici installati nei fori di sondaggio.

11.1.1 Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc e Lugeon

Per poter definire le caratteristiche di permeabilità dei principali corpi idrogeologici presenti nell'area di intervento, sono state analizzate le prove di permeabilità condotte nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019, Italferr 2018 ed Italferr 2015/2016. Nelle tabelle seguenti (Tabella 14, Tabella 15, Tabella 16) sono riportate le caratteristiche delle suddette prove ed i valori di permeabilità che ne sono risultati.

Tabella 14 - Prove di permeabilità realizzate nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
4SD01	7,95	1,54E-06	Lefranc	TRVa
4SD01	23,00	7,11E-07	Lefranc	TRVa
4SD02	6,75	9,34E-08	Lefranc	TRV
4SD02	14,25	2,61E-08	Lefranc	TRV
4SD03	3,75	7,11E-07	Lefranc	TRVa
4SD03	18,00	1,08E-07	Lefranc	TRVa
4SD4GN1	5,25	2,46E-05	Lefranc	MS2
4SD4GN1	13,05	3,89E-07	Lefranc	TRV
4SD4GN1	24,75	1,61E-08	Lefranc	TRV
4SD05GN	33,55	2,97E-09	Lefranc	TRVa
4SD_NV4	5,25	4,23E-07	Lefranc	TRVa
4SD_NV4	18,00	1,51E-07	Lugeon	TRVa
4SD05GN	39,60	2,62E-08	Lefranc	TRVa
4SD05GN	48,00	7,38E-08	Lugeon	TRVa
4SD06GN	10,25	3,02E-08	Lefranc	TRVa
4SD06GN	17,25	2,01E-06	Lefranc	TRVa
4SD06_V1	15,45	7,48E-08	Lugeon	TRVa
4SD07GN	11,75	2,54E-07	Lugeon	TRVa

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
4SD07GN	18,25	4,84E-08	Lugeon	TRVa
4SD07GN	32,50	1,71E-07	Lugeon	TRVa
4SD08GN	30,05	2,22E-08	Lugeon	TRVa
4SD08GN	36,80	2,48E-08	Lugeon	TRVa
4SD08GN	43,65	2,66E-08	Lugeon	TRVa
4SD09GN	40,50	1,18E-08	Lugeon	TRV
4SD09GN	48,70	1,34E-08	Lugeon	TRV
4SD09GN	56,75	1,12E-08	Lugeon	TRV
4SD11GN	96,00	3,42E-08	Lugeon	TRV
4SD11GN	101,25	1,23E-08	Lugeon	TRV
4SD11GN	110,10	2,49E-08	Lugeon	TRV
4SD12GN	8,25	4,35E-08	Lefranc	TRV
4SD12GN	18,25	4,94E-09	Lugeon	TRV
4SD12GN	29,25	5,12E-09	Lugeon	TRV
4SD14 VI2	7,00	2,80E-08	Lefranc	TRV
4SD14 VI2	24,00	1,02E-08	Lugeon	TRV
4SD15 VI2	5,25	7,40E-08	Lefranc	TRV
4SD15 VI2	26,50	7,30E-09	Lugeon	TRV
4SD16 VI2	3,75	2,30E-08	Lefranc	TRV
4SD16 VI2	21,75	9,87E-08	Lugeon	TRV
4SD16 VI2	28,80	1,92E-08	Lugeon	TRV
4SD17 VI3	3,75	9,34E-08	Lefranc	TRV
4SD17 VI3	19,50	3,82E-09	Lugeon	TRV
4SD17 VI3	34,50	4,86E-09	Lugeon	TRV
4SD17_1_VI4	4,30	5,36E-08	Lefranc	TRV
4SD17_1_VI4	13,35	8,62E-08	Lugeon	TRV

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
4SD17_1_VI4	30,50	8,28E-08	Lugeon	TRV
4SD19 VI4	3,75	1,70E-07	Lefranc	bn3
4SD19 VI4	19,75	5,86E-09	Lugeon	TRV
4SD19 VI4	33,60	6,08E-09	Lugeon	TRV
4SD20	6,75	3,38E-08	Lefranc	bn3
4SD20	20,35	2,83E-08	Lefranc	TRVb
4SD21 GN	8,75	2,40E-08	Lefranc	AV
4SD21 GN	16,80	8,80E-09	Lefranc	AV
4SD21GN	27,50	6,50E-09	Lugeon	AV
4SD22GN	42,50	4,20E-09	Lugeon	AV
4SD22GN	49,50	6,56E-09	Lugeon	AV
4SD22GN	56,50	3,74E-09	Lugeon	AV
4SD25GN	46,90	5,09E-08	Lugeon	FYN3
4SD25GN	53,85	5,44E-08	Lugeon	FYN3
4SD25GN	58,65	5,60E-08	Lugeon	FYN3
4SD26 GN	7,00	4,97E-08	Lefranc	TRVb
4SD26 GN	16,25	2,72E-08	Lefranc	TRVb
4SD26 GN	26,25	9,86E-09	Lefranc	TRVb
4SD27GN	84,80	3,78E-08	Lugeon	AV
4SD27GN	75,50	2,98E-08	Lugeon	AV
4SD28	9,75	4,73E-06	Lefranc	bn2
4SD28	22,45	1,07E-08	Lefranc	TRVb
4SD29	11,25	4,29E-05	Lefranc	bn1
4SD29	23,50	2,28E-08	Lefranc	TRVb
4b S3bis	5,25	2,87E-06	Lefranc	TRVa
4b S3bis	13,25	1,66E-06	Lefranc	TRVa

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
4a GN3 S19	8,75	5,74E-06	Lefranc	TRVa
4a GN3 S19	22,25	1,95E-06	Lefranc	TRVa
4a S30	5,50	2,01E-07	Lefranc	TRV
4a S30	13,25	5,80E-07	Lefranc	TRV
4a S30	28,25	4,12E-08	Lefranc	TRV
5_SV01	6,75	1,07E-04	Lefranc	bn2
5_SV01	27,00	1,61E-08	Lefranc	TRVb

Tabella 15 - Prove di permeabilità realizzate nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018.

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
4S10	5.20÷5.70	3,81E-07	Lefranc	TRVa
4S10	20.10÷20.60	3,22E-08	Lefranc	TRV
4S11	50.30÷50.80	1,28E-08	Lefranc	TRV
4S11	59.50÷60.00	8,41E-09	Lefranc	TRV
4S12	70.00÷70.50	5,99E-09	Lefranc	TRV
4S12	80.50÷81.00	7,95E-09	Lefranc	TRV
4S13	5.50÷6.00	3,45E-07	Lefranc	TRV
4S13	20.30÷20.80	3,14E-08	Lefranc	TRV
4S14	62.00÷63.00	1,64E-08	Lefranc	AV
4S14	75.50÷76.50	1,41E-08	Lefranc	AV
5S14	5,50	3,08E-05	Lefranc	bn3
5S14	13,75	1,64E-04	Lefranc	bn1

Sigla	Profondità media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Unità geologica di riferimento
6S5	4.50	5,58E-08	Lefranc	bn3
7S1	10.50	3,34E-07	Lefranc	TRV
7S1	35.00	8,76E-07	Lefranc	TRV
7S2	12.50	7,28E-07	Lefranc	TRVa
7S2	33.00	6,78E-07	Lefranc	TRVa
7S3	30.00	5,93E-07	Lefranc	TRV
7S4	4.00	1,71E-07	Lefranc	TRV
7S6	4.00	7,78E-08	Lefranc	TRVb

Tabella 16 - Prove di permeabilità realizzate nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2015/2016.

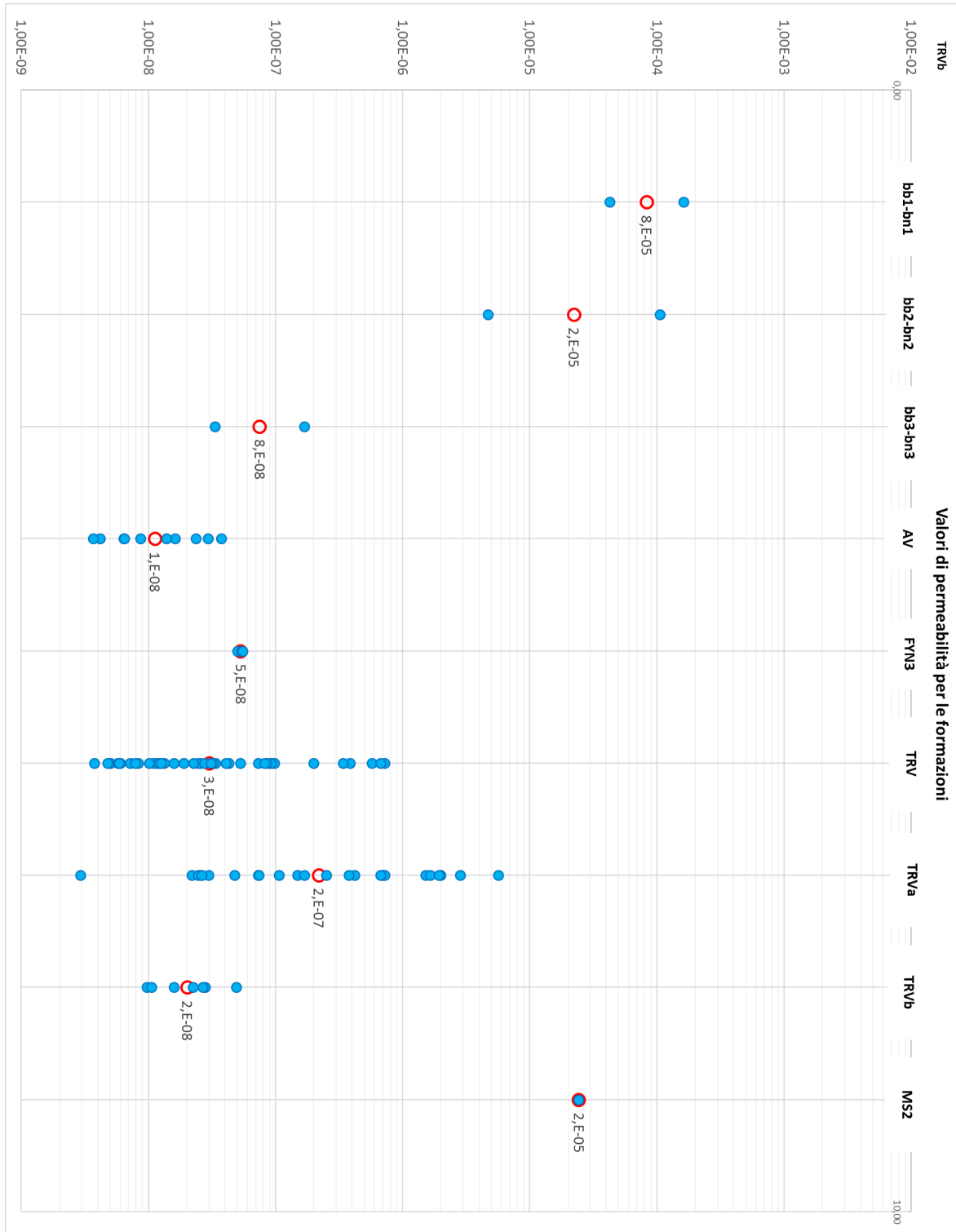


Figura 97 - Variazione dei valori di permeabilità per le unità geologiche.

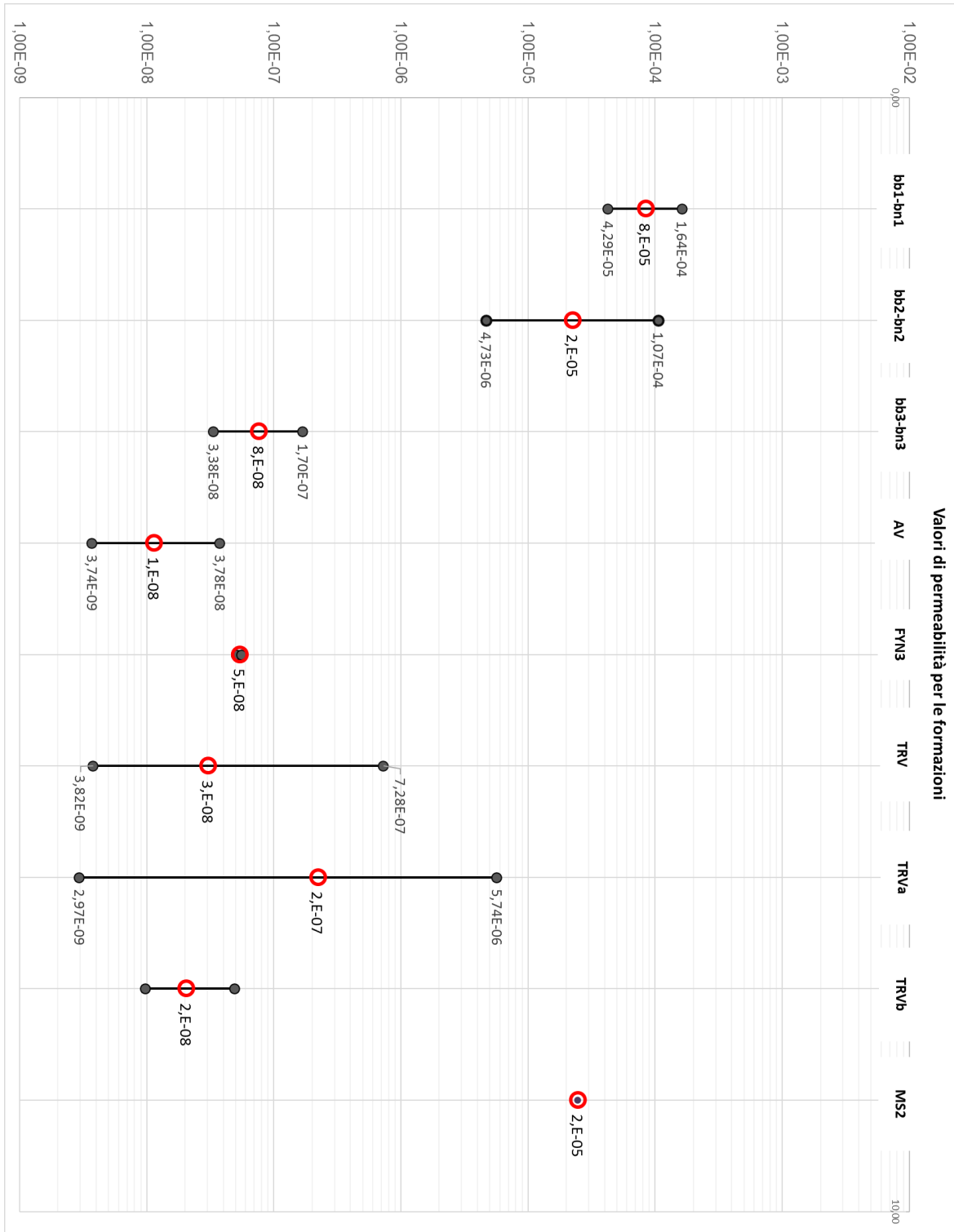


Figura 98 – Valore massimo, minimo e medio di permeabilità per ogni unità geologica.

11.1.2 Monitoraggio piezometrico

Il monitoraggio piezometrico si è esplicato da aprile a novembre 2019 nei piezometri installati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018 e Italferr 2019.

11.1.2.1 Piezometri Italferr 2019

Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle caratteristiche dei tubi piezometrici installati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

Tabella 17 –Piezometri installati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2019.

Sigla	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione	Tratto fenestrato (m)	Cella Casagrande (m da p.c.)	Corda Vibrante (m da p.c.)
4SD1	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 9.00		
4SD2	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 27.00		
4SD3	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 27.00		
4SD4 GN.1	Piezometro Casagrande	35		cella 26.00	
4_SD05 GN	Piezometro Casagrande	55		cella 45.00	
4_SD06 GN.1	Piezometro Casagrande	35		cella 25.00	
4_SD06_V1	Piezometro Casagrande	40		cella 12.00	
4_SD07_1	Piezometro Casagrande	19,5		cella 1. 9.00 cella 2. 16.00	
4_SD08 GN	Piezometro Casagrande	30		cella 42.00	
4SD9_GN	Piezometro Casagrande	64		cella 57.00	
4SD11_GN	Piezometro Corda Vibrante	115			cella 100.00
4SD12_GN	Piezometro Casagrande	40		cella 21.00	
4SD15_VI2	Piezometro Casagrande	50		cella 21.00	
4SD17_VI3	Piezometro Casagrande	40		cella 29.50	
4SD18_VI3	Piezometro Casagrande	40			
4SD18 Bis_VI4	Piezometro Casagrande	40		cella 24.00	

Sigla	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione	Tratto fenestrato (m)	Cella Casagrande (m da p.c.)	Corda Vibrante (m da p.c.)
4SD19_VI4	Piezometro Casagrande	40		cella 21.00	
4SD20	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 30.00		
4SD21_GN.3	Piezometro Casagrande	20		cella 18.50	
4SD22_GN	Piezometro Casagrande	65		cella 51.00	
4_SD25_GN	Piezometro Casagrande	70		cella 50.00	
4SD26_GN.1	Piezometro Casagrande	35		cella 29.00	
4SD27_GN	Piezometro Casagrande	95		cella 85.00	
4SD29	Piezometro Casagrande	35		cella 23.50	
4SD_NV4	Piezometro Tubo Aperto	30	2.00 ÷ 26.0		
4SD1	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 9.00		
4SD2	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 27.00		
4SD3	Piezometro Tubo Aperto	30	3.00 ÷ 27.00		
4SD4 GN.1	Piezometro Casagrande	35		cella 26.00	
4_SD05 GN	Piezometro Casagrande	55		cella 45.00	

11.1.2.1 Piezometri Italferr 2018

Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle caratteristiche dei tubi piezometrici installati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018.

Tabella 18 –Piezometri installati nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2018.

Sigla	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione	Tratto fenestrato (m)	Cella Casagrande (m da p.c.)	Corda Vibrante (m da p.c.)
4S11	30.00	Piezometro Tubo Aperto	43.0÷54.0	-	-
4S12	85.0	Piezometro Tubo Aperto	69.0÷81.0	-	-
4S13	40.0	Piezometro Tubo Aperto	3.0÷30.0	-	-

Sigla	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione	Tratto fenestrato (m)	Cella Casagrande (m da p.c.)	Corde Vibrante (m da p.c.)
4S14	80.0	Piezometro Tubo Aperto	68.0÷80.0	-	-

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi e minimi della falda registrati nel corso della campagna di monitoraggio piezometrico da aprile a novembre 2019.

Tabella 19 –Monitoraggio piezometrico strumenti Italferr 2018-2019 da aprile a novembre 2019.

MONITORAGGIO PIEZOMETRICO


Campagna geognostica "2018-2019"

Sigla	Piezometro	Livello piezometrico MAX			Livello piezometrico MIN		
		Data	Prof. falda	Quota falda	Data	Prof. falda	Quota falda
		mese/anno	m dal p.c.	m s.l.m.	mese/anno	m dal p.c.	m s.l.m.
4SD01	Tubo aperto cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 9.0 cieco: 9.0 - 30.0	Falda a piano campagna					
4SD02	Tubo aperto cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 27.0 cieco: 27.0 - 30.0	25/07/2019	0.00	433.40	20/06/2019	1.57	433.03
4SD03	Tubo aperto cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 27.0 cieco: 27.0 - 30.0	20/06/2019	7.13	458.67	19/09/2019	17.40	448.40
4SD4_GN1	Casagrande cella 1: 26.00	25/07/2019	12.05	457.10	21/10/2019	13.10	456.05
4SD5_GN	Casagrande cella 1: 45.00	19/09/2019	21.35	464.90	20/11/2019	23.97	462.36
4SD6_GN	Casagrande cella 1: 25.00	No falda					
4SD6_V1	Casagrande cella 1: 12.00	20/06/2019	5.60	423.19	28/08/2019	6.18	422.61
4SD7_GN1	Casagrande cella 1: 40.00	25/07/2019	9.90	434.90	04/04/2019	11.20	433.60
4SD7_GN2	Casagrande cella 1: 9.00	No falda					
4SD8_GN	Casagrande cella 1: 42.00	Falda a piano campagna					
4SD9_GN	Casagrande cella 1: 57.00	20/11/2019	19.55	439.55	25/07/2019	21.78	437.32
4SD11	Cella elettrica 1: 100.00	20/06/2019	21.26	459.93	21/10/2019	25.02	456.17
4SD12_GN	Casagrande cella 1: 21.00	20/11/2019	2.62	363.26	28/08/2019	3.70	362.18
4SD15_VI2	Casagrande cella 1: 21.00	20/11/2019	4.10	312.01	19/09/2019	4.25	311.86
4SD17_VI3	Casagrande cella 1: 29.50	20/11/2019	5.00	311.33	19/09/2019	5.45	310.88
4SD18bis_VI4	Casagrande cella 1: 24.00	28/08/2019	19.40	290.57	19/09/2019	20.40	289.57
4SD19_VI4	Casagrande cella 1: 21.00	28/08/2019	5.23	298.50	20/11/2019	6.85	296.88
4SD20	Tubo aperto cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 30.0	25/07/2019	12.30	254.91	19/09/2019	12.40	254.81
4SD21_GN	Casagrande cella 1: 18.50	20/11/2019	1.85	315.71	28/08/2019	4.60	312.96
4SD22_GN	Casagrande cella 1: 51.00	No Falda					
4SD25_GN	Casagrande cella 1: 50.00	28/08/2019	11.40	317.03	20/11/2019	12.25	316.18
4SD26_GN	Casagrande cella 1: 29.00	20/11/2019	3.10	309.91	19/09/2019	11.00	277.41
4SD27_GN	Casagrande cella 1: 85.00	19/09/2019	2.40	414.50	20/11/2019	3.23	413.67
4SD29	Casagrande cella 1: 23.50	20/11/2019	3.45	250.92	19/09/2019	4.30	250.07
4SD_NV04	Tubo aperto cieco: 0.0 - 2.0 finestrato: 2.0 - 26.0 cieco: 26.0 - 30.0	20/11/2019	24.32	444.83	21/10/2019	24.57	444.58
4S11 (2018)	Tubo aperto cieco: 0.0 - 43.0 finestrato: 43.0 - 54.0	20/11/2019	7.35	493.02	21/10/2019	7.50	492.87
4S12 (2018)	Tubo aperto cieco: 0.0 - 69.0 finestrato: 69.0 - 81.0	21/10/2019	12.40	481.10	20/11/2019	12.58	480.92
4S14 (2018)	Tubo aperto cieco: 0.0 - 68.0 finestrato: 68.0 - 80.0	20/06/2019	7.40	368.80	21/10/2019	7.85	368.35
5_SV01	Casagrande cella 1: 8.50	21/11/2019	2.2	240.56	24/10/2019	2.40	240.36
5_S14	Tubo aperto cieco: 0.0 - 6.0 finestrato: 6.0 - 30.0 cieco: 30.0 - 40.0	21/11/2019	5.86	247.57	24/10/2019	7.00	246.33

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 137 di 198

11.1.3 Opere di captazione ed emergenze sorgentizie

Per poter ricostruire con maggior dettaglio l'andamento e le caratteristiche delle falde idriche presenti nell'area, nel corso dello studio si è provveduto ad acquisire tutte le informazioni disponibili relativamente a pozzi e sorgenti presenti nei settori di intervento. In particolare, in fase di rilevamento geologico e mediante analisi fotointerpretativa, è stato effettuato un censimento il più possibile dettagliato dei punti d'acqua lungo il tracciato; sono stati pertanto distinti i pozzi, le cisterne per la raccolta delle acque e i pozzi ad uso acquedottistico o comunque utilizzati per la distribuzione delle acque. Sono state inoltre censite le sorgenti, che risultano comunque di scarsa entità e che sono individuate da zone umide e poco vegetate osservate in campagna. La ricerca dei pozzi è stata effettuata anche presso il Genio Civile della provincia di Enna. A tale proposito, si segnala che, alcuni pozzi censiti al catasto pozzi del Genio Civile di Enna, si collocano a meno di 200 m di distanza dal tracciato in progetto.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 138 di 198

11.2 Complessi idrogeologici

In riferimento alle prove di permeabilità (*Lefranc*) realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine (2018 e 2019), nell'area in esame sono stati individuati sei 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.

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 e fessurazione dei singoli ammassi rocciosi.


11.2.1 Complessi idrogeologici delle unità del substrato

Questo gruppo è rappresentato da due complessi idrogeologici, descritti nel seguito.

- Complesso argilloso-marnoso (CAM)

Argille, argille limose, argille limoso-marnose e argille marnose a struttura scagliosa o indistinta, talora stratificata, brecciata o a blocchetti poliedrici, con frequenti livelli millimetrici di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi; a luoghi si rinvencono intercalazioni di arenarie glauconitiche e quarzareniti medio fini da mediamente a molto fratturate, in strati da sottili a medi, e livelli di marne, marne argillose e argilliti in strati irregolari, localmente laminati; talora sono presenti lenti di conglomerati poligenici e passaggi di calcari dolomitici, calcari evaporitici, brecce calcaree e diaspri a frattura prismatica.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquicludi 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 psammitici più spessi. La permeabilità, per porosità e secondariamente per fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 139 di 198

Le unità geologiche che costituiscono il complesso argilloso-marnoso sono: Tripoli (**TPL**), Formazione di Terravecchia membro argilloso (**TRV**), Formazione di Terravecchia membro brecciato (**TRVb**) Argille Variegate (**AV**) e Flysch Numidico membro di Monte Salici (**FYN3**).

- Complesso arenaceo-marnoso (CRM)

Arenarie glauconitiche e quarzareniti medio-fini da poco a molto fratturate, in strati da sottili a molto spessi, talora fino a megastrati, talora gradati, con inclusi clay chips e numerose venature di calcite; in alternanza alle porzioni arenacee, si rinvengono frequenti livelli di argilliti, argille marnose e marne argillose a struttura scagliosa, in strati da molto sottili a medi.

Costituiscono acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi, con caratteristiche idrogeologiche variabili in funzione dello spessore e del grado di fessurazione degli orizzonti lapidei; sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, generalmente frazionate e a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media.

Le unità geologiche che costituiscono il complesso arenaceo-marnoso sono: Formazione di Terravecchia membro arenaceo (**TRVa**), Flysch Numidico membro di Monte Salici, facies quarzoarenitica (**FYN3a**).


11.2.2 Complessi idrogeologici dei terreni di copertura

Questo gruppo è rappresentato da quattro complessi idrogeologici, descritti nel seguito.

- Complesso detritico-colluviale (CDC)

Argille limose e argille sabbiose a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati; spesso si rinvengono passaggi di limi argilloso-sabbiosi a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati.

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. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>140 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	140 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	140 di 198								

Le unità geologiche che costituiscono il complesso detritico colluviale sono la coltre eluvio collovuale (b2) e le frane.

- Complesso ghiaioso-sabbioso (CGS)

Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e argilloso-limosa da scarsa ad abbondante; talora sono presenti ciottoli e blocchi di arenaria da angolosi a sub-angolosi e lenti di sabbie ghiaiose; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi.

Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media.

Le unità geologiche che costituiscono il complesso ghiaioso-sabbioso sono depositi alluvionali attuali (**ba1**), recenti (**bb1**) e terrazzati (**bn1**).

- Complesso sabbioso-limoso (CSL)

Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi ad arrotondati; a luoghi si rinvengono passaggi di argille, limi argillosi, limi sabbioso-argillosi e sabbie argilloso limose a struttura indistinta o debolmente laminata, con frequenti resti vegetali e rare ghiaie e ciottoli poligenici, da angolose ad arrotondate.

Costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media.

Le unità geologiche che costituiscono il complesso sabbioso – limoso sono depositi alluvionali recenti (**bb2**) e terrazzati (**bn2**).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

- Complesso argilloso-limoso (CAL)

Argille limose e limi argillosi a struttura indistinta o laminata, a luoghi stratificata, con frequenti intercalazioni di argille limoso-sabbiose e limi argilloso-sabbiosi; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose ad arrotondate; talora sono presenti livelli di torbe e terreni organici, con incluse concrezioni e patine di ossidazione.

Costituiscono dei limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquicludi di importanza variabile in relazione 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-ghiaiosi più spessi. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

Le unità geologiche che costituiscono il complesso argilloso-limoso sono depositi alluvionali recenti (**bb3**) e terrazzati (**bn3**).

Di seguito si riportano alcune tabelle con l'indicazione delle prove di permeabilità eseguite, l'unità geologica di riferimento sulla base della cartografia geologica e l'indicazione del complesso idrogeologico di appartenenza.

Tabella 20 - Prove di permeabilità eseguite nell'ambito della campagna geognostica 2018-2019, con indicazione della formazione geologica di riferimento e del relativo complesso idrogeologico (CGS, CSL, CAL).

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione	Complesso
4SD29	10,50	12,00	11,25	4,29E-05	Lefranc	bn1	CGS
5S14	13,50	14,00	13,75	1,64E-04	Lefranc	bn1	CGS
4SD28	9,00	10,50	9,75	4,73E-06	Lefranc	bn2	CSL
5_SV01	6,00	7,50	6,75	1,07E-04	Lefranc	bn2	CSL
4SD19 VI4	3,00	4,50	3,75	1,70E-07	Lefranc	bn3	CAL
4SD20	6,00	7,50	6,75	3,38E-08	Lefranc	bn3	CAL

Tabella 21 - Prove di permeabilità eseguite nell'ambito della campagna geognostica 2018-2019, con indicazione della formazione geologica di riferimento e del relativo complesso idrogeologico (CRM).

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione	Complesso
4SD4GN1	4,50	6,00	5,25	2,46E-05	Lefranc	MS2	CRM
4SD01	7,50	8,40	7,95	1,54E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4SD01	22,00	24,00	23,00	7,11E-07	Lefranc	TRVa	CRM
4SD03	3,00	4,50	3,75	7,11E-07	Lefranc	TRVa	CRM
4SD03	16,50	19,50	18,00	1,08E-07	Lefranc	TRVa	CRM
4SD05GN	32,80	34,30	33,55	2,97E-09	Lefranc	TRVa	CRM
4SD_NV4	4,50	6,00	5,25	4,23E-07	Lefranc	TRVa	CRM
4SD_NV4	16,00	20,00	18,00	1,51E-07	Lugeon	TRVa	CRM
4SD05GN	38,20	41,00	39,60	2,62E-08	Lefranc	TRVa	CRM
4SD05GN	46,00	50,00	48,00	7,38E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4SD06GN	9,50	11,00	10,25	3,02E-08	Lefranc	TRVa	CRM
4SD06GN	16,50	18,00	17,25	2,01E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4SD06_V1	13,50	17,40	15,45	7,48E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4SD07GN	10,00	13,50	11,75	2,54E-07	Lugeon	TRVa	CRM
4SD07GN	16,50	20,00	18,25	4,84E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4SD07GN	30,50	34,50	32,50	1,71E-07	Lugeon	TRVa	CRM
4SD08GN	28,00	32,10	30,05	2,22E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4SD08GN	35,00	38,60	36,80	2,48E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4SD08GN	42,00	45,30	43,65	2,66E-08	Lugeon	TRVa	CRM
4b S3bis	5,00	5,50	5,25	2,87E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4b S3bis	13,00	13,50	13,25	1,66E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4a GN3 S19	8,50	9,00	8,75	5,74E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4a GN3 S19	22,00	22,50	22,25	1,95E-06	Lefranc	TRVa	CRM
4S10	5,20	5,70	5,45	3,81E-07	Lefranc	TRVa	CRM
7S2	12,00	13,00	12,50	7,28E-07	Lefranc	TRVa	CRM
7S2	32,00	34,00	33,00	6,78E-07	Lefranc	TRVa	CRM

Tabella 22 - Prove di permeabilità eseguite nell'ambito della campagna geognostica 2018-2019, con indicazione della formazione geologica di riferimento e del relativo complesso idrogeologico (CAM).

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione	Complesso
4SD21 GN	8,00	9,50	8,75	2,40E-08	Lefranc	AV	CAM
4SD21 GN	15,60	18,00	16,80	8,80E-09	Lefranc	AV	CAM
4SD21GN	25,00	30,00	27,50	6,50E-09	Lugeon	AV	CAM
4SD22GN	40,00	45,00	42,50	4,20E-09	Lugeon	AV	CAM
4SD22GN	47,00	52,00	49,50	6,56E-09	Lugeon	AV	CAM
4SD22GN	54,00	59,00	56,50	3,74E-09	Lugeon	AV	CAM
4SD27GN	82,60	87,00	84,80	3,78E-08	Lugeon	AV	CAM
4SD27GN	73,00	78,00	75,50	2,98E-08	Lugeon	AV	CAM
4S14	62,00	63,00	62,50	1,64E-08	Lefranc	AV	CAM
4S14	75,50	76,50	76,00	1,41E-08	Lefranc	AV	CAM
4SD25GN	45,00	48,80	46,90	5,09E-08	Lugeon	FYN3	CAM
4SD25GN	52,00	55,70	53,85	5,44E-08	Lugeon	FYN3	CAM
4SD25GN	57,00	60,30	58,65	5,60E-08	Lugeon	FYN3	CAM
4SD02	6,00	7,50	6,75	9,34E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD02	13,50	15,00	14,25	2,61E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD4GN1	12,50	13,60	13,05	3,89E-07	Lefranc	TRV	CAM
4SD4GN1	24,00	25,50	24,75	1,61E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD09GN	38,00	43,00	40,50	1,18E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD09GN	46,00	51,40	48,70	1,34E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD09GN	54,50	59,00	56,75	1,12E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD11GN	94,00	98,00	96,00	3,42E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD11GN	99,00	103,50	101,25	1,23E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD11GN	108,00	112,20	110,10	2,49E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD12GN	7,50	9,00	8,25	4,35E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD12GN	16,00	20,50	18,25	4,94E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD12GN	26,50	32,00	29,25	5,12E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD14 VI2	6,00	8,00	7,00	2,80E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD14 VI2	22,00	26,00	24,00	1,02E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD15 VI2	4,50	6,00	5,25	7,40E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD15 VI2	24,00	29,00	26,50	7,30E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD16 VI2	3,00	4,50	3,75	2,30E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD16 VI2	19,00	24,50	21,75	9,87E-08	Lugeon	TRV	CAM

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione	Complesso
4SD16 VI2	26,00	31,60	28,80	1,92E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD17 VI3	3,00	4,50	3,75	9,34E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD17 VI3	17,00	22,00	19,50	3,82E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD17 VI3	32,00	37,00	34,50	4,86E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD17_1_VI4	3,60	5,00	4,30	5,36E-08	Lefranc	TRV	CAM
4SD17_1_VI4	11,00	15,70	13,35	8,62E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD17_1_VI4	28,00	33,00	30,50	8,28E-08	Lugeon	TRV	CAM
4SD19 VI4	17,00	22,50	19,75	5,86E-09	Lugeon	TRV	CAM
4SD19 VI4	31,00	36,20	33,60	6,08E-09	Lugeon	TRV	CAM
4a S30	5,00	6,00	5,50	2,01E-07	Lefranc	TRV	CAM
4a S30	13,00	13,50	13,25	5,80E-07	Lefranc	TRV	CAM
4a S30	28,00	28,50	28,25	4,12E-08	Lefranc	TRV	CAM
4S10	20,10	20,60	20,35	3,22E-08	Lefranc	TRV	CAM
4S11	50,30	50,80	50,55	1,28E-08	Lefranc	TRV	CAM
4S11	59,50	60,00	59,75	8,41E-09	Lefranc	TRV	CAM
4S12	70,00	70,50	70,25	5,99E-09	Lefranc	TRV	CAM
4S12	80,50	81,00	80,75	7,95E-09	Lefranc	TRV	CAM
4S13	5,50	6,00	5,75	3,45E-07	Lefranc	TRV	CAM
4S13	20,30	20,80	20,55	3,14E-08	Lefranc	TRV	CAM
7S3	12,00	13,00	12,50	7,28E-07	Lefranc	TRV	CAM
7S3	32,00	34,00	33,00	6,78E-07	Lefranc	TRV	CAM
4SD20	19,50	21,20	20,35	2,83E-08	Lefranc	TRVb	CAM
4SD26 GN	6,50	7,50	7,00	4,97E-08	Lefranc	TRVb	CAM
4SD26 GN	16,00	16,50	16,25	2,72E-08	Lefranc	TRVb	CAM
4SD26 GN	25,50	27,00	26,25	9,86E-09	Lefranc	TRVb	CAM
4SD28	21,00	23,90	22,45	1,07E-08	Lefranc	TRVb	CAM
4SD29	22,00	25,00	23,50	2,28E-08	Lefranc	TRVb	CAM
5_SV01	26,00	28,00	27,00	1,61E-08	Lefranc	TRVb	CAM

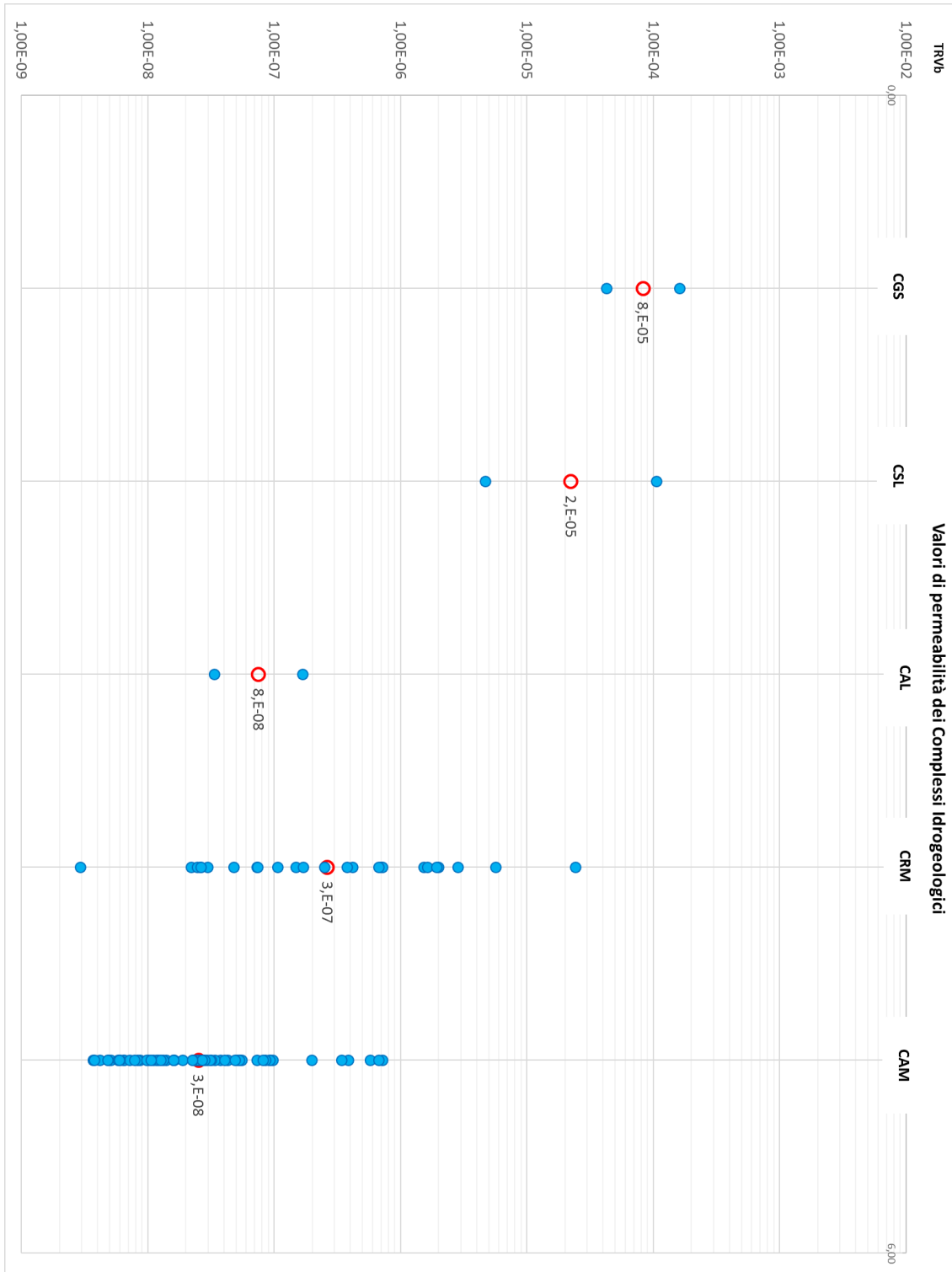


Figura 99 - Variazione dei valori di permeabilità dei complessi idrogeologici.

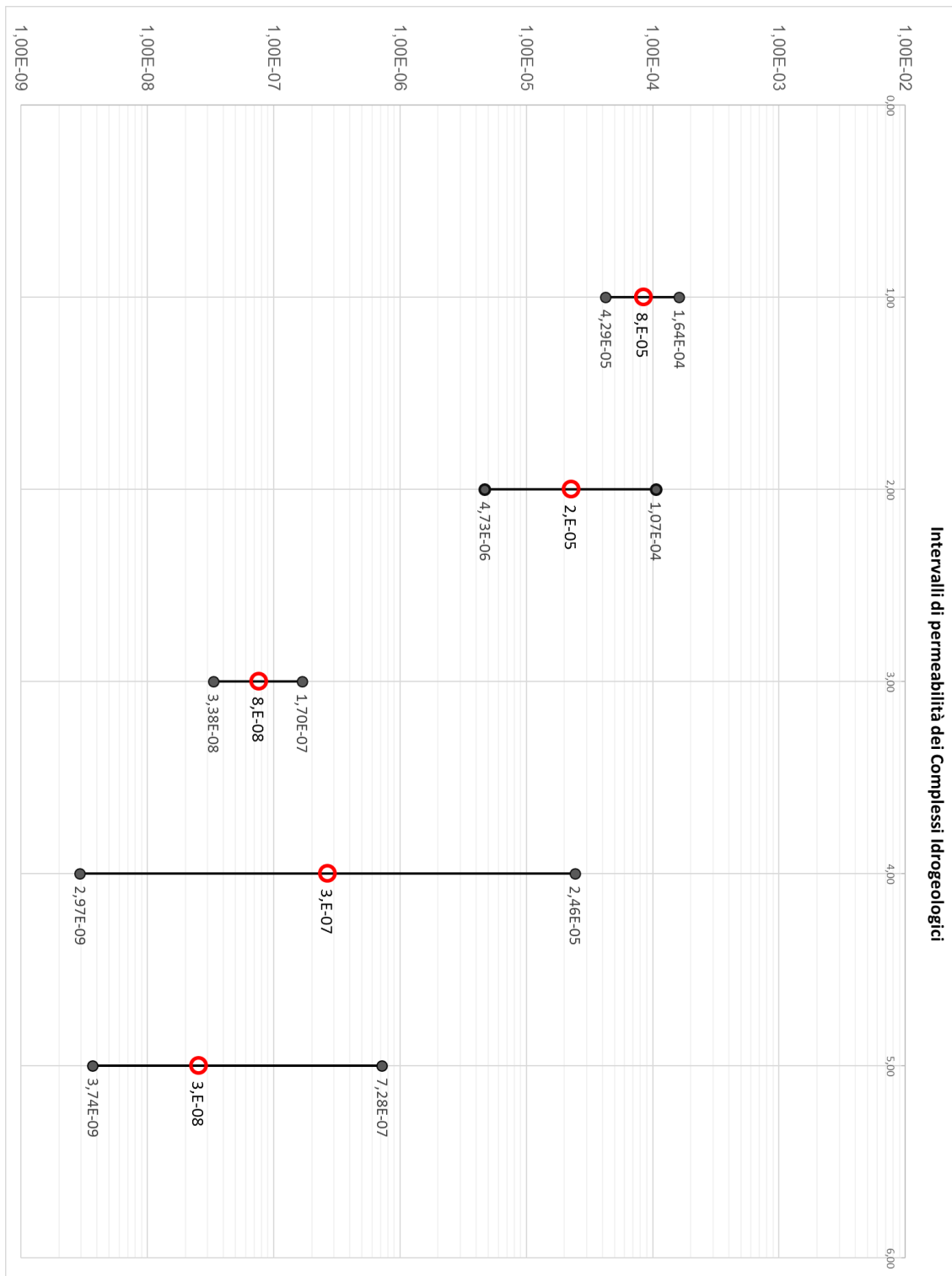



Figura 100 – Valore massimo, minimo e medio di permeabilità per ogni complesso idrogeologico.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 147 di 198

11.3 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

I dati raccolti durante lo studio condotto, di carattere geologico ed idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare, per grandi linee, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che nel profilo geologico vengono riportate su tutta la tratta le misure dei livelli di falda misurate nei fori di sondaggio, mentre ricostruzione della superficie piezometrica è stata effettuata solo per le aree interessate da depositi alluvionali.

I corpi idrogeologici più permeabili 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 poco permeabili che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali.

Gli acquiferi alluvionali, rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate. In tutta la zona di studio, e in particolare lungo i fondovalle del Fiume Dittaino tale sistema poggia sui terreni argilloso-marnosi e arenaceo-marnosi della Catena Appenninico-Maghrebide. Tale acquifero risulta alimentato, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area e non da luogo ad emergenze sorgentizie di particolare rilevanza.

L'acquifero alluvionale del Fiume Dittaino mostrana, ovviamente, un deflusso idrico sotterraneo che ricalca fortemente l'andamento morfologico dell'area. Tale condizione è dettata, principalmente, dalle forti variazioni granulometriche dei depositi costituenti l'acquifero e, quindi, dalla presenza di importanti passaggi grossolani all'interno dei sedimenti alluvionali del fondovalle. Questi ultimi corrispondono agli antichi canali fluviali del suddetto corso d'acqua e rappresentano, ovviamente, degli assi di drenaggio preferenziale per le acque di falda.

La superficie piezometrica dell'acquifero alluvionale si colloca generalmente a profondità variabili tra 3.0 e 12.0 m circa dal p.c., anche se risente fortemente del locale assetto idrogeologico dell'area.

I gradienti piezometrici sono mediamente piuttosto bassi, anche se localmente possono risultare più marcati in corrispondenza di evidenti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero. In relazione a quanto esposto, è evidente come l'elevata permeabilità media dei depositi e la relativa profondità della falda impediscano, di fatto, la formazione di sorgenti o punti d'acqua di particolare interesse.

Relativamente ai litotipi del substrato, si segnala che buona parte delle successioni ove si collocano le gallerie di progetto possono essere considerate degli *acquiclude* e pertanto si ritiene condizione normale l'assenza di falde o corpi idrici importanti in gran parte del settore di studio. Si segnala però che, laddove il progetto intercetta i litotipi, arenaceo-marnosi del substrato (**TRVa e MS2**), potrebbero essere intercettati corpi idrici che potrebbero determinare venute d'acqua in galleria, seppure di scarsa rilevanza.

12 SISMICITÀ DELL'AREA

La Sicilia orientale e l'intero settore ibleo presentano un elevato rischio sismico, connesso alla particolare conformazione geologica del territorio ed alle numerose faglie attive presenti nell'area. Il settore dei Monti Iblei rappresenta una delle zone a più alta pericolosità sismica d'Italia (Carbone 2011), 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). I dati relativi la sismicità storica indicano che le aree dei comuni di Catania ed Enna sono stati interessati, nel corso della loro storia, da frequenti ed importanti eventi sismici. La struttura responsabile dei maggiori terremoti di quest'area è la Scarpata Ibleo-Maltese, costituita da un sistema di faglie normali a direzione prevalente NNW-SSE (Bianca et al. 1999).

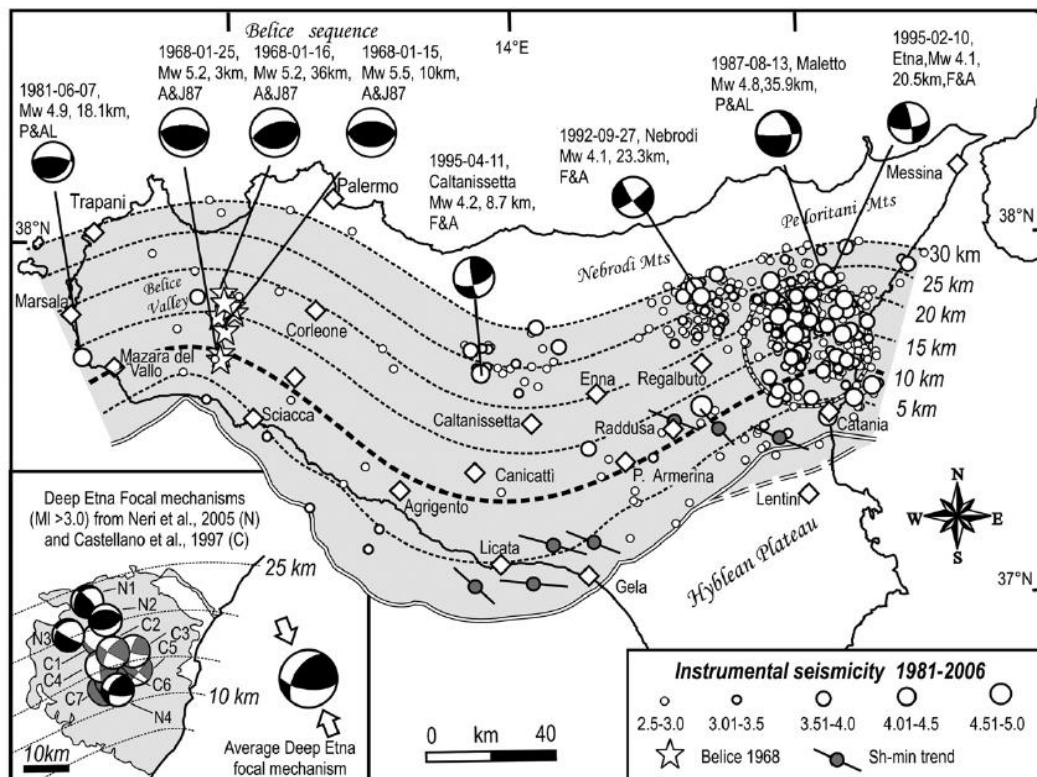



Figura 101. Distribuzione spaziale dei terremoti storici e strumentali della Regione Sicilia (da Lavecchia et al. 2007).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 150 di 198

In particolare, 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 Fiume Simeto. A causa di tali caratteristiche quest'area è stata soggetta a numerosi terremoti catastrofici, con intensità fino al X-XI grado della scala MCS, che nel corso dell'ultimo millennio hanno interessato gran parte della Sicilia orientale (Carbone et al. 2009).

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 (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).

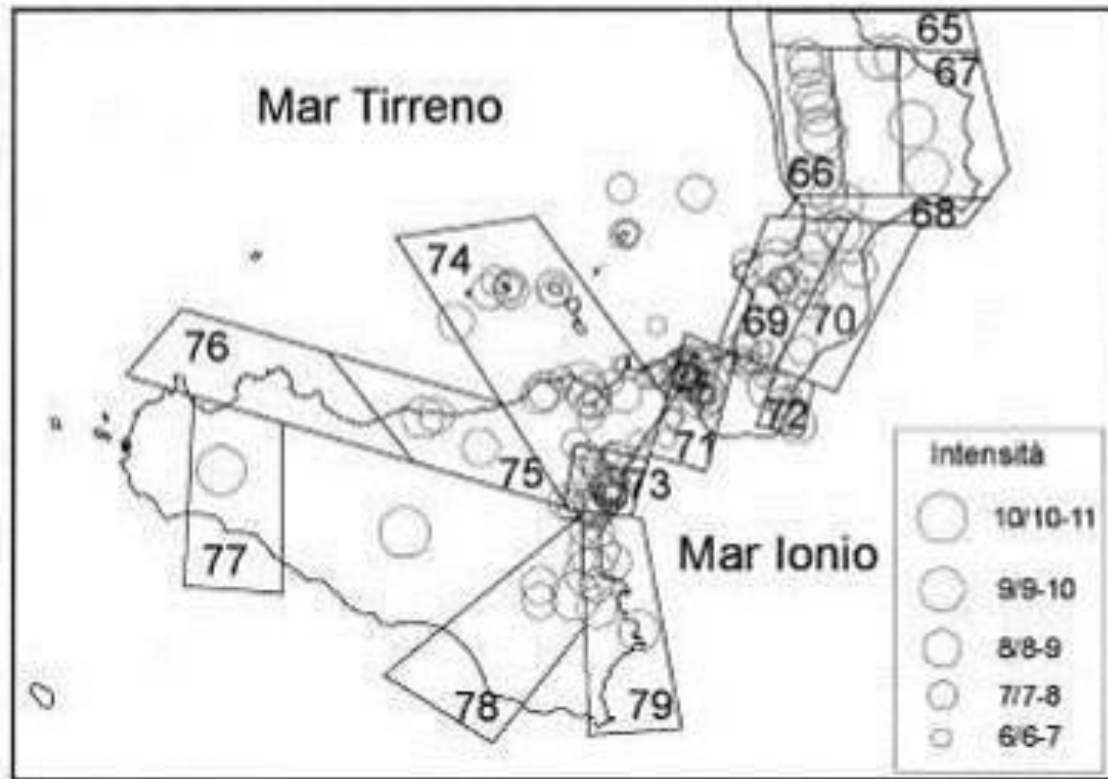


Figura 102. Epicentri dei principali terremoti della Sicilia e della Calabria nel periodo 1125-1990 dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (da Gruppo di Lavoro CPTI 1999).

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 (Ghisetti 1992; Valensise & Pantosti 2001).

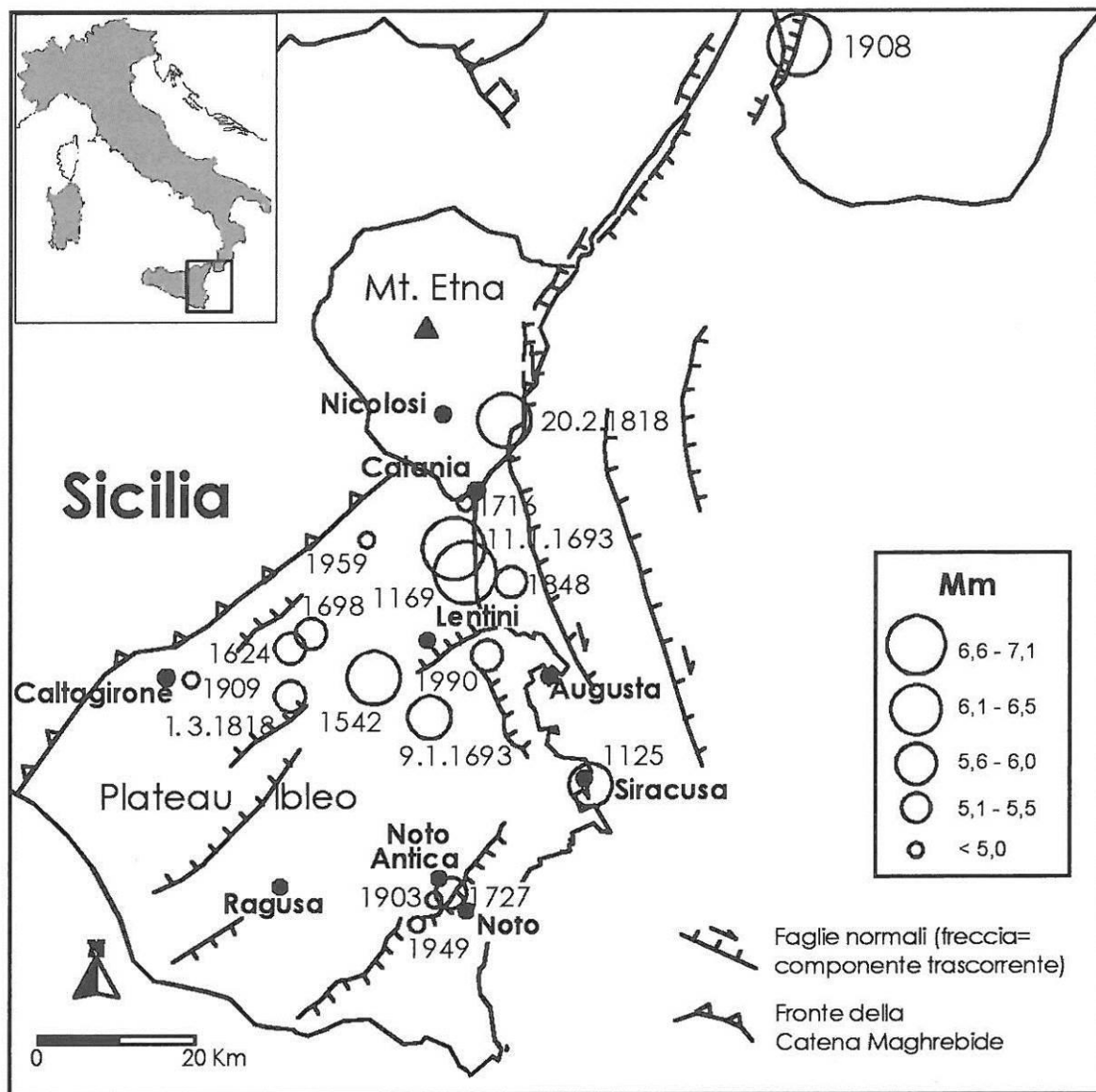


Figura 103. Epicentri dei principali terremoti nel periodo 1125-1990 che hanno provocato danni o sono stati avvertiti a Catania (da Carbone et al. 2010).

Nella zona etnea, la sismicità è contraddistinta da eventi di bassa magnitudo e ridotta profondità ipocentrale (Gresta et al. 1997), per cui sono capaci di produrre effetti significativi solo all'interno di un'areale piuttosto ristretto (Azzaro et al. 2000). Al confine tra i Nebroidi ed i Peloritani occidentali, i terremoti sono localizzati lungo il versante tirrenico, soprattutto lungo l'allineamento Patti-Vulcano-

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 153 di 198

Salina (Azzaro et al. 2000). Tale sismicità è associabile, quindi, alle diverse strutture trascorrenti NW-SE presenti nell'area (Barbano et al. 1979).

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 trassensive 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).

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 non risulta essere interessato direttamente dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche. Il settore di studio è posto a circa 6 km a NW della 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).

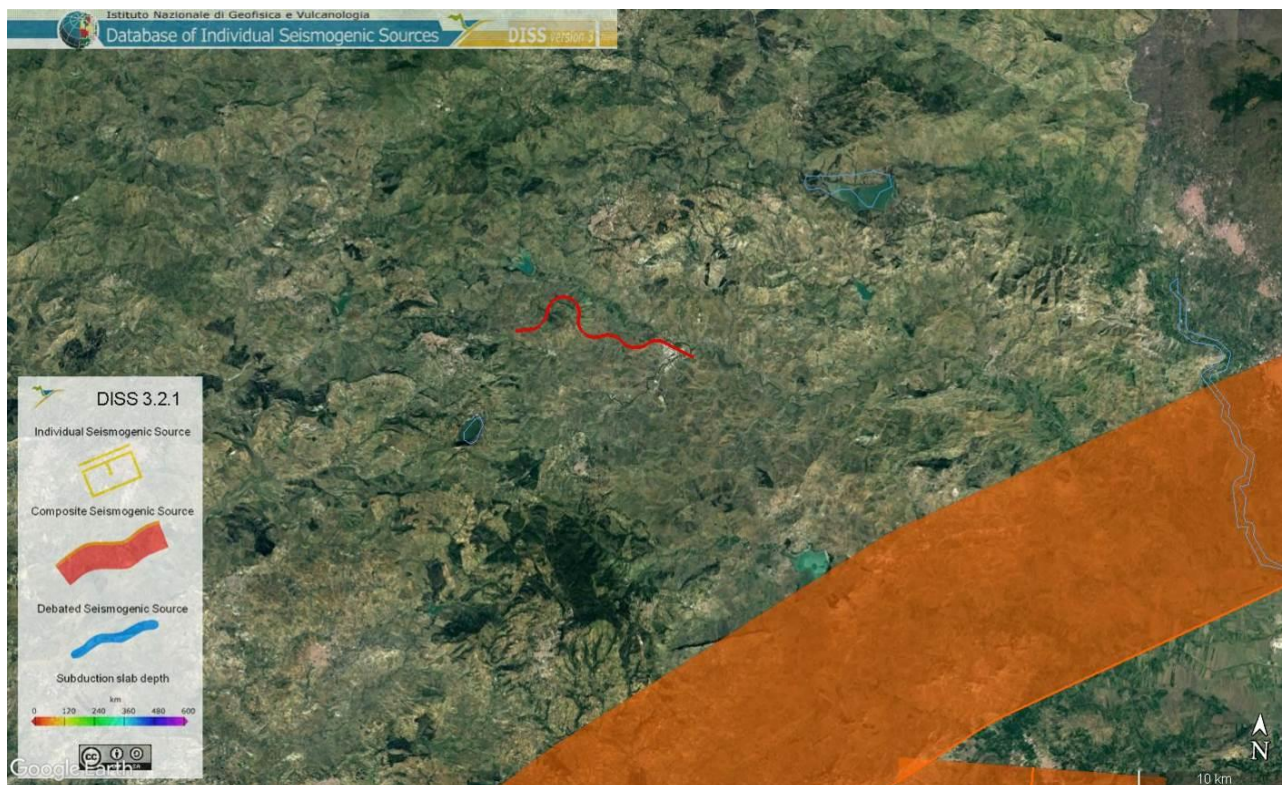



Figura 104. Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5.5$ nell'area di studio (da DISS Working group 2018, *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)*, versione 3.2.1., <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

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 23 – 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.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), i settori di studio distano circa 22 km a NW della Zona 935, 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).

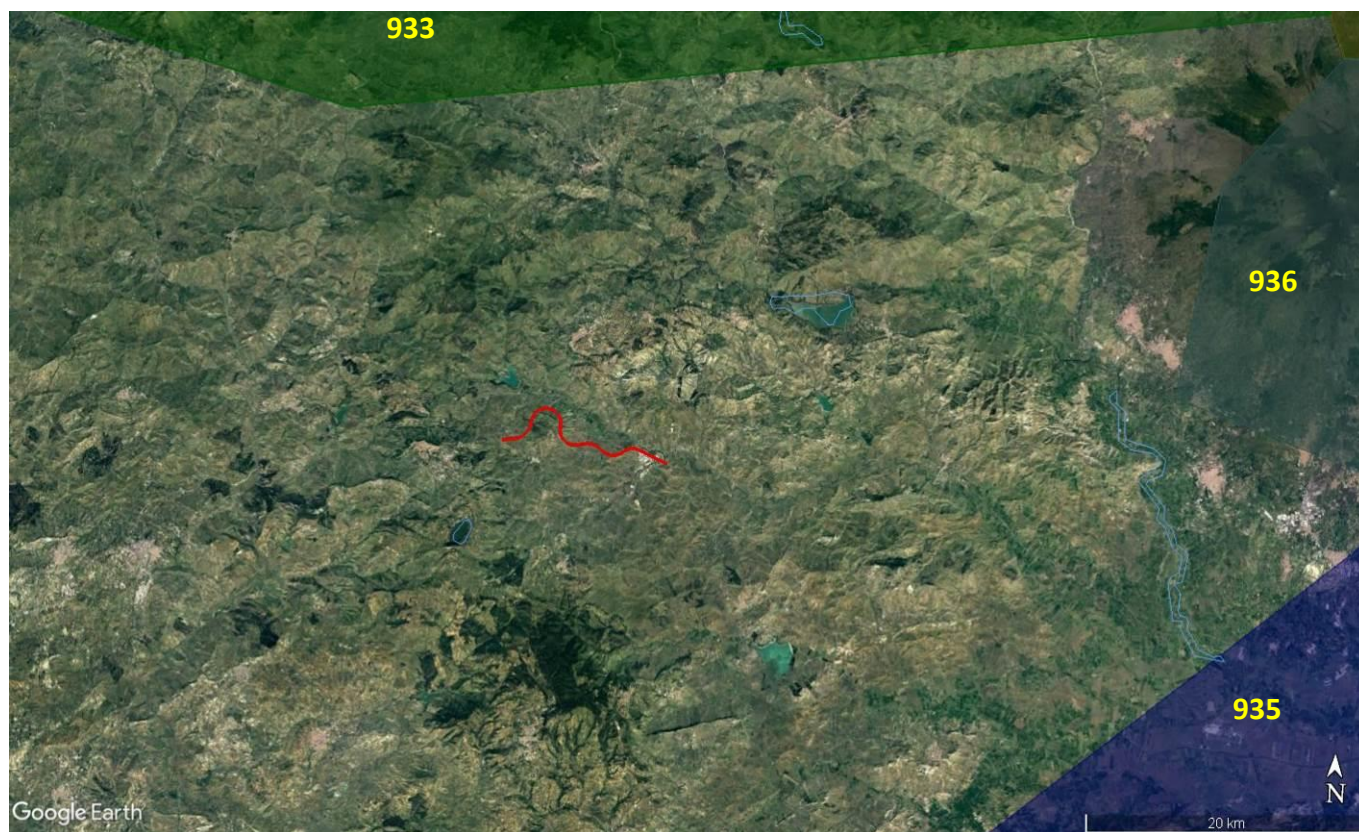



Figura 105. Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 dell'area di studio, con indicazione dell'area di studio (giallo).

Sempre con riferimento alla Zonazione ZS9, i settori di intervento si collocano circa 45 chilometri a Ovest della Zona 936 e circa 25 chilometri a Sud della Zona 933. Per la prima zona sono attesi terremoti molto superficiali ($P = 1-5$ km) e di media magnitudo ($M_{max} = 5.45$), ascrivibili a meccanismi di fagliazione indeterminati (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone et al. 2009). Per la

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

seconda zona, invece, sono attesi terremoti di media profondità ($P = 8-12$ km) e di elevata magnitudo ($M_{max} = 6.14$), riferibili a meccanismi di fagliazione essenzialmente inversa (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone 2011).

12.1 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 che permettono di datare i terremoti più violenti e di avere un quadro, almeno parziale, degli effetti indotti sui centri urbani e sull'ambiente.

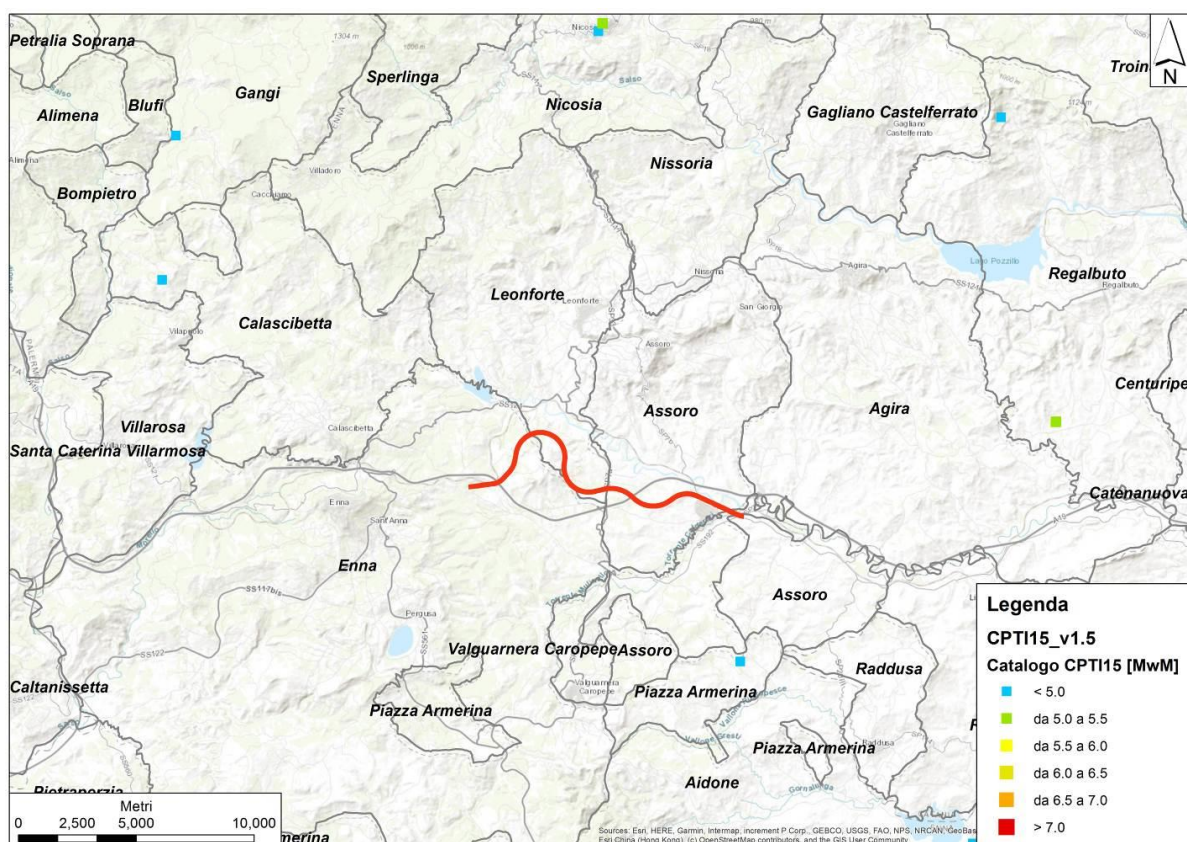



Figura 106. Epicentri e magnitudo dei principali terremoti storici (CPTI15) che hanno interessato la Sicilia centrale). In colore rosso si riporta l'andamento planimetrico del tracciato in progetto.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 157 di 198

I terremoti più significativi per l'intero territorio siciliano sono avvenuti sostanzialmente in quattro differenti aree: nel settore orientale, nella zona del Belice, lungo la catena dei Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo e nelle aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie. La zona di intervento, in particolare, si colloca nella porzione di territorio compresa tra le zone sismogenetiche suddette, anche se sempre al di fuori delle stesse.

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. Di seguito sono brevemente descritti i principali terremoti che, nel corso dei secoli, hanno interessato la Sicilia orientale e, quindi, le città della costa ionica:

- **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 e 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.

- **Terremoto del 13 dicembre 1990:** si tratta di un sisma notturno con epicentro a Sud di Castelluccio, definito il “terremoto dei silenzi” perché spesso dimenticato dai media. Il terremoto colpì le città di Augusta, Lentini, Carlentini, Melilli e Militello. I morti furono 17, i senzatetto 10000. Il sisma fu seguito da uno *tsunami* che invase il viale a mare ed il porto di Augusta, con danni comunque limitati.

Di seguito sono invece riportati i principali terremoti che hanno interessato la Sicilia Nord-occidentale e, quindi, i principali centri abitati presenti lungo il settore tirrenico dell'isola:

- **Terremoto del 8 settembre 1818:** questo sisma ebbe epicentro tra le due Petralie e Polizzi. A Palermo fece fermare il pendolo dell'osservatorio e nei paesi circostanti i Monti delle Madonie causò moltissimi danni, soprattutto a Petralia Soprana e Sottana, a Polizzi, a Caltavuturo e Scillato. Si verificarono diverse repliche a settembre, ottobre e novembre ma senza alcun danno.
- **Terremoto del 5 marzo 1823:** il sisma, con epicentro tra Cefalù e Pollina, colpì la costa della Sicilia settentrionale, da Capo d'Orlando a Capo Calavà. Si registrarono danni ingenti a Palermo, Corleone e Cefalù, dove uno *tsunami* danneggiò diverse imbarcazioni. Si osservarono importanti lesioni a edifici anche a Patti, Naso, Godrano ed in diversi centri delle Madonie.
- **Terremoto del 15 gennaio 1968:** questo terremoto notturno ebbe epicentro nei pressi di Salaparuta, che fu praticamente distrutta. Furono gravemente colpite le province di Trapani ed Agrigento, in particolare la valle del fiume Belice, e praticamente devastati i paesi di Montevago e Gibellina, dove crollò il 90% degli edifici. Ingenti danni si registrarono anche a Poggioreale, Salemi, S. Margherita, S. Ninfa, Partanna, Sciacca, Calatafimi e Palermo. Il sisma fu inizialmente sottovalutato, in quanto la zona era ritenuta non sismica, e portò quasi 400 morti e 70000 senzatetto, soprattutto tra anziani, donne e bambini. Gli effetti delle scosse furono fortemente amplificati dalla pessima qualità edile dei fabbricati e anche la seguente ricostruzione fu poco efficiente.

Facendo riferimento alle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno censiti nel Database Macrosismico DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2015 (CPTI15[1]), nelle seguenti tabelle e figure si riporta un riepilogo della storia sismica dei comuni attraversati dall'infrastruttura in progetto.

In particolare, si riportano i principali eventi sismici censiti per i centri abitati di Enna, Leonforte e Assoro, con il seguente significato dei simboli:

Int.: intensità nella località (MCS);

NMDP: numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;

Io: intensità epicentrale (MCS);

Mw: magnitudo momento.

Storia sismica di Enna [37.566, 14.275]

Numero eventi: 21

Effetti	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
I [MCS]					
6-7	1693 01 11 13 30	Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1818 02 20 18 15	Catanese	128	9-10	6.28
NF	1898 08 12	Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
NF	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
5	1908 12 28 04 20 2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1912 12 22 08 05	Stretto di Messina	56	5-6	4.68
4	1934 09 11 01 19	Sicilia centro-settentrionale	28	5-6	4.84
NF	1940 01 15 13 19 2	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
NF	1953 02 25 00 07 4	Vibonese	56	5-6	4.88
5	1959 12 23 09 29	Piana di Catania	108	6-7	5.11
5	1967 10 31 21 08 0	Monti Nebrodi	60	8	5.33
4	1968 01 15 02 01 0	Valle del Belice	162	10	6.41
4-5	1976 09 17 01 23 5	Monti Nebrodi	40	5-6	4.55
3	1977 06 05 13 59	Monti Nebrodi	108	6-7	4.61

¹ Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

Effetti	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1978 04 15 23 33 4	Golfo di Patti	330	8	6.03
2	1980 01 23 21	Monti Iblei	122	5-6	4.39
2-3	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1987 02 02 16 08 4	Sicilia centro-orientale	22		4.44
3	1990 12 13 00 24 2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
NF	1995 04 11 12 06 5	Sicilia centrale	43	3-4	4.03
4	2002 09 06 01 21 2	Tirreno meridionale	132	6	5.92

Tabella 24- Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Enna (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.

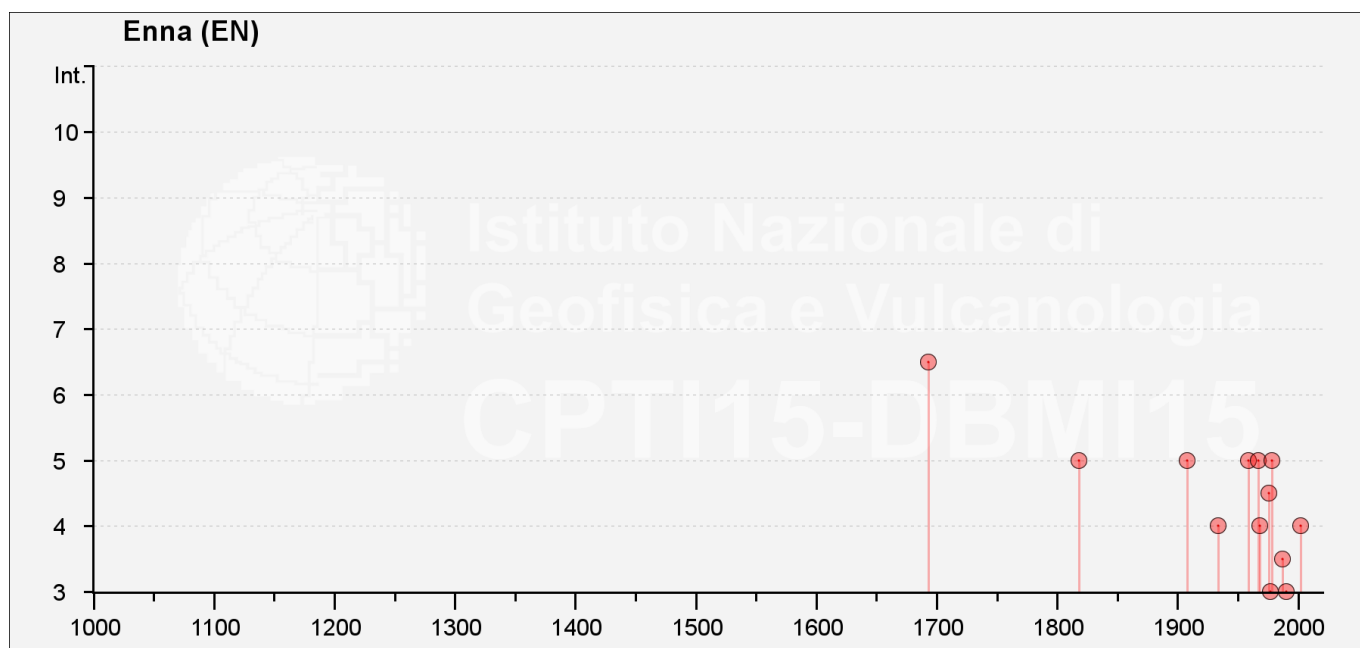


Figura 107. Grafico illustrante la storia sismica di Enna. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15/>).

Storia sismica di Leonforte [37.638, 14.393]
Numero eventi: 25

Effetti I [MCS]	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1818 02 20 18 15	Catanese	128	9-10	6.28
F	1818 09 08 09 50	Monti Madonie	24	7-8	5.34
3	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6.12
NF	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1912 01 30 21 40	Monti Madonie	7	5-6	4.40
4	1925 03 08 15 46	Monti Nebrodi	15	6-7	4.57
4	1925 08 21 19 11	Sicilia centro-settentrionale	14	6	4.51
2	1926 08 17 01 42	Isole Eolie	35	7-8	5.28
5	1934 09 11 01 19	Sicilia centro-settentrionale	28	5-6	4.84
NF	1949 10 08 03 08	Sicilia sud-orientale	32	7	5.10
6	1967 10 31 21 08 0	Monti Nebrodi	60	8	5.33
4	1976 09 17 01 23 5	Monti Nebrodi	40	5-6	4.55
4	1977 06 05 13 59	Monti Nebrodi	108	6-7	4.61
3	1978 04 15 23 33 4	Golfo di Patti	330	8	6.03
NF	1980 01 23 21	Monti Iblei	122	5-6	4.39
4-5	1990 12 13 00 24 2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4	1992 04 06 13 08 3	Monti Nebrodi	23	5	4.73
NF	1992 09 27 11 55 1	Sicilia centro-settentrionale	54		4.16
4	1994 05 06 19 09 4	Sicilia centrale	68	5	4.36
4	2002 09 06 01 21 2	Tirreno meridionale	132	6	5.92
NF	2004 05 05 13 39 4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005 11 03 09 19 0	Costa siciliana settentrionale	61	4-5	3.30
2	2005 11 21 10 57 4	Sicilia centrale	255		4.56
4	2009 11 08 06 51 1	Monti Nebrodi	28	5	4.52
4	2011 06 23 22 02 4	Monti Nebrodi	54	5-6	4.70

Tabella 25- Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Leonforte (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.

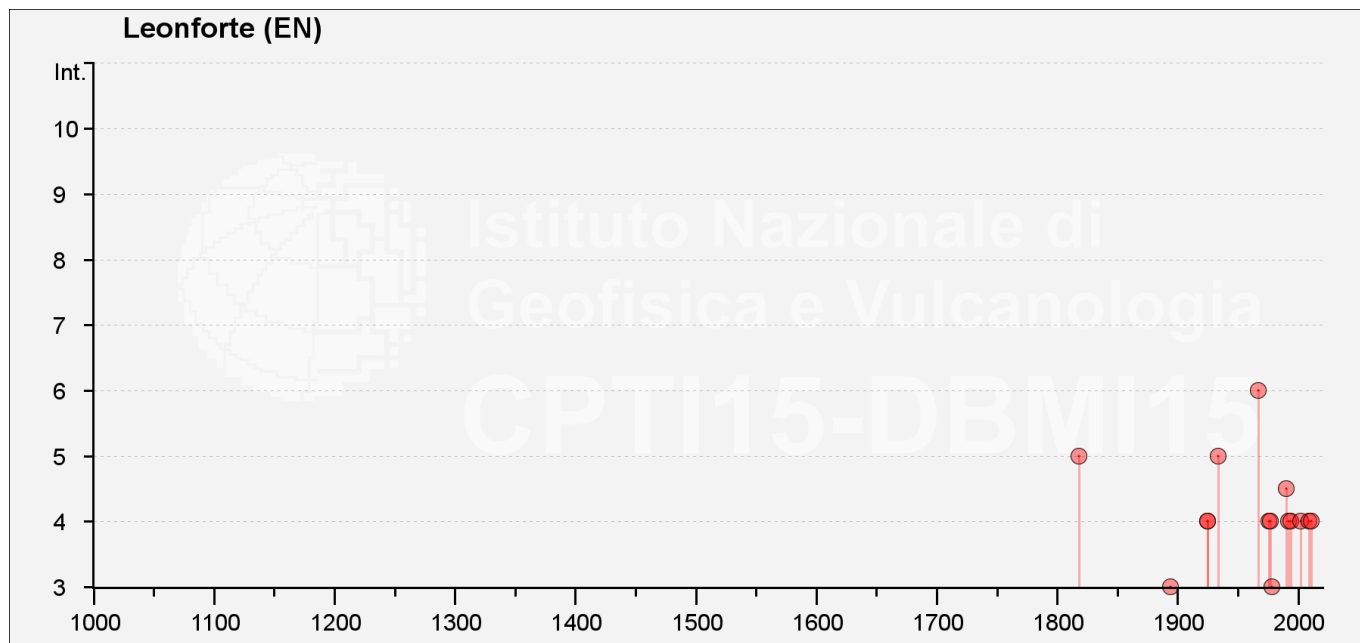


Figura 108. Grafico illustrante la storia sismica di Leonforte. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>).

Storia sismica di Assoro

Numero eventi: 12

Effetti	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1818 02 20 18 15	Catanese	128	9-10	6.28
NF	1898 08 12	Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
NF	1905 09 08 01 43	Calabria ventrale	895	10-11	6.95
5	1959 12 23 09 29	Piana di Catania	108	6-7	5.11
3-4	1977 06 05 13 59	Monti Nebrodi	108	6-7	4.61
3	1990 12 13 00 24 2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
3	1992 04 06 13 08 3	Monti Nebrodi	23	5	4.73
NF	1992 09 27 11 55 1	Sicilia centro-settentrionale	54		4.16
NF	2004 05 05 13 39 4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005 11 03 09 19 0	Costa siciliana settentrionale	61	4-5	3.30
NF	2005 11 21 10 57 4	Sicilia centrale	255		4.56

Effetti					
I [MCS]	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	2009 11 08 06 51 1	Monti Nebrodi	28	5	4.52

Tabella 26 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Assoro (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.

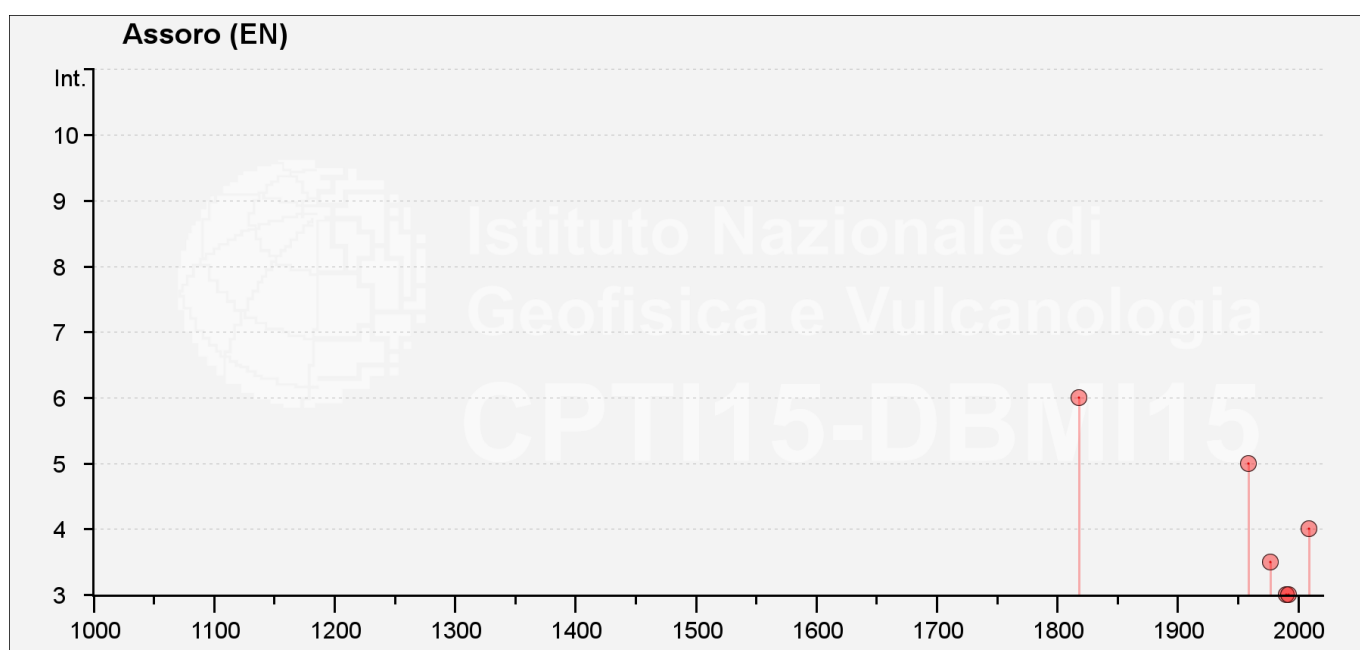



Figura 109. Grafico illustrante la storia sismica di Assoro. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

12.2 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 i territori dei comuni di Enna (EN), Leonforte (EN) e Assoro (EN) ricadevano in **Zona sismica 2** con livello di pericolosità medio, ovvero aree che potrebbero essere interessate da eventi sismici abbastanza forti ($0.15 < a_g \leq 0.25$).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 165 di 198

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.

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

Oggi, 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.

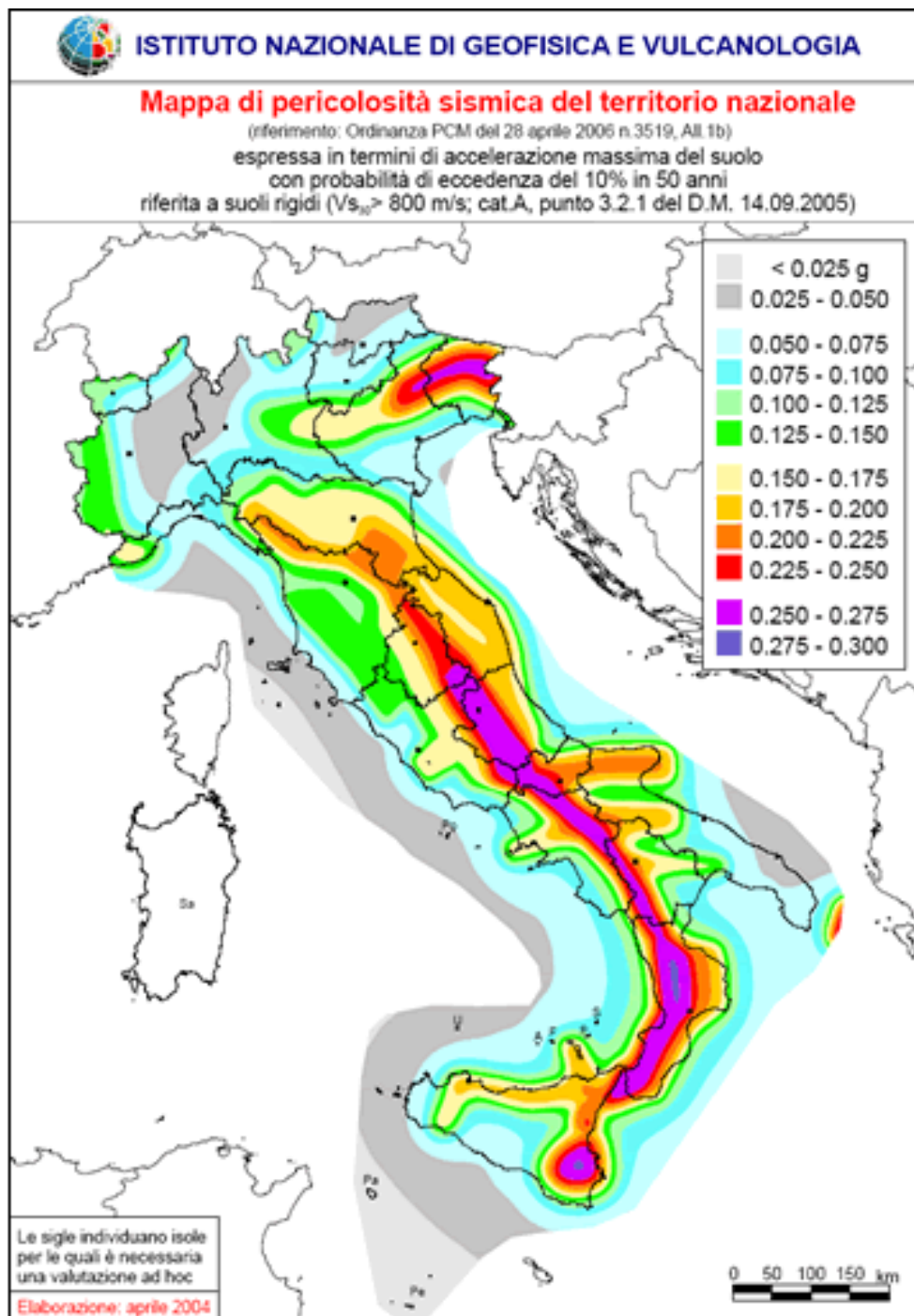



Figura 110. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (cfr. Figura 111). 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 0.075-0.125 a_g (accelerazione massima del suolo).

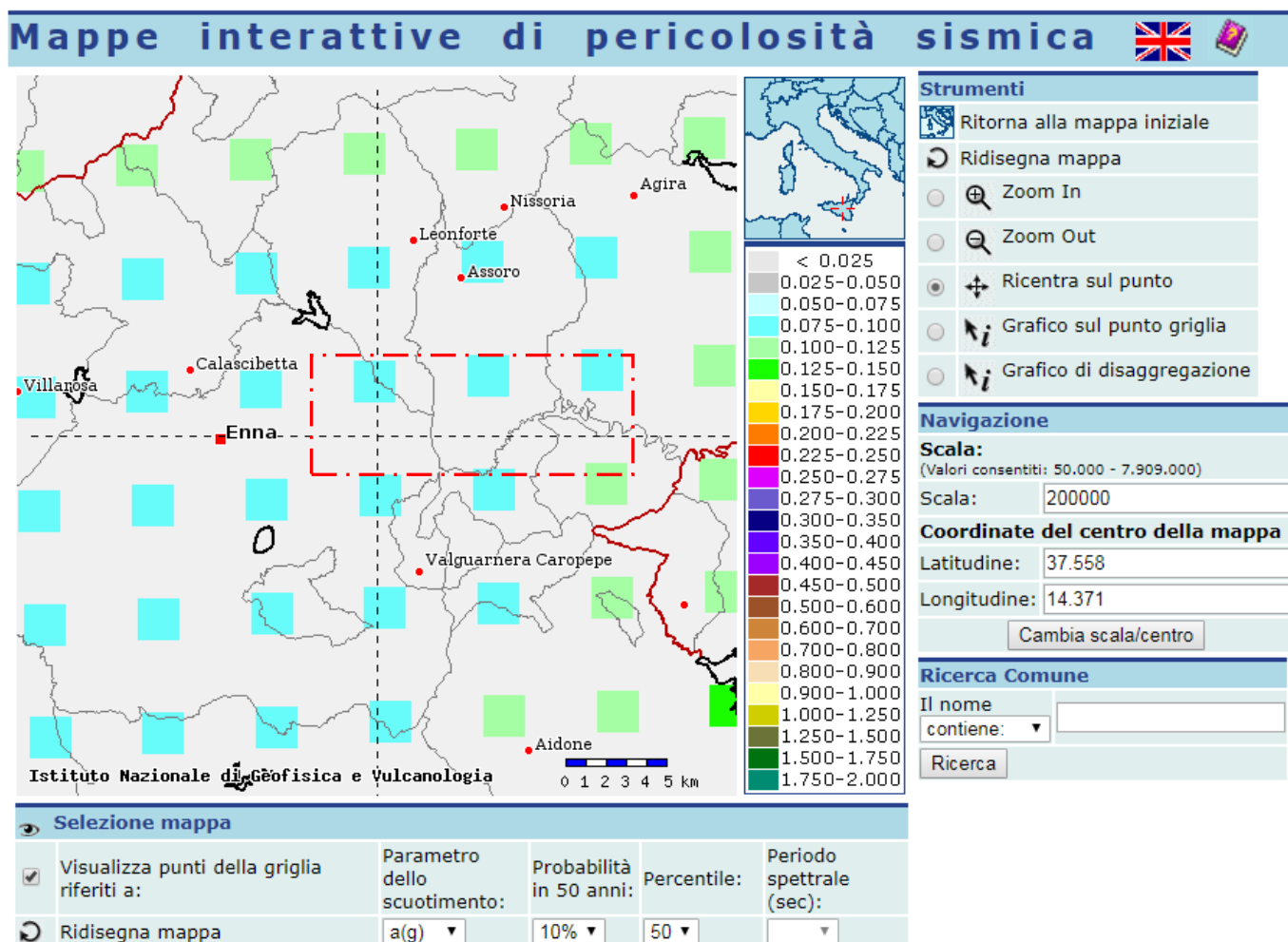


Figura 111. Mappa di pericolosità sismica per l'area di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>). In rosso, l'area di progetto.

Inoltre, il database del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults*) non mostra, nell'area progettuale, l'esistenza di alcune faglie capaci, definite come lineamenti tettonici attivi che

potenzialmente possono creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Gli unici elementi tettonici riportati sono ubicati ad oltre 18 km a est rispetto ai settori di intervento. Tali elementi quindi non interferiscono direttamente con il tracciato di progetto, ma sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento per le opere nei settori di stretto interesse progettuale.

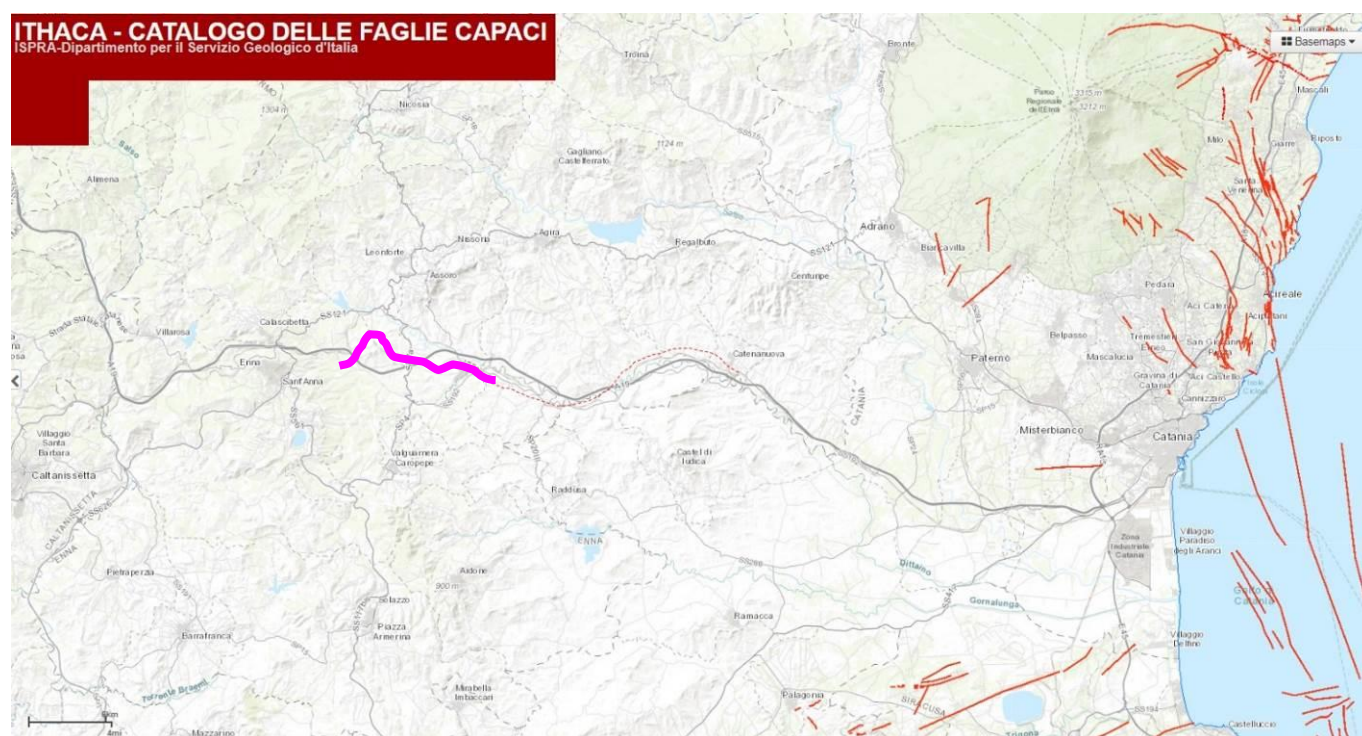


Figura 112. Stralcio cartografico dell'area di interesse con indicazione schematica del lotto in questione (in magenta), e delle faglie capaci (in rosso).

12.3 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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 169 di 198

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.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame.

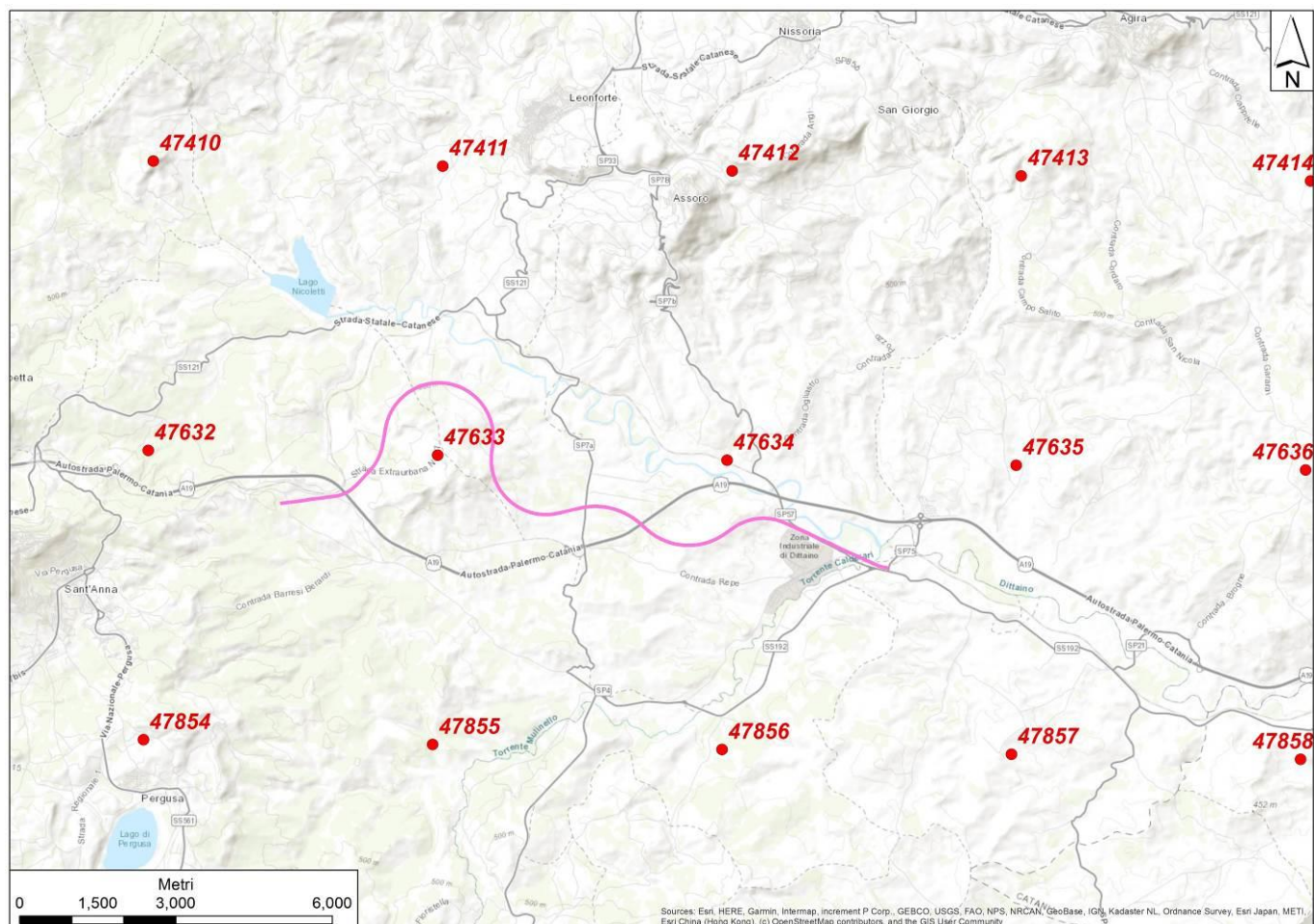


Figura 113. Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione del lotto in esame (in magenta) e dei punti del grigliato scelti (in rosso).

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 vigenti normative a livello nazionale.

Tabella 27 - 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).

ID	Longitudine	Latitudine	a_g	F_0	T_c^*
47410	14.309	37.632	0.0946	2.54	0.42
47411	14.372	37.631	0.0957	2.55	0.43
47412	14.435	37.631	0.0971	2.56	0.43
47632	14.308	37.582	0.0889	2.55	0.44
47633	14.371	37.581	0.0908	2.56	0.45
47634	14.434	37.581	0.0937	2.62	0.44
47635	14.308	37.532	0.0854	2.60	0.45
47854	14.370	37.531	0.0887	2.63	0.44
47855	14.433	37.531	0.0920	2.68	0.45
47856	14.309	37.632	0.0946	2.54	0.42
47857	14.372	37.631	0.0957	2.55	0.43

12.4 Categoria di sottosuolo

Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione delle prove MASW e delle prove Down-Hole appositamente realizzate. In particolare:

- n. 13 prove MASW
- n. 13 prove Down-Hole

In Tabella 28 si riporta una sintesi delle prove effettuate, contenente i valori di $V_{S,eq}$ determinati e la categoria di sottosuolo corrispondente.

Tabella 28 - Sintesi delle indagini geofisiche di superficie, MASW e HVSR, realizzate nell'ambito della campagna indagini Italferr 2019.

sigla	tipologia	prof./lungh. m	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo
MASW 01	Masw	50.0	285	30	C
MASW 02	Masw	50.0	361	30	B
MASW 03	Masw	50.0	361	30	B
MASW 04	Masw	50	249	30	C
MASW 05	Masw	50	361	30	B
MASW 06	Masw	50	376	30	B
MASW 06 bis	Masw	60	362	27	B
MASW 07	Masw	60	408	28	B
MASW 08	Masw	60	338	30	B
MASW 09	Masw	60	304	30	C
MASW 10	Masw	50	328	30	C
MASW 11	Masw	50	345	30	C
MASW 12	Masw	50	303	30	C
4SD03	Down-Hole	30	290	30	C
4SD04_GN	Down-Hole	35	257	30	C
4SD06_GN	Down-Hole	35	273	30	C
4SD07	Down-Hole	30	290	30	C
4SD12_GN	Down-Hole	40	303	30	C
4SD14_VI2	Down-Hole	41	322	30	C
4SD16_VI2	Down-Hole	41	253	30	C
4SD17_VI4	Down-Hole	41	308	30	C
4SD18_VI3	Down-Hole	41	305	30	C

sigla	tipologia	prof./lungh. m	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo
4SD21_GN	Down-Hole	36	254	30	C
4SD26_GN	Down-Hole	36	300	30	C
4SD28	Down-Hole	31	265	30	C
5_S14	Down-Hole	36	233	30	C


12.5 Analisi preliminare del rischio di 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 intergranulare.

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..

L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2018) 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 minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite, con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 174 di 198

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

Per quanto detto in precedenza, le verifiche qualitative sono state condotte unicamente per i terreni alluvionali posti a profondità inferiori ai 15m dal p.c., in quanto al di sotto non è possibile che si verifichino 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. Anche 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 $0.075-0.125 a_g$ (cfr. Figura 111).

Per quanto concerne la falda, nell'area d'interesse essa risulta al di sopra del limite di 15 m da p.c. previsto da normativa.

In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti esposte nei punti 1 e 2 dell'NTC 2018, si rimanda a relazioni specialiste per la verifica dei punti 3 e 4 del paragrafo 7.11.3.4.2, in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 175 di 198

13 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO E POTENZIALI CRITICITÀ

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire il contesto geologico di riferimento e 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 tratte relative alle differenti opere in esame. Nell'eventualità di ulteriori approfondimenti mediante rilevamento di campagna e indagini geognostiche specifiche, tali ricostruzioni dovranno essere opportunamente rivalutate.

Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche geologiche e le potenziali criticità osservate, in relazione alla cartografia geologico-geomorfologica ed al profilo geologico allegati allo studio, ai quali si rimanda per un'analisi di dettaglio. Per l'individuazione dei vari tratti di seguito descritti si farà riferimento allo sviluppo della quota di progetto ("piano del ferro").

13.1 Tratta mista, dalla pk 0+000 ÷ 1+675 circa

La tratta in questione è ubicata nella porzione più occidentale dell'area di studio, a quote topografiche comprese tra i 435 ed i 480 m circa s.l.m. Il piano del ferro, nell'ambito di tale tratta, si colloca a quote comprese tra i 450 m circa s.l.m. e i 458 m s.l.m., imbocco galleria GN01 – Nuova Enna, lato Palermo.

Tra il km 0+000 e il km 0+233 il tracciato si sviluppa in sotterraneo (Galleria Naturale, Lotto 4a), i termini litologici incontrati sono ascrivibili alla Formazioni di Terravecchia, membro sabbioso (TRVa). Tra il km 0+315 e il km 0+850 è prevista la realizzazione della Nuova Stazione di Enna, che interessa la Formazione di Terravecchia, sia nel suo membro sabbioso (TRVa) che argilloso (TRV).

Tra il km 0+850 e 0+980 il progetto prevede opere all'aperto quali rilevati e trincee, che interessano termini litologici ascrivibili alla Formazioni di Terravecchia, membro sabbioso (TRVa).

Tra il km 0+980 e 1+300 è prevista la realizzazione della Galleria Artificiale (GA01 L = 320 m circa); anch'essa interessa i termini litologici della Formazioni di Terravecchia, membro sabbioso (TRVa).

Tra il km 1+300 e il km 1+675, l'area è interessata da depositi eluvio colluviali (b2) al di sotto dei quali si colloca il contatto, per faglia, tra la Formazioni di Terravecchia, membro sabbioso (TRVa) e le Sabbie di Cozzo Campana (MS2). Si segnala che l'ubicazione planimetrica (e conseguentemente in profilo) di tale elemento tettonico è indicativa.

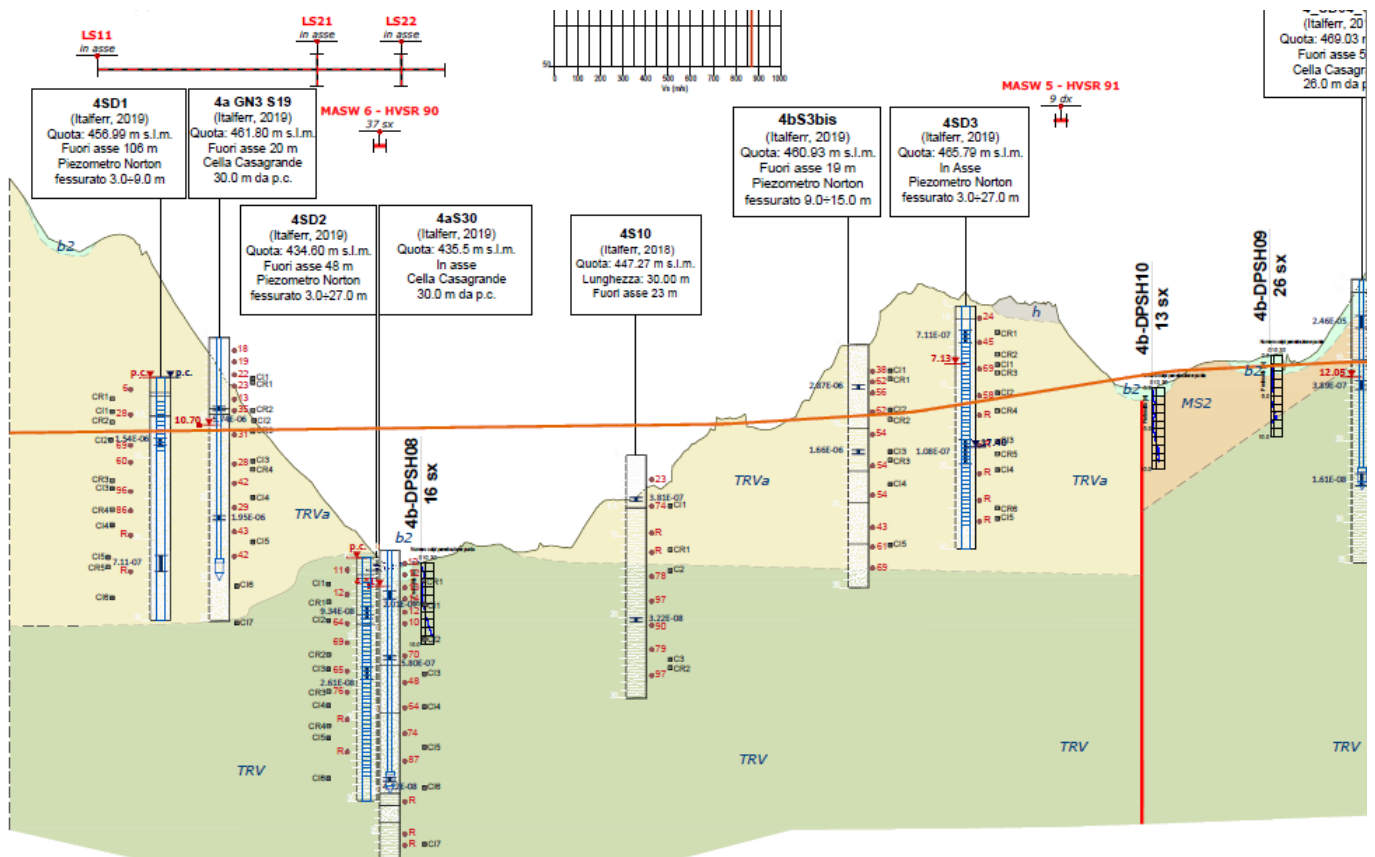



Figura 114. Stralcio del profilo geologico del tratto dalla pk 0+000 ÷ 1+675 circa.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono presenti elementi di particolare criticità per le opere in progetto.

Sotto il profilo idrogeologico, sulla base di quanto osservato in campagna e in riferimento alle risultanze del monitoraggio piezometrico, si segnala che, a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi si potrebbero registrare situazioni transitorie che vedono i livelli di falda prossimi al piano di campagna. Tale aspetto, unitamente alle risultanze delle prove di permeabilità eseguite nell'ambito

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 177 di 198

della campagna geostica 2018-2019, dimostra che i termini sabbiosi della Formazione di Terravecchia (TRVa) sono costituiti da materiali con una percentuale di fine piuttosto elevata.

A tale proposito si rimanda al documento “RS3V 40 D 69 RH GE0001 001 A – Rapporto sulle attività di campagna – Stop Geologici” dove sono documentate aree allagate a seguito di piogge intense.

13.2 Galleria Nuova Enna (GN01 L = 887 m), pk 1+675 ÷ 2+570 circa

La galleria Nuova Enna (GN1 L = 887 m) interessa porzioni di territorio poste a quote topografiche comprese tra i 440 m circa s.l.m ed i 540 m circa s.l.m. Il piano del ferro si colloca a quote comprese tra i 458 m circa s.l.m. (imbocco lato Palermo) ed i 443 m circa s.l.m. (imbocco lato Catania).

L’imbocco della galleria in progetto, lato Palermo, interessa le Sabbie di Cozzo Campana, per uno spessore di alcuni metri, quindi ragionevolmente irrisorio ai fini delle considerazione progettuali. A seguire, la galleria interessa, per tutto il suo sviluppo, la Formazione di Terravecchia. I termini interessati di tale Formazione sono probabilmente dapprima il termine più argilloso (TRV) e successivamente quello sabbioso arenaceo (TRVa). Si segnala che tali passaggi, in mancanza di dati di profondità, sono del tutto indicativi in quanto proiezione di quanto osservato in campagna nel corso del rilevamento geologico. Vista la natura della Formazione di Terravecchia, che è costituita dall’alternanza di membri spesso lentiformi e interdigitati tra loro (a dimostrazione di un ambiente deposizionale “dinamico”), l’incertezza nella proiezione di un dato di superficie è inevitabile. Graficamente il passaggio tra il TRV e il TRVa è stato interpretato intorno al km 2+150 circa.

L’imbocco della galleria lato Catania, km 2+570, interessa la Formazione di Terravecchia membro sabbioso - arenaceo (TRVa).

Dal punto di vista geomorfologico non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per gli imbocchi della galleria in progetto e della relativa finestra.

Sotto il profilo idrogeologico i dati disponibili sono relativi ai piezometri installati nei fori dei sondaggi 4SD04_GN (Italferr 2019), 4S11 (Italferr 2018), 4SDNV_4 (Italferr 2019), 4SD05_GN (Italferr 2019) e 4SD06_GN (Italferr 2019). I livelli misurati collocano il livello piezometrico qualche metro al di sopra del piano ferro. Il livello piezometrico più elevato è stato misurato nel piezometro 4S11, si ritiene

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 178 di 198

che la misura in oggetto sia riferibile ad una falda superficiale, ubicata nei materiali sostanzialmente sabbiosi delle Sabbie di Cozzo Campana (MS2) e isolata per il contrasto di permeabilità (“*aquiclude*”) tra le stesse ed i materiali argillosi della Formazione di Terravecchia (TRV).

Nell’ambito della galleria Nuova Enna è stato effettuato il rilievo dei gas, in particolare acido solfidrico (H₂S), monossido di Carbonio (CO) e Ossigeno (O₂). I sondaggi oggetto di rilievo sono stati 4SD04_GN (Italferr 2019), 4SD05_GN (Italferr 2019) e 4SD06_GN (Italferr 2019).

13.3 Tratta all’aperto, pk 2+570 ÷ 2+760 circa

Il tratto in questione interessa porzioni di territorio poste a quote topografiche comprese tra i 443 m circa s.l.m. (imbocco galleria Nuova Enna lato Catania) ed i 425 m circa s.l.m. Il piano del ferro si colloca a quote comprese tra i 443 m circa s.l.m. (imbocco galleria Nuova Enna lato Catania) ed i 440 m circa s.l.m. (imbocco galleria Sicani lato Palermo).


Il progetto prevede opere all’aperto tra due trincee e un viadotto (V10 L = 48 m). Il tracciato in esame interessa i termini sabbioso-arenacei della Formazione di Terravecchia (TRVa) e in minima parte le Sabbie di Cozzo Campana (MS2).

Il fosso si imposta su un’area di faglia, che interessa i termini sabbioso-arenacei della Formazione di Terravecchia (TRVa).

Dal punto di vista geomorfologico si segnala che le sponde del fosso sono caratterizzate da franosità diffusa e tutta l’area è interessata da erosione concentrata e diffusa, cartografata anche nell’ambito del PAI della Regione Siciliana.

13.4 Galleria Sicani (GN02 L = 5216 m), pk 2+760 ÷ 7+970 circa

La galleria Sicani interessa porzioni di territorio poste a quote topografiche comprese tra i 355 m circa s.l.m. ed i 530 m circa s.l.m. Il piano del ferro si colloca a quote comprese tra i 440 m s.l.m. (imbocco lato Palermo) ed i 345 m s.l.m. (imbocco lato Catania).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 179 di 198

A partire dall'imbocco lato Palermo i terreni intercettati sono inizialmente di natura sostanzialmente sabbiosa e sabbioso arenacena, essendo intercettati, infatti, le Sabbie di Cozzo Campana e i termini sabbiosi della Formazione di Terravecchia (TRVa). Successivamente e per tutto il suo restante sviluppo, la galleria interessa i termini argillosi della Formazione di Terravecchia (TRV). Si segnala che, i passaggi tra i vari termini della Formazione di Terravecchia, sono del tutto indicativi in quanto proiezione di quanto osservato in campagna nel corso del rilevamento geologico. Vista la natura della Formazione di Terravecchia, che è costituita dall'alternanza di membri spesso lentiformi e interdigitati tra loro (a dimostrazione di un ambiente deposizionale "dinamico"), l'incertezza nella proiezione di un dato di superficie è inevitabile. Graficamente il passaggio tra il TRVa e il TRV è stato interpretato intorno al km 3+200 circa.

Sulla base dei dati acquisiti in campagna, dall'analisi fotointerpretativa e del modello digitale del terreno della Regione Siciliana (DEM), si ritiene che il tracciato intercettati lineamenti tettonici ai km 2+900 circa, 3+000 circa, 4+300 circa, 4+550 circa, 5+400 circa, 6+000 circa, 6+400 circa. Tali lineamenti tettonici sono costituiti da faglie subverticali che dislocano il membri della Formazione di Terravecchia, dapprima sabbioso-marnoso (TRVa) e successivamente argilloso, ragionevolmente senza comportare cambiamenti litologici.

Dal punto di vista geomorfologico non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per gli imbocchi della galleria in progetto e per la galleria stessa.

Sotto il profilo idrogeologico i dati disponibili sono relativi ai piezometri installati nei fori dei sondaggi 4SD07_GN (Italferr 2019), 4SD08_GN, 4S12 (Italferr 2018), 4S09_GN (Italferr 2019), 4SD11_GN (Italferr 2019), 4SD12_GN (Italferr 2019). I livelli misurati collocano il livello d'acqua anche decine di metri al di sopra del piano ferro, riconducibili a vene d'acqua comprese tra strati più o meno permeabili.

Si segnala che, laddove la galleria intercetta aree di faglia, potrebbero verificarsi venute d'acqua localizzate. Tali apporti dovrebbero essere comunque poco rilevanti, per la presenza di litotipi sostanzialmente argillosi.

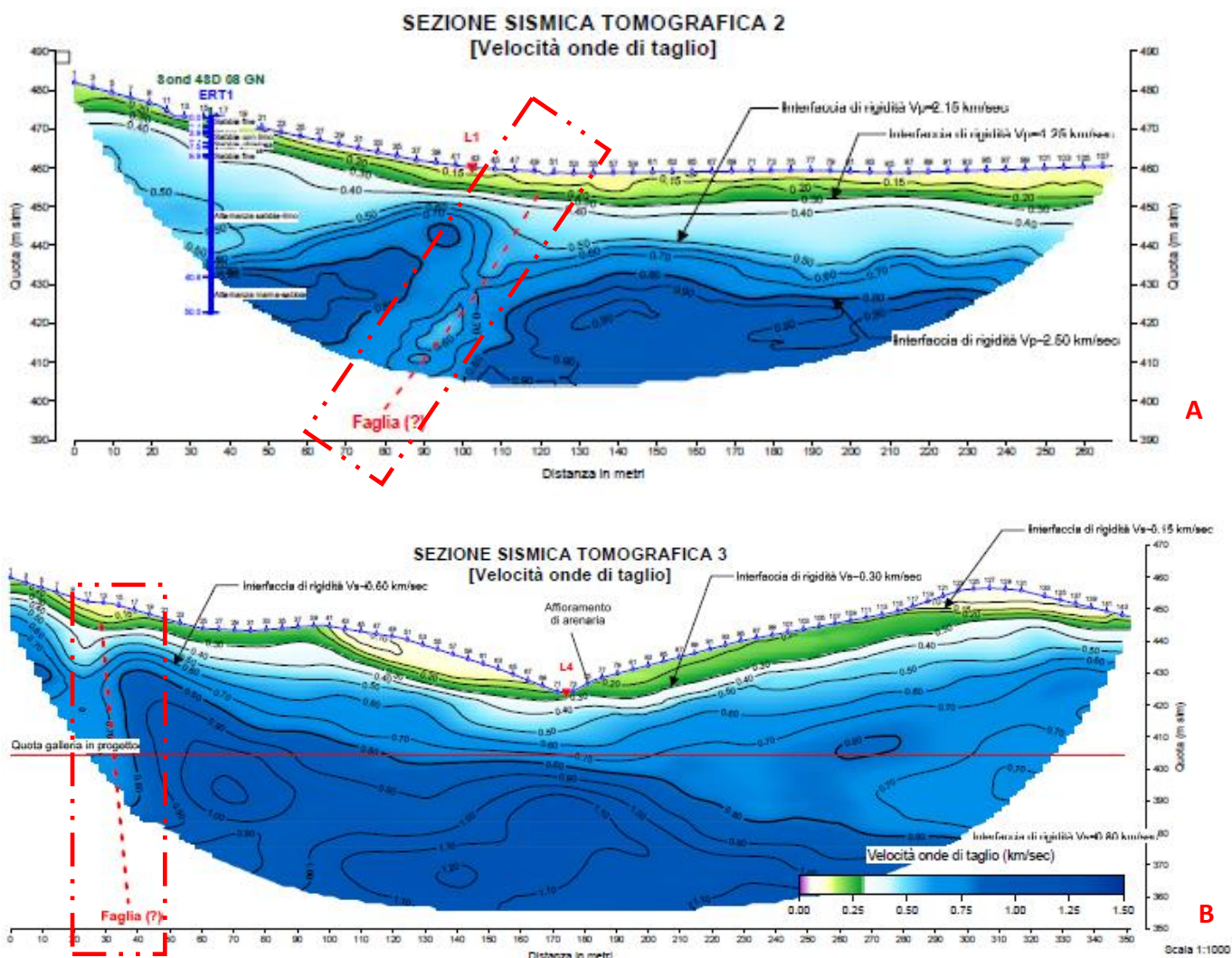



Figura 115. Due stralci di sismica a rifrazione eseguita per le basse coperture della Galleria Sicani, la prima (A) intercetta il contatto tettonico 2+900, nel secondo stendimento riportato (B) si intercetta alla pk 4+550 circa. In rosso le zone di discontinuità.

Probabilmente secondario come importanza, ma comunque da valutarsi, è la possibilità che all'interno del membro argilloso della formazione di Terravecchia (TRV) siano presenti livelli arenacei (TRVa). Laddove il progetto interessasse i litotipi sabbioso -arenacei (TRVa) potrebbero essere intercettati corpi idrici localmente significativi.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 181 di 198

Anche per la galleria Sicani è stato effettuato il rilievo dei gas, in particolare acido solfidrico (H₂S), monossido di Carbonio (CO) e Ossigeno (O₂). I sondaggi oggetto di rilievo sono stati 4SD07_GN (Italferr 2019), 4SD08_GN (Italferr 2019), 4S09_GN (Italferr 2019), 4SD11_GN (Italferr 2019), 4SD12_GN (Italferr 2019).

13.5 Tratta all'aperto, pk 7+970 e la pk 10+475 circa

Il tratto in oggetto si colloca a quote topografiche comprese tra i 355 m s.l.m. ed i 290 m circa s.l.m. Il piano del ferro si colloca a quote comprese tra i 345 m s.l.m. (imbocco galleria Sicani lato Catania) e i 310 m circa s.l.m. (imbocco galleria Dittaino lato Palermo).

Il progetto prevede opere all'aperto tra cui trincee, rilevati e viadotti. In particolare, in tale tratta è prevista la realizzazione di tre viadotti, VI02 L = 1013 m, VI03 L = 298 m, VI04 L = 348 m.

Il tracciato interessa terreni sostanzialmente argillosi ascrivibili alla Formazione di Terravecchia (TRV).

A copertura dell'unità di substrato sono localmente presenti depositi alluvionali recenti o terrazzati di natura essenzialmente arillosa e limosa (bb3 e bn3). In particolare, tra le pk 8+650 ÷ 8+850 circa (bb3), tra le pk 9+400 ÷ 9+850 circa (bn3), 9+925 ÷ 10+075 circa (bb3), 10+110 ÷ 10+460 circa (bn3). Lo spessore di tali depositi è dell'ordine di qualche metro.

Dal punto di vista geomorfologico, durante le attività di rilevamento geologico geomorfologico non si sono evidenziati caratteri geomorfologici indicativi di spessori di coltri importanti che possano costituire criticità per le opere in questione.

Dal punto di vista idrogeologico si segnala la presenza di una falda ubicata a pochi metri dal piano campagna solo tra le pk 8+650 e 8+850. In considerazione della poca permeabilità dei litotipi, sia delle coperture alluvionali che del substrato, si ritiene che, a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi, si potrebbero registrare situazioni transitorie che vedono i livelli di saturazione prossimi al piano di campagna.

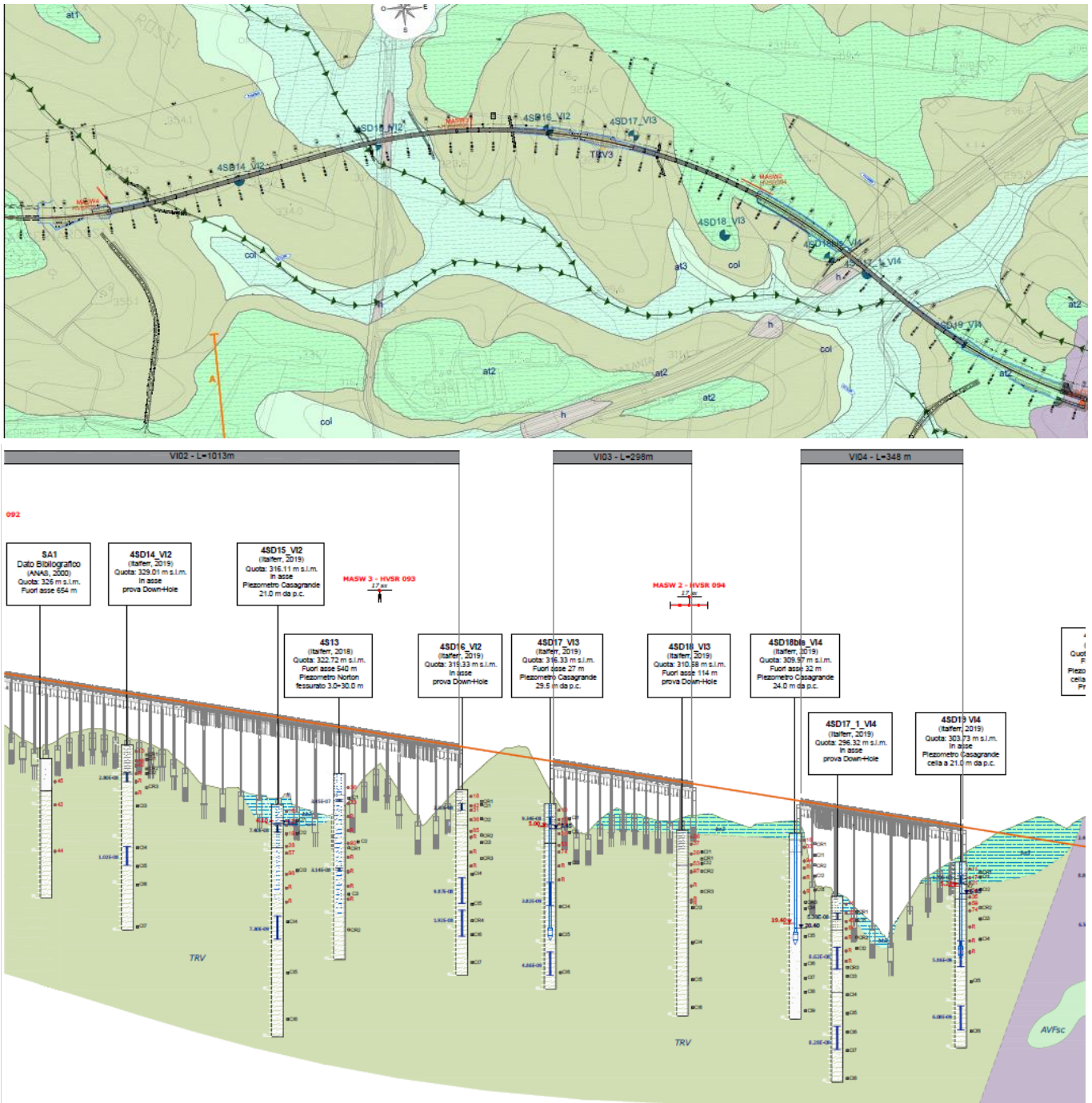



Figura 116. Stralcio cartografico e profilo geologico della tratta all'aperto pk 7+970 e la pk 10+475 circa. Il tratto ricade su litologie prevalentemente argillose riconducibili in bibliografia alla Formazione Terravecchi (TRV).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 183 di 198

13.6 Galleria Dittaino (GN3 L = 2234 m), pk 10+475 ÷ 12+710 circa

La galleria Dittaino interessa porzioni di territorio poste a quote topografiche comprese tra i 280 m circa s.l.m. ed i 395 m circa s.l.m. Il piano del ferro si colloca a quote comprese tra i 310 m circa s.l.m. (imbocco lato Palermo) ed i 270 m s.l.m. (imbocco lato Catania).

A partire dall'imbocco lato Palermo i terreni intercettati sono ascrivibili al Gruppo delle Argille Varicolori Inferiori, ovvero argille limose e argille marnose a struttura caotica o scagliosa. All'interno delle stesse si rinvengono olistoliti eterometrici costituiti da calcari detritici, calcari marnosi biancastri e marne rosate. Nell'area interessata dalla galleria, durante il rilevamento geologico è stato osservato e cartografato un olistolite di calcare marnoso di dimensioni decametriche. Tale aspetto va considerato in fase progettuale in quanto è possibile che olistoliti di dimensioni anche significative possano essere incontrati durante lo scavo della galleria Dittaino.

Sulla base dei dati acquisiti in campagna, dall'analisi fotointerpretativa e del modello digitale del terreno della Regione Siciliana (DEM), si ritiene che il tracciato intercetti lineamenti tettonici ai km 11+530 circa, 11+800 circa, 11+850 circa, 12+550 circa. I primi due lineamenti tettonici sono costituiti da faglie subverticali che dislocano le Argille Varicolori Inferiori. La faglia alla km 11+850 mette in contatto le Argille Varicolori con il Flysch Numidico membro di Monte Salici, costituito un'alternanza di argilliti nerastre, argille brune e quarzareniti giallastre a luoghi addizionati livelli marnoso-calcarei di colore grigio-biancastro (FYN3), passanti ad un'alternanza di quarzareniti in grossi banchi e sottili livelli di argille brune (FYN3a). Le areniti hanno composizione quarzosa omogenea, a granulometria da fine a ruditica, da mal classate a debolmente gradate in abbondante matrice silicea; inglobano inclusi argillosi neri (*clay cips*) di varia dimensione e abbondanti croste e noduli manganesiferi. La geometria dei banconi quarzoarenitico-ruditici è spesso lenticolare con base fortemente erosiva.

Sulla base delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del Flysch Numidico si ritiene che in fase di scavo della galleria possano essere intercettati sia termini prettamente argillosi, che termini quarzoarenitici e ruditici.

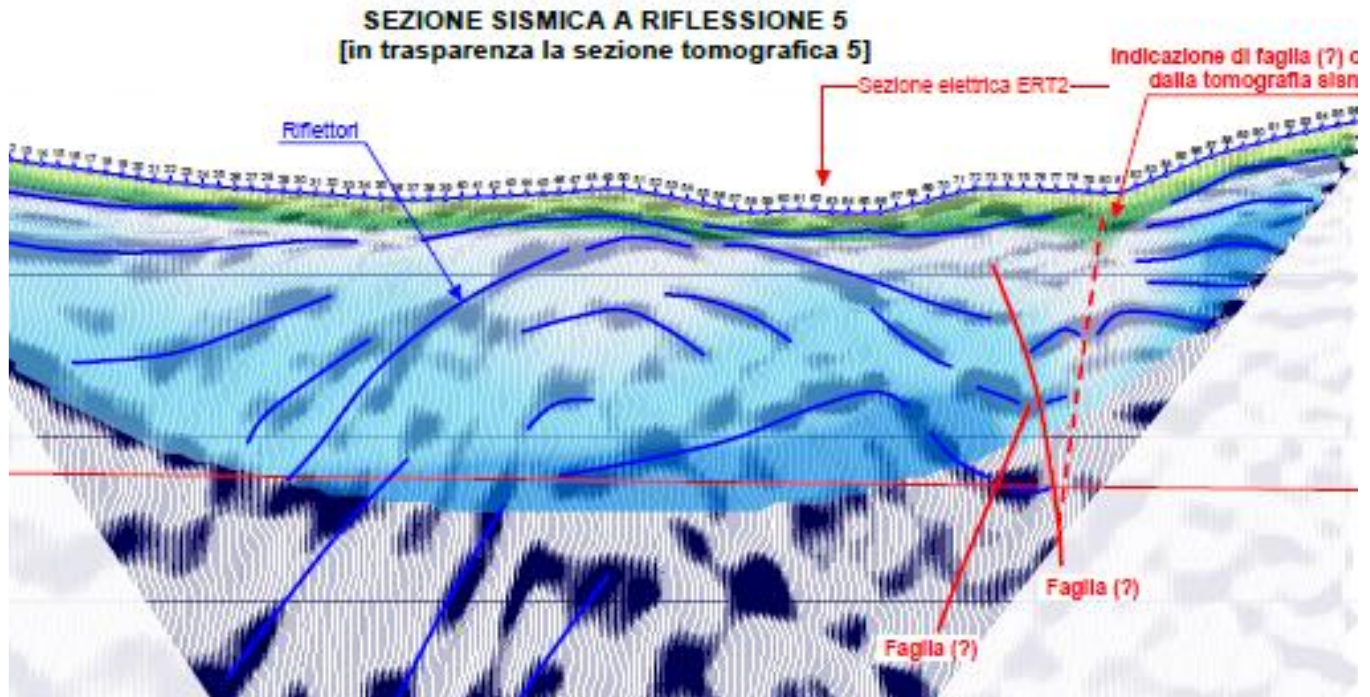


Figura 117. Stralcio di sismica a riflessione eseguita nella Galleria Dittaino combinata con la sismica a rifrazione, l'indagine conferma ciò che si è considerato in campagna ovvero il contatto tettonico alla pk 11+850; nella stessa si possono osservare delle discontinuità riconducibili ad una famiglia di faglie che mette in contatto sulla sinistra dei riflettori disposti in assetto caotico riconducibili alle Argille Varicolori e riflettore allineati riconducibili al Flysh Numidico.

Al km 12+550 circa è presente un sovrascorrimento che mette in contatto il Flysch Numidico con la Formazione di Terravecchia, membro delle argille brecciate (TRVb). Il membro brecciato della Formazione di Terravecchia è costituito da argille, argille limose e limi argillosi a struttura brecciata o a blocchetti poliedrici, talora scagliosa o indistinta con possibili passaggi di olistoliti eterometrici di quarzareniti numidiche (FYN) e argille variegate (AV).

Dal punto di vista geomorfologico non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per gli imbocchi della galleria in progetto e per la galleria stessa.

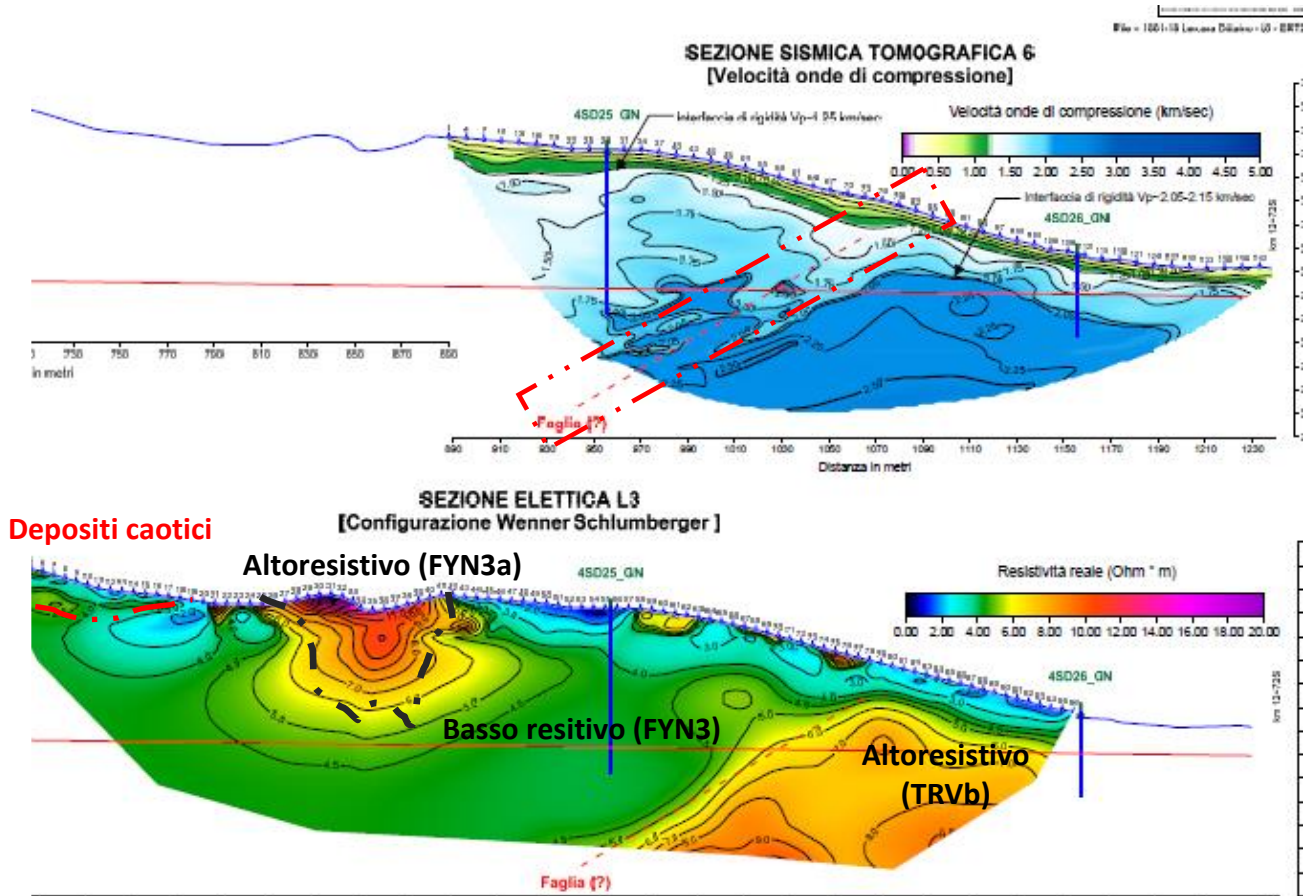


Figura 118. Stralcio di sismica a rifrazione e tomografia elettrica eseguita nella Galleria Dittaino tra le pk 12+200 e 12+700 sovrapposti ai sondaggi 4SD25_GN e 4SD26_GN (blu) ed in rosso si riporta il piano ferro; dalla tomografia elettrica si evince dei corpi alti resistivi riconducibili alle quarzoareniti del FYN3a e al TRVb la parte con resistività bassa è riconducibile alla parte litologica prevalentemente argillosa del FYN; infine si individuano ad inizio stesa delle lenti riconducibili a depositi di frana. Nella Stesa sismica come nella tomografia si evidenzia un'area in discontinuità (poligono tratteggiato in rosso).

Sotto il profilo idrogeologico i dati disponibili sono relativi ai piezometri installati di tipo casagrande, fatta eccezione per il 4S14, nei fori dei sondaggi 4SD21_GN (Italferr 2019), 4SD22_GN, 4S14 (Italferr 2018), 4SD27_GN (Italferr 2019), 4SD25_GN (Italferr 2019), 4SD26_GN (Italferr 2019). I livelli misurati, nella maggior parte dei casi sono misure di pressioni interstiziali, collocano il livello di saturazione anche decine di metri al di sopra del piano ferro. Inoltre, i valori registrati nelle prove di


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)				
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A FOGLIO 186 di 198

permeabilità sono comprese tra la E-09 e E-08, quindi riconducibili a complessi idrogeologici impermeabili.

Si segnala che, laddove la galleria intercetta aree di faglia, potrebbero verificarsi venute d’acqua localizzate. Tali apporti dovrebbero essere comunque poco rilevanti, per la presenza di litotipi sostanzialmente argillosi. Laddove il progetto interessasse i litotipi quarzoarenitici fagliati o fratturati, potrebbero essere intercettati corpi idrici localmente significativi.

Nell’ambito della galleria Dittaino è stato effettuato il rilievo dei gas, in particolare acido solfidrico (H₂S), monossido di Carbonio (CO) e Ossigeno (O₂). I sondaggi oggetto di rilievo sono stati 4SD21_GN (Italferr 2019), 4SD22_GN, 4SD25_GN (Italferr 2019) e 4SD27_GN (Italferr 2019).

Per le caratteristiche delle formazioni geologiche precedentemente citate, si rimanda al documento “RS3V 40 D 69 RH GE0001 001 A – Rapporto sulle attività di campagna – Stop Geologici” dove sono documentate aree allagate a seguito di piogge intense

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 187 di 198

14 QUADRO CONCLUSIVO GENERALE SULLE POSSIBILI CRITICITÀ

Sulla base delle informazioni acquisite nel presente studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico, si riporta di seguito il quadro conclusivo delle possibili criticità di carattere generale rilevate per l'area in oggetto. Per il dettaglio delle criticità relative alle singole tratte si faccia riferimento al capitolo precedente.

Su base generale le criticità possono essere suddivise come segue:

- Criticità connesse con le caratteristiche litotecniche delle unità di substrato; in particolare, in riferimento alle:

- Successioni del Bacino Numidico, Flysch Numidico membro di Nicosia;
- Successioni del Dominio Sicilide, Argille Variegate;

si segnala che i terreni, così come osservati in affioramento e campionati nell'ambito della campagna geognostica, sono costituiti essenzialmente da litotipi argillosi caotici. Inoltre, sulla base di dati bibliografici ed in relazione a quanto osservato durante il rilevamento geologico di campagna, si segnala che tali complessi argillosi possono inglobare inclusi litici di dimensioni talora metriche o decametriche. La natura di tali inclusi dipende dal tipo di unità geologica (calcari e prodotti magmatici, quarzareniti, gessi selenitici e nodulari) e si rimanda, per completezza alla descrizione di dettaglio di ciascuna (capitolo 5).

- Criticità connessa alla presenza di metano nell'area; in relazione al fatto che il progetto ferroviario si sviluppa per buona parte in galleria; particolare attenzione dovrà essere volta alla problematica inerente la possibilità di intercettare gas naturali nel corso delle fasi di scavo delle opere in sotterraneo.

Il gas più comune è il metano che, se raggiunge concentrazioni comprese fra il 4,5-16% in termini volumetrici, con l'aria diventa esplosivo. La miscela aria-metano è più nota con il termine "grisou". Si sottolinea che tale miscela è inodore e quindi non avvertibile direttamente. Il metano e gli altri idrocarburi eventualmente presenti, essendo più leggeri dell'aria si raccolgono nella

zona di calotta. Lo scavo di una galleria in terreni geologicamente favorevoli per la presenza di metano va condotto con grande cautela e applicando specifiche precauzioni.

Pertanto, preliminarmente, nel corso dello studio è stata condotta un'analisi bibliografica e storica volta a verificare, in relazione alle differenti unità geologiche individuate e direttamente interessate dal progetto, l'eventuale presenza di termini geologici favorevoli alla presenza di gas. In bibliografia sono segnalate e considerate suscettibili alla presenza di gas naturali (grisou) la Formazione Terravecchia, il Flysch Numidico e le Argille Variegate.

I rilievi di gas metano effettuati a boccaforo hanno rilevato, per due sondaggi, la presenza di gas metano, per i dettagli si rimanda agli elaborati specialistici.

- Criticità connesse con le caratteristiche litotecniche delle unità dei depositi alluvionali alla problematica della liquefazione; sulla base dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che i terreni presenti nell'area di intervento della Stazione di Dittaino (pk 12+800 - pk 15+487) si potrebbero presentare suscettibili al fenomeno di liquefazione. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame che dalla presenza di una falda localmente compresa nei primi 15 m dal piano campagna. Inoltre, la presenza di depositi prevalentemente di genesi alluvionale caratterizzati localmente da granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, in particolare di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore, per i depositi alluvionali terrazzati (unità geologica **bn**), consentono di poter considerare potenzialmente liquefacibili alcuni settori specifici dell'area d'intervento. Alla luce delle considerazioni espresse e in linea con l'ultima normativa vigente in materia si rimanda agli approfondimenti geotecnici.

15 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV. (1990) – *Carta geologica della Sicilia centro-orientale (scala 1:50.000)*. S.EL.CA., Firenze.

Abate B., Renda P. & Tramutoli M. (1988) – *Note illustrative della carta geologica dei Monti di Termini Imerese e delle Madonie occidentali (Sicilia centro-settentrionale)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 475-505.

Accordi B. (1958) – *Relazione sui rilevamenti geologici del 1956 nei monti Nebroidi (Sicilia Settentrionale)*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **79**, 929-949.

Agnesi V., De Cristofaro D., Di Maggio C., Macaluso T., Madonia G. & Messana V. (2000) – *Morphotectonic setting of the Madonie area (central northern Sicily)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **55**, 373-379.

Alfieri A., Bafuno G., Collalti M., Giglio I., Renda S. & Ricco S. (1994) – *I dissesti in Sicilia. Primi risultati del censimento dei dissesti nei centri abitati. Studio della franosità del bacino del Torrente Fichera (Fiume Imera Settentrionale)*. Rivista Mineraria Siciliana, **30**, 51-65.

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.

Antonioli F., Ferranti L., Lambeck K., Kershaw S., Verrubbi V. & Dai Pra G. (2006) – *Late Pleistocene to Holocene record of changing uplift-rates in southern Calabria and northeastern Sicily (southern Italy, Central Mediterranean Sea)*. Tectonophysics, **422**, 23-40.


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

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

Aurelli A., Contino A. & Cusimano G. (2008) – *Aspetti idrogeologici e vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale)*. Note illustrative della "Carta delle Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi delle Madonie", scala 1:50.000. Regione Siciliana-Azienda Regionale Foreste Demaniali, Università degli studi di Palermo, Dipartimento di Geologia e Geodesia.

Aurelli A., Contino A., Cusimano G., Fazio F. & Silluzio C. (2001) – *Groudwater vulnerabilità of the Madonie mountains*. In: Mudry J. & Zwaler F. (Eds.), *Proceeding of the 7th Conference on Limestone Hydrogeology and Fissured Media*, Besançon, France, 20-22 Settembre 2001.

Avellone G., Barchi M., Catalano R. con il contributo di: Basilone L. Gasparro Morticelli M., Gugliotta C., Sulli A. & Pepe F. (2010) - *Cronologia delle deformazioni tettoniche*. In note: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000), Foglio 607 "Corleone". Servizio Geologico d'Italia, ISPRA.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>190 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	190 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	190 di 198								

Azzaro R. & Barbano M.S. (2000) – *Analysis of seismicity of Southeastern Sicily: proposal of a tectonic interpretation*. Annali di Geofisica, **43**, 1-18.

Azzaro R., Barbano M.S., Rigano R. & Antichi B. (2000) – *Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia*. Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-99), CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa Terremoti, Roma 31-38.

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

Barbano M.S. & Rigano R. (2001) – *Earthquake sources and seismic hazard in the southeastern Sicily*. Annali di Geofisica, **44**, 723-738.

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 south-eastern 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. & Monstardini F. (1987) – *Sicilia orientale: profilo geologico Bebrodi-Iblei*. Memorie della Società Geologica Italiana, **38**, 429-458.

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

Bonardi G., Giunta G., Liguori V., Perrone V., Russo M. & Zuppetta A. (1976) – *Schema geologico dei Monti Peloritani*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **95**, 49-74.

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. ING-S.G.A., Bologna, 970 pp., con database su CD-ROM.


Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L. & Gasperini P. (2000) – *Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997*. Annali di Geofisica, **43**, 609-868.

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. (1991) – *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. Italo Bovolenta Editore, Ferrara.

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

Bruschi A. & Crippa A. (2012) – *Prove geotecniche di laboratorio. Guida pratica per la soluzione delle problematiche interpretative e di previsione geotecnica*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>191 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	191 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	191 di 198								

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

Budhu M. (2007) – *Soil mechanics and foundations (2nd edition)*. Wiley, New York.

Burollet P.F., Mugniot G.M. & Sweeney P. (1978) – *The geology of the Pelagian Block: the margins and basins of southern Tunisia and Tripolitania*. In: Narin A., Kanés W. & Stelhi F.G. (eds): *The ocean basins and margins*. Plenum Press, New York, 331-339.

Buccolini M., Coco L., Cappadonia C. & Rotigliano E. (2012) - Relationships between a new slope morphometric index and calanchi erosion in northern Sicily, Italy. *Geomorphology*, **149**–150, 41-48.

Butler B.C.M. & Bell J.D. (1996) – *Lettura e interpretazione delle carte geologiche*. Zanichelli Editore, Bologna.

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., Lentini F. & Branca S. (2010) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 633 Paternò*. 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.

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C. & Amato A. (2006) – *CSI, Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1*. INGV-CNT, Roma. <http://www.ingv.it/CSI/>.

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


Catalano R. & D'Argenio B. (1982) – *Schema geologico della Sicilia occidentale*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (eds): *Guida alla geologia della Sicilia Occidentale*, Memorie Società Geologica Italiana, suppl. **A, 24**, 9-41, Palermo.

Catalano R., Avellone G., Basilone L., Contino A. & Agate M. (2011) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 609 Termini Imerese – Capo Plaia*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

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 R., Franchino A., Merlini S. & Sulli A. (2000) – *Central western Sicily structural setting interpreted from seismic reflection profiles*. Memorie della Società Geologica Italiana, **55**, 5-16.

Catalano S. & De Guidi G. (2003) – *Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting deformation*. *Journal of Geodynamics*, **36**, 445-467.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>192 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	192 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	192 di 198								

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.

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.

Cestari F. (1996) – *Prove geotecniche in sito*. Italgrafica Segale, Segrate.

CNR-PFG (1985) – *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B, Bologna.

Cogan J., Rogo L., Grasso M. & Lerche I. (1989) – *Flexural tectonics of southeastern Sicily*. Journal of Geodynamics, **11**, 189-241.

Contino A. (2002) – *Geologia e Geomorfologia della bassa valle del fiume Imera settentrionale*. In: Belvedere O., Bertini A., Boschian G., Burgio A., Contino A., Cucco R. M. & Lauro D., Himera I (eds) *Prospezione archeologica nella valle dell'Imera*. Dipartimento di Beni Culturali Storico – archeologici, Socio – antropologici e Geografici, Sezione Archeologica, Università degli Studi di Palermo, pp.25 – 48.

Cornell C.A. (1968) – *Engineering seismic risk analysis*. Bulletin of Seismological Society of America, **58**, 1583-1606.

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

Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996) – *Landslide types and processes*. In: Turner A.K. & Schuste R.L. (eds): *Landslide investigation and mitigation*. Special report 247, National Academy of Sciences. 36-75.


Dall'Aglio M. & Quattrocchi F. (1991) – *Relazione preliminare sulle misure geochimiche effettuate dopo il terremoto del 13/12/1990 nella Sicilia orientale*. In: Boschi E. & Basili A. (eds): *Contributi allo studio del terremoto della Sicilia orientale del 13 Dicembre 1990*. I.N.G., Pubbl. n **537**, 127-144, Roma.

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.

DISS Working Groupe (2010) – *Database of individual Seismogenic Sources (DISS)*, version 3.1.1., disponibile in internet all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>.

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 193 di 198

- Faccioli E. & Paolucci R. (2005) – *Elementi di sismologia applicata all'ingegneria*. Pitagora Editrice, Bologna.
- Ferrara V. & Marchese G. (1977) – *Ricerche idrogeologiche su alcuni acquiferi alluvionali della Sicilia orientale*. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania, **9**, 189-230.
- 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. (ed), "CROP Deep Seismic exploration of the Mediterranean Region. Spec. Vol. Elsevier, chapter **15**, 319-376.
- Francaviglia A. (1960) – *Appunti sulla geologia del M. Judica (Sicilia centro-orientale)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **79**, 197-206.
- 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.
- Gasparini C., Iannaccone G., Scandone P. & Scarpa R. (1982) – *Seismotectonics of the Calabrian Arc*. Tectonophysics, **82**, 267-286.
- Gasparini P. & Mantovani M.S.M (1984) – *Fisica della terra solida*. Liguori Editore, Napoli.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1980) – *The structural features of the Iblean Plateau and of the Mount Judica area (South-Eastern Sicily): a microtectonic contribution to the deformational history of the Calabrian Arc*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **99**, 57-102.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1984) – *Thin-skinned deformations of the western Sicily thrust belt and relationships with crustal shortening: Mesostructural data on the Mt. Kumeta-Alcàntara Fault Zone and related structures*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **103**, 129-157.
- GNDT (1996) – *Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe ZS 4.0*. Atti del Convegno Annuale del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, **1**, 119-135.
- GNFG (1994) - Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **16**: 129-152, 1 carta f.t., Torino.
- Gonzalez de Vallejo L.I. (2005) – *Geoingegneria*. Pearson Education Italia, Milano.
- Granath J.W. & Casero P. (2004) – *Tectonic setting of the petroleum system of Sicily*. In: Swenner R., Roure F. & Granath J.W. (eds): Deformation, fluid flow, and reservoir appraisal in foreland and thrust belts. AAPG Hedberg Series, n. 1, 391-411.
- Gruppo di Lavoro CPTI (1999) – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN. 92 pp.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>194 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	194 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	194 di 198								

Gruppo di Lavoro CPTI (2004) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV, Bologna.

Guerrera F. & Wezel F.C. (1974) – *Nuovi dati stratigrafici sui flysch oligomiocenici siciliani e considerazioni tettoniche relative*. Rivista Mineraria Siciliana, **145-147**, 27-51.

Hallam A. (1985) – *Interpretazione delle facies e stratigrafia*. Pitagora Editrice, Bologna.

Hutchinson J.N. (1985) – *Mass movements*. In : Fair Bridge R.W. (ed): *Encyclopaedia of geomorphology*, 688-695.

Hutchinson J.N. (1988) – *Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. Proceedings of 5th International Symposium on Landslides, 10-15.

Hugonie G. (1979) – *L'évolution géomorphologique de la Sicile septentrionale. Thèse Lettres (Géomorphologie)*. Université de Paris-Sorbonne, **2**, 565-884.

ISPRA (2007) - Guida alla rappresentazione cartografica della Carta geomorfologica d'Italia, 1:50.000. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, **10**: pp. 48, Roma.

ISPRA (2009) - Guida alla rappresentazione cartografica della Carta geologica d'Italia, 1:50.000. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, **12**: pp. 126, Roma.

ISPRA (2010) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 631 (Caltanissetta)*. Servizio Geologico d'Italia.

ISPRA (2010) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 633 (Paternò)*. Servizio Geologico d'Italia.

ISPRA (2011) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 609 (Termini Imerese)*. Servizio Geologico d'Italia.

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.

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) – *Retrocoprimiento medio-pleistoceno di Argille Scagliose a Serra San Biagio (Sicilia orientale): evidenze stratigrafiche e tettoniche*. Rend. Fis. Acc. Lincei, **9**, 63-80.

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. (2007) – *Active thrusting as a possible seismogenic source in Sicily (Southern Italy): Some insights from integrated structural–kinematic and seismological data*. Tectonophysics, **445**, 145-167.

Lentini F. & Vezzani L. (1978) – *Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia orientale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **19**, 495-500.

Lentini F. (1974) – *Caratteri stratigrafici e strutturali della zona di M. Judica (Sicilia Orientale)*. Rivista Mineraria Siciliana, **25**, 1-22.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 195 di 198

- Lentini F. (1982) – *The geology of the Mt. Etna basement*. Memorie della Società Geologica Italiana, **23**, 7-25.
- Lentini F., Carbone S. & Grasso M. (1984) – *Carta geologica della Sicilia sud-orientale, scala 1:100.000*. S.EL.CA., Firenze.
- 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. (1990) – *Principali elementi strutturali del thrust belt appenninico-maghrebide in Sicilia centro-orientale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **45**, 495-502.
- 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., Grasso M. & Carbone S. (1987) – *Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione*. In: Lentini F., Grasso M. & Carbone S. (eds): Sistemi avanfossa-avampaese lungo la Catena Appenninico-Maghrebide. Convegno della Società Geologica Italia, Naxos-Pergusa, Aprile 1987, 60 pp.
- Lickorish H., Grasso M., Butler R.W.H., Argnani A. & Maniscalco R. (1999) – *Structural styles and regionale tectonic setting of the "Gela Nappe" and frontal part of the Maghrebic thrust belt in Sicily*. Tectonics, **18**, 655-668.
- Makris J., Nicolich R. & Weigel W. (1986) – *A seismic study in the western Ionian Sea*. Annals of Geophysics, **6**, 665-678.
- Meletti C. & Montaldo V. (2007) – *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag*. Progetto DPC-INGV S1.
- Meletti C. & Valensise G. (2004) – *Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo*. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Meletti C., Patacca E. & Scandone P. (2000) – *Construction of a seismo-tectonic model: the case of Italy*. Pure and Applied Geophysics, **157**, 11-35.
- 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. & Tortorici L. (2000) – *Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily*. Journal of Geodynamics, **29**, 407-424.
- 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., De Guidi G. & Ferlito C. (2010) – *The Morphotectonic map of Mt. Etna*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **129**, 408-428.
- Monaco C., Mazzoli S. & Tortorici L. (1996) – *Active thrust tectonics in western Sicily (southern Italy): the 1968 Belice earthquake sequence*. Terra Nova, **8**, 372-381.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>RS3V</td> <td>40</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>196 di 198</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	196 di 198
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	196 di 198								

Monaco C., Tortorici L. & Paltrinieri W. (1998) – *Structural evolution of the Lucanian Apennines, southern Italy*. Journal of Structural Geology, **20**, 617-638.

Morbidelli (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.

National Geographic, Esri, DeLorme, NAVTEQ, UNEP-WCMC, USGS, NASA, ESA, METI, NRCAN, GEBCO, NOAA & IPC (2011) - National Geographic World Map, digital topographic basemap of the world. Accessed on-line <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=b9b1b422198944fbbd5250b3241691b6> on 14.12.2019)

Nigro F. & Renda P. (2000) – *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenico siciliana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **119**, 667-686.

Ogniben L. (1953) – *Argille Scagliose ed Argille Brecciate in Sicilia*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **75**, 281-289.

Ogniben L. (1960) – *Nota illustrativa dello Schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Rivista Mineraria Siciliana, **64-65**, 183-212.

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

Panizza M. (1993) – *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Roma.

Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R. & Sassi F.P. (1992) – *Carta geologica d'Italia 1:50.000, Guida al Rilevamento*. Quaderni serie III, **1**, 203 pp.

Patacca E., Scandone P., Giunta G. & Liguori V. (1979) – *Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (southern Sicily)*. Geologica Romana, **18**, 331-369.

Pescatore T., Renda P. & Tramutoli M. (1978) – *Facies ed evoluzione sedimentaria del Bacino Numidico nelle Madonie Occidentali (Sicilia)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **38**, 297-315.

Postpischl D. (1985) – *Catalogo dei forti terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica.

Regione Sicilia (2005) – *Piano stralcio Assetto Idrogeologico Regione Sicilia*.

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.

Rigano R., Antichi B., Arena L., Azzaro R. & Barbano M.S. (1999) – *Sismicità e zonazione sismogenetica in Sicilia occidentale*. Atti del 17° Convegno Nazionale GNGTS.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 69 RG	GE 0001 001	A	197 di 198

Rigo M. & Cortesini A. (1961) – *Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **81**, 349-369.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. & Gasperini P. (eds), (2016) - CPT15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPT15>.

Saroli M., Stramondo S., Moro M. & Doumaz F. (2005) – *Movements detection of deep seated gravitational slope deformations by means of InSAR data and photogeological interpretation: northern Sicily case study*. Terra Nova, **17**, 35-43.

Scalia S. (1909) – *Il gruppo del Monte Judica*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **28**, 269-340.

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.

Scesi L., Papini M. & Gattinoni P. (2003) – *Geologia applicata*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1992) - Guida al rilevamento della Carta geologica d'Italia 1:50.000. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, **1**: pp. 203, Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1994) - Guida al rilevamento della Carta geomorfologica d'Italia, 1:50.000. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, **4**: pp. 42, Roma.

Stucchi M., Camassi R., Rovida A., Locati M., Ercolani E., Meletti C., Migliavacca P., Bernardini F. & Azzaro R. (2007) – *DBMI04, il Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*.

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. (2001) – *Gallerie: Aspetti geotecnici nella progettazione e costruzione*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

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.

Tortorici L., Cocina O., Monaco C. & Tansi C. (1995) – *Recent and active tectonics of the Calabrian Arc (Southern Italy)*. Tectonophysics, **243**, 37-55.

Tucker M.E. (1996) – *Rocce sedimentarie. Guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Valensise G. & D'Addezio G. (1994) – *Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro*. ING Publications, **559**, 34 pp.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 198 di 198

Valensise G. & Pantosti D. (2001) – *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review*. Journal of Seismology, 5, 287-306.

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

Varnes D.J. (1976) – *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington.

Wezel F.C. (1974) – *Flysch successions and the tectonic evolution of Sicily during the Oligocene and Early Miocene*. In: Alvarez W. & Gohrbandt K.H.A. (Eds.): *Geology and History of Sicily*. Petroleum Expl. Soc. Libya, pp.1-23.