

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 2 - Dallo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (compreso) allo svincolo n. 5 "Grammichele" (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA896**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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



IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

	Dott. Ing. N. Granieri Dott. Ing. F. Durastanti Dott. Ing. V. Truffini Dott. Arch. A. Bracchini Dott. Ing. L. Nani	Dott. Ing. M. Abram Dott. Ing. F. Pambianco Dott. Ing. M. Briganti Botta Dott. Ing. L. Gagliardini Dott. Geol. G. Cerquiglioni
---	--	--

MANDANTI:

	Dott. Ing. G. Guiducci Dott. Ing. A. Signorelli Dott. Ing. E. Moscatelli Dott. Ing. A. Bela	Dott. Ing. G. Lucibello Dott. Arch. G. Guastella Dott. Geol. M. Leonardi Dott. Ing. G. Parente
	Dott. Arch. E. A. E. Crimi Dott. Ing. M. Panfilì Dott. Arch. P. Ghirelli Dott. Ing. D. Pelle	Dott. Ing. L. Ragnacci Dott. Arch. A. Strati Archeol. M. G. Liseno
	Dott. Ing. D. Carlacchini Dott. Ing. S. Sacconi Dott. Ing. C. Consorti	Dott. Ing. F. Aloe Dott. Ing. A. Salvemini
	Dott. Ing. V. Rotisciani Dott. Ing. G. Pulli Dott. Ing. F. Macchioni	Dott. Ing. G. Verini Supplizi Dott. Ing. V. Piunno Geom. C. Sugaroni
	Dott. Ing. P. Agnello	

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi  
Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

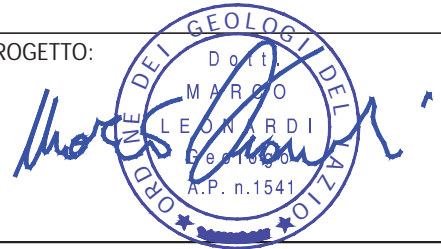
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Ambrogio Signorelli  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



**GEOLOGIA**

**Relazione geologica ed idrogeologica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1			
		CODICE ELAB.			
		T 0 2 G E 0 1 G E O R E 0 1		C	-
D					
C	Revisione a seguito di Rapporto di Verifica	Novembre 2021	A. Loffredo	M. Leonardi	N. Granieri
B	Revisione a seguito istruttoria ANAS	Settembre 2021	A. Loffredo	M. Leonardi	N. Granieri
A	EMISSIONE	GIUGNO 2021	A. Loffredo	M. Leonardi	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI PREGRESSE</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE</b> .....	<b>8</b>
2.1.1	Campagna indagini 2003 – Fase I.....	8
2.1.2	Campagna indagini 2004 – Fase II.....	8
<b>2.2</b>	<b>CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>PIANO INDAGINI IN CORSO DI ESECUZIONE PER IL PROGETTO ESECUTIVO</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>INDAGINI PER LO STUDIO DELLE MISCELE</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>INDAGINI PER LA GESTIONE DELLE MATERIE</b> .....	<b>22</b>
3.3.1	Caratterizzazione ambientale .....	23
3.3.2	Omologa rifiuto.....	23
<b>4</b>	<b>ATTIVITA' GEOLOGICHE PER IL PROGETTO ESECUTIVO</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>RILEVAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>RILEVAMENTO GEOMECCANICO</b> .....	<b>24</b>
4.2.1	STAZIONI GEOMECCANICHE ESECUTIVO .....	25
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA IBLEA</b> .....	<b>26</b>
5.1.1	Successioni mioceniche .....	26
5.1.2	Sedimenti e vulcaniti del Pliocene .....	27
5.1.3	Sedimenti quaternari .....	28
5.1.4	Terrazzi marini e depositi del Pleistocene medio e superiore.....	28
<b>5.2</b>	<b>INQUADRAMENTO STRUTTURALE GENERALE</b> .....	<b>29</b>
5.2.1	Tettonica Mesozoica e Paleogenica.....	29

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA– LOTTO2**

5.2.2	Tettonica Miocenica .....	30
5.2.3	Tettonica Quaternaria .....	31
<b>5.3</b>	<b>STRATIGRAFIA DELL'AREA.....</b>	<b>35</b>
5.3.1	Riporti antropici (R) – (Attuale). .....	35
5.3.2	Depositi eluvio-colluviali (ec) – (Olocene). .....	35
5.3.3	Fasce e coni di detrito (dt) – Pleistocene superiore – Olocene. ....	35
5.3.4	Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali (a) – Pleistocene superiore – Olocene... ..	36
5.3.5	Terrazzi fluviali (ar) – Pleistocene superiore – Olocene. ....	36
5.3.6	Depositi limnici, silt e argille lacustri (Qm) – Pleistocene medio.....	37
5.3.7	Sabbie da cementate a debolmente cementate con lenti ghiaiose e argille salmastre (Qcs) – Pleistocene medio.....	38
5.3.8	Silt argillosi e arenarie fossilifere (Qs) – Pleistocene inferiore. ....	39
5.3.9	Sabbie con livelli arenacei e siltoso-argillosi (Qsa) – Pleistocene inferiore.....	39
5.3.10	Calcareniti, sabbie e argille siltoso-marnose Qc(a)-Qc(b) – Pleistocene inferiore. ....	40
5.3.11	Successione vulcanica Pliocene medio-superiore Pleistocene inferiore .....	42
5.3.12	Marne grigio-azzurre (Pa) Pliocene medio-superiore.....	43
5.3.13	Trubi (Pm) – Pliocene inferiore.....	43
5.3.14	Calcare di base (Mg) – Messiniano. ....	45
5.3.15	Gessi cristallini (Ms) – Messiniano.....	46
5.3.16	Formazione Carlentini (Mv) – Tortoniano. ....	48
<b>6</b>	<b>CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....</b>	<b>49</b>
6.1	PREMESSA.....	49
6.2	MORFOTIPI RICONOSCIUTI .....	49
6.2.1	Forme strutturali e vulcaniche.....	49
6.2.2	Forme di versante dovute alla gravità .....	49
6.2.3	Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento .....	50

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

6.2.4	Forme antropiche .....	51
6.3	CARATTERI MORFOLOGICI DEL CORRIDOIO DI STUDIO .....	52
6.4	DISSESTI CENSITI DAL PAI (REGIONE SICILIANA) E DALL'IFFI (ISPRASINANET) .....	53
6.4.1	Confronto con la Carta dei Dissesti del PAI .....	53
6.4.2	Confronto con la cartografia interattiva dell'IFFI .....	53
6.5	ANALISI DI SUSCETTIBILITÀ DI FRANA .....	53
6.6	DISSESTI CENSITI.....	62
6.6.1	LOTTO 2 PK. 5+450-5+570 – FRANA L3_1.....	63
6.6.2	LOTTO 2 PK. 6+025-6+450 – FRANA L3_2.....	68
6.6.3	LOTTO 2 PK. 7+475-7+530 – FRANA L3_3.....	74
6.6.4	LOTTO 2 PK. 8+050-8+200 – FRANA L3_4.....	79
6.6.5	LOTTO 2 PK. 10+910-11+100 – FRANA L4_1.....	84
6.6.6	LOTTO 2 PK. 11+130-11+200 – FRANA L4_2.....	91
6.6.7	LOTTO 2 PK. 11+525-11+625 – FRANA L4_3.....	94
7	NELL'AREA CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA.....	98
7.1	DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI .....	98
7.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL CORRIDOIO DI ANALISI .....	100
7.3	PUNTI D'ACQUA CENSITI.....	100
7.4	MISURE PIEZOMETRICHE .....	107
8	INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE.....	109
9	SISMICITA' DELL'AREA .....	114
9.1	SORGENTI SISMOGENETICHE .....	122
9.2	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	128
10	ANALISI DEL TRACCIATO .....	131
10.1	TRATTA COMPRESA TRA INIZIO LOTTO (PK 0+000) E LA SPALLA SUD DEL VIADOTTO DIRILLO	131

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

10.2 VIADOTTO DIRILLO .....	131
10.3 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL VIADOTTO DIRILLO E LA SPALLA SUD DEL VIADOTTO PASSO MANDORLO .....	132
10.4 VIADOTTO PASSO MANDORLO .....	133
10.5 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL VIADOTTO PASSO MANDORLO E LA SPALLA SUD DEL VIADOTTO TENCHIO .....	133
10.6 VIADOTTO TENCHIO .....	134
10.7 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL VIADOTTO TENCHIO E PK. 8+175 .....	134
10.8 TRATTA COMPRESA TRA INIZIO LOTTO (PK 8+175) E INIZIO TRINCEA LICODIA EUBEA (PK 8+320) .....	135
10.9 TRINCEA LICODIA EUBEA .....	135
10.10 TRATTA COMPRESA TRA LA FINE TRINCEA LICODIA EUBEA E LA SPALLA SUD DEL VIADOTTO QUATTRO POGGI.....	135
10.11 VIADOTTO QUATTRO POGGI.....	136
10.12 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL VIADOTTO QUATTRO POGGI E LA SPALLA SUD DEL VIADOTTO SCORCIAVITELLI.....	136
10.13 VIADOTTO SCORCIAVITELLI .....	136
10.14 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL VIADOTTO SCORCIAVITELLI E FINE LOTTO (PK 12+385) .....	137

## 1 PREMESSA

Nel presente studio sono stati raccolti e sintetizzati gli aspetti geologici, morfologici ed idrogeologici che caratterizzano il territorio interessato dal lotto 2 del progetto "Collegamento stradale Ragusa – Catania: Ammodernamento a n° 4 corsie della S.S. 514 'di Chiaromonte' e della S.S. 194 Ragusana dallo Svincolo con la S.S. 115 allo Svincolo con la S.S. 114", nell'ambito della emissione del Progetto Esecutivo.

Il presente lavoro costituisce un approfondimento del Progetto definitivo e tiene conto anche di tutte le osservazioni rimesse dai vari Enti a cui è stato presentato il Progetto. Si tenga conto che il lotto 2 oggetto di studio costituisce l'accorpamento dei lotti denominati 3 e 4 nel progetto definitivo.

Lo studio per il progetto definitivo si è basato sulle seguenti attività:

- approfondita ricerca bibliografica dei dati disponibili in letteratura, sulle aree di progetto. Tra i diversi riferimenti bibliografici è da menzionare innanzitutto la pubblicazione "Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.) - Presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud-orientale" a cura di S. Carbone, M. Grasso & F. Lentini (1987)
- rilevamento geologico-geomorfologico effettuato lungo tutta la tratta stradale di progetto su un corridoio ampio circa 1 km che ha consentito di ricostruire il modello geologico del terreno
- censimento dei fenomeni di dissesto presenti nel corridoio di progetto
- rilevamento geomeccanico e strutturale sulle litologie a comportamento litoide e semilitoide
- reperimento dei dati idrogeologici disponibili presso vari Enti (Geni civili, Comuni, Gestori Acquedotti, ecc.) relativi ai punti d'acqua (pozzi, sorgenti e piezometri)
- analisi dei risultati delle due campagne di indagini geognostiche pregresse, eseguite nell'ambito del Progetto Preliminare rispettivamente nel 2003 e nel 2004 dalla Società SICIL DRILL S.r.l.,
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geognostiche e geotecniche per il progetto definitivo eseguite dalle imprese SONDEDILE S.r.l. – TRIVELSONDAGGI S.r.l. – GEOMERID S.r.l.; le prove di laboratorio sono state eseguite dalla Società SOGEA S.r.l.;
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geofisiche per il progetto definitivo eseguite dalle ditte I&C S.r.l. – GEOMERID S.r.l..
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geofisiche integrative eseguite dalla ditta SEMA – Geological Engineering s.r.l.s.
- In sede di progettazione esecutiva sono state eseguite le seguenti ulteriori attività:
- sopralluoghi sul corridoio di progetto per verificare la conformità della documentazione del progetto Definitivo con la situazione attuale ponendo particolare attenzione alla evoluzione dei fenomeni di dissesto interferenti con il tracciato
- affinamento del rilevamento geomeccanico con esecuzione di ulteriori stazioni di rilievo
- predisposizione di un piano di indagini geognostiche geofisiche e geotecniche integrative
- esecuzione di un rilievo dei livelli piezometrici all'interno di una serie di sondaggi della campagna del PD attrezzati con piezometri che sono stati rinvenuti ancora funzionanti e ancora ispezionabili
- emissione dei sottoelencati elaborati:

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
	<b>GEOLOGIA</b>	
T02GE01GEORE01A	Relazione geologica ed idrogeologica	-
T02GE01GEORE02A	Relazione geomeccanica	-
T02GE01GEOCG01A	Carta geologica d'insieme - Tav. 1/3	1:2.000
T02GE01GEOCG02A	Carta geologica d'insieme - Tav. 2/3	1:2.000
T02GE01GEOCG03A	Carta geologica d'insieme - Tav. 3/3	1:2.000

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
T02GE01GEOCG04A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 1/8	1:2.000
T02GE01GEOCG05A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 2/8	1:2.000
T02GE01GEOCG06A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 3/8	1:2.000
T02GE01GEOCG07A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 4/8	1:2.000
T02GE01GEOCG08A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 5/8	1:2.000
T02GE01GEOCG09A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 6/8	1:2.000
T02GE01GEOCG10A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 7/8	1:2.000
T02GE01GEOCG11A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 8/8	1:2.000
T02GE01GEOCG12A	Carta geomorfologica - Tav. 1/8	1:2.000
T02GE01GEOCG13A	Carta geomorfologica - Tav. 2/8	1:2.000
T02GE01GEOCG14A	Carta geomorfologica - Tav. 3/8	1:2.000
T02GE01GEOCG15A	Carta geomorfologica - Tav. 4/8	1:2.000
T02GE01GEOCG16A	Carta geomorfologica - Tav. 5/8	1:2.000
T02GE01GEOCG17A	Carta geomorfologica - Tav. 6/8	1:2.000
T02GE01GEOCG18A	Carta geomorfologica - Tav. 7/8	1:2.000
T02GE01GEOCG19A	Carta geomorfologica - Tav. 8/8	1:2.000
T02GE01GEOCI01A	Carta idrogeologica - Tav. 1/8	1:2.000
T02GE01GEOCI02A	Carta idrogeologica- Tav. 2/8	1:2.000
T02GE01GEOCI03A	Carta idrogeologica- Tav. 3/8	1:2.000
T02GE01GEOCI04A	Carta idrogeologica- Tav. 4/8	1:2.000
T02GE01GEOCI05A	Carta idrogeologica- Tav. 5/8	1:2.000
T02GE01GEOCI06A	Carta idrogeologica- Tav. 6/8	1:2.000
T02GE01GEOCI07A	Carta idrogeologica- Tav. 7/8	1:2.000
T02GE01GEOCI08A	Carta idrogeologica- Tav. 8/8	1:2.000
T02GE01GEOCG20A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 1/8	1:2.000
T02GE01GEOCG21A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 2/8	1:2.000
T02GE01GEOCG22A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 3/8	1:2.000
T02GE01GEOCG23A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 4/8	1:2.000
T02GE01GEOCG24A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 5/8	1:2.000
T02GE01GEOCG25A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 6/8	1:2.000
T02GE01GEOCG26A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 7/8	1:2.000
T02GE01GEOCG27A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 8/8	1:2.000
T02GE01GEOFG01A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 1/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG02A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 2/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG03A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 3/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG04A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 4/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG05A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 5/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG06A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 6/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG07A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 7/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG08A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 8/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG09A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 1/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG10A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 2/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG11A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 3/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG12A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 4/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG13A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 5/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG14A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 6/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG15A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 7/8	1:2000/200
T02GE01GEOFG16A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 8/8	1:2000/200
T02GE01GEOSG01A	Sezioni geologiche - Tav. 1/4	Varie
T02GE01GEOSG02A	Sezioni geologiche - Tav. 2/4	Varie

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
T02GE01GEOSG03A	Sezioni geologiche - Tav. 3/4	Varie
T02GE01GEOSG04A	Sezioni geologiche - Tav. 4/4	Varie
T02GE01GEOSG05A	Frane censite - Sezioni geologiche - Frana L3_1	Varie
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - GENERALE	
T02GE02GEOPU01A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 1/4	1:2.000
T02GE02GEOPU02A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 2/4	1:2.000
T02GE02GEOPU03A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 3/4	1:2.000
T02GE02GEOPU04A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 4/4	1:2.000
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PP	
T02GE02GEORE01A	Documentazione indagini geognostiche pregresse	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PD	
T02GE02GEORE02A	Relazione indagini	-
T02GE02GEORE03A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE04A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T02GE02GEORE05A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE06A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T02GE02GEORE07A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE08A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 2 di 2	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA 2021	
T02GE02GEORE09A	Documentazione indagini geognostiche - campagna 2021	-
T02GE02GEORE10A	Documentazione indagini geofisiche - campagna 2021	-
T02GE02GEORE11A	Documentazione prove di laboratorio - campagna 2021	-
	SISMICA	
T02GE03GEORE01A	Relazione sismica	-
T02GE03GEOCS01A	Planimetria con classificazione sismica del territorio	1:10.000



## 2 INDAGINI PREGRESSE

### 2.1 CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE

A supporto della fase di Progettazione Preliminare sono state eseguite nel 2003 e nel 2004 due campagne di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche realizzate dalla Ditta SICIL DRILL S.r.l. e dalla Soc. GEO S.r.l. per le prove di laboratorio geotecnico.

Le due fasi di indagine, che hanno interessato tutto il corridoio del collegamento stradale RG-CT, sono distinte in:

- fase I svolta dal 23.09.2003 al 03.10.2003 nel tratto compreso fra lo Svincolo sulla SS. 114 e lo Svincolo Zona Industriale di Lentini;
- fase II svolta nel periodo febbraio – maggio 2004 lungo tutto il tracciato di progetto, dopo la validazione del programma di indagine da parte dell'ANAS - Direzione Centrale Programmazione e Progettazione.

#### 2.1.1 Campagna indagini 2003 – Fase I

Nessuna indagine eseguita in questa fase ricade nell'ambito del lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD)

#### 2.1.2 Campagna indagini 2004 – Fase II

Lungo tutto il corridoio di progetto è stata eseguita una campagna costituita da:

- n. 34 sondaggi a carotaggio continuo, denominati con le sigle S5÷S32 (con lunghezza variabile tra 10.0 m e 45.0 m);
- n. 12 profili sismici a rifrazione di lunghezza variabile tra 180.0 m e 460.0 m, denominati con le sigle da T1 a T8 ed eseguiti con elaborazione tomografica;
- n. 10 prospezioni sismiche Down – Hole in foro di sondaggio.

Negli strati incoerenti sono state eseguite prove Standard Penetration Test (SPT) su foro di sondaggio. Negli strati coesivi sono stati prelevati numerosi campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio. Il rilievo della falda è stato eseguito per mezzo di piezometri a tubo aperto opportunamente installati nei fori di sondaggio.

In questa fase sono state eseguite anche prove di laboratorio geotecnico su n. 35 campioni indisturbati prelevati nei sondaggi.

Nelle seguenti tabelle si riporta un elenco delle prove e delle indagini eseguite in questa fase nell'ambito del lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD) rimandando agli specifici elaborati per il dettaglio delle stesse.

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Piezometro	Down Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S14	L2(exL4PD)	24.0			x	2 (rim)	
S15	L2(exL4PD)	30.0	1		x	3	
S16	L2(exL4PD)	40.0	3			3	
S16bis	L2(exL3PD)	31.0			x	2	
S17	L2(exL3PD)	21.5		x		2	
S18	L2(exL3PD)	26.0	2			3	
S18bis	L2(exL3PD)	20.0	2				

Tabella 2-1 Elenco dei sondaggi effettuati e relative prove eseguite durante la campagna indagini 2004.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Stesa sismica	Lotto	Lunghezza (m)
T6 - T6b	L2(exL3PD)	450
T5	L2(exL4PD)	450

Tabella 2-2 Stese sismiche eseguite nella campagna indagini 2004.

## 2.2 CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO

Nel periodo compreso fra dicembre 2012 e aprile 2013 è stata eseguita una ampia campagna di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche, a supporto della fase di Progettazione Definitiva, di tutto il corridoio di progetto. Nell'ambito del lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD) sono stati realizzati:

- n. 60 sondaggi geognostici di cui n.30 attrezzati con tubi piezometrici, n.14 tubi per prove Down Hole e n.15 tubi inclinometrici;
- n. 254 prove penetrometriche standard SPT in foro di sondaggio;
- n. 116 prelievi di campioni indisturbati in foro di sondaggio;
- n. 40 prelievi di campioni lapidei da cassetta catalogatrice;
- n. 78 prelievi di campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice;
- n. 12 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;
- n. 6 prove di permeabilità in foro tipo Lugeon;
- n. 13 prove pressiometriche in foro;
- n. 16 prelievi di campioni in alvei fluviali;
- n. 26 pozzetti geognostici;
- n. 16 prove di carico su piastra in pozzetto;
- n. 36 prelievi di campioni rimaneggiati in pozzetto geognostici;
- prove di laboratorio geotecnico e fisico su n. 194 campioni indisturbati, rimaneggiati e litoidi prelevati da sondaggio e su n.36 campioni rimaneggiati prelevati da pozzetto geognostico;
- n. 15 stazioni geomeccaniche
- n. 58 stendimenti di sismica a rifrazione per un totale di 6.670 ml;
- n. 2 stendimenti integrativi di sismica a rifrazione per un totale di 207 metri lineari;
- n. 35 indagini geofisiche tipo MASW.

Il carotaggio, l'installazione delle strumentazioni, l'esecuzione delle prove in situ e il prelievo dei campioni sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO, AGI);
- Norme Francaise NF P94-110;
- UNI EN 1997.2.2007 Eurocodice 7 parte 2 – Indagini e prove nel sottosuolo;
- UNI EN ISO 22476 3 Indagini e prove geotecniche in sito;
- "Prescrizioni tecniche" SILEC S.p.A.;
- ANISIG: Modalità tecnologiche per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche;
- ISRM - Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests (1978) - Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses.
- Le indagini sono state eseguite secondo tre fasi di priorità (Fase 1-2-3):

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- la priorità di Fase 1 (campagne 2012-2013) ha permesso di coprire tutte le aree interessate dalle principali opere d'arte (gallerie, viadotti, trincee, ecc.) e da potenziali dissesti idrogeologici e geomorfologici;
- le Fasi 2 e 3 (campagne 2012-2013) hanno permesso di coprire con continuità tutto il corridoio di progetto;
- Una fase di indagini geofisiche integrative (campagna novembre – dicembre 2016) in corrispondenza di alcuni punti da approfondire.

La tempistica della attuazione delle indagini è stata ovviamente condizionata dalla acquisizione di tutte le autorizzazioni da parte sia di enti pubblici (Anas, Province, Comuni, Uffici della Forestale, ecc.) che dei privati proprietari dei terreni in cui è stato necessario accedere per l'esecuzione delle indagini. Soltanto una piccola parte delle indagini previste non è stata eseguita per impossibilità di ottenimento di autorizzazione all'accesso su aree private (campi coltivati o privati in contenzioso con Enti pubblici).

L'indagine è stata svolta al fine di conoscere puntualmente e con buona attendibilità le caratteristiche litologiche, geotecniche, geomeccaniche, idrogeologiche e geostrutturali degli ammassi direttamente interessati dal tracciato e dalle opere d'arte in esso previste (viadotti, gallerie, cavalcavia e sottovia, rilevati, trincee, aree in dissesto ecc.).

La programmazione, l'esecuzione e l'interpretazione delle indagini ha costituito una delle fasi fondamentali della progettazione.

Le indagini hanno consentito di integrare le informazioni provenienti dalle attività di rilevamento geologico di campagna e di affinare il Modello Geologico ricostruito per il Progetto Preliminare. Tale attività ha confermato l'attendibilità del Progetto Preliminare che è però stato adeguato alle più approfondite esigenze della Progettazione Definitiva.

Tutti i sondaggi geognostici sono stati eseguiti a carotaggio continuo al fine di ricostruire in maniera dettagliata l'assetto stratigrafico lungo tutto l'asse di progetto. La quasi totalità dei sondaggi è stata equipaggiata con strumentazione geotecnica che, più in dettaglio, consiste in n. 30 piezometri per il controllo ed il monitoraggio della falda, n. 15 inclinometri per il controllo ed il monitoraggio delle aree interessate da fenomeni di dissesto reali o potenziali e n. 14 tubi per l'esecuzione di prospezioni sismiche in foro, tipo Down Hole, finalizzate alla classificazione sismica dei siti e dei suoli in base alle vigenti normative sismiche (OPCM 3274/2003, NTC 2008 e succ. agg.).

In tutti i sondaggi sono state eseguite prove geotecniche in foro per la definizione delle caratteristiche fisico meccaniche in sito (n. 254 prove penetrometriche standard SPT, n. 13 prove pressiometriche). La caratterizzazione dei litotipi è stata approfondita, inoltre, prelevando nei sondaggi n. 116 campioni indisturbati, n. 78 campioni rimaneggiati e n. 40 campioni lapidei successivamente sottoposti a prove di laboratorio geotecnico.

Al fine di definire le caratteristiche chimiche di terre sono state eseguite analisi chimiche su n. 22 campioni di terreno prelevati in sondaggio geognostico, n. 10 campioni di terreno prelevati in pozzetto geognostico.

Per valutare le caratteristiche dei sedimenti trasportati dalle aste fluviali sono stati prelevati n. 29 campioni di materiale in alveo successivamente sottoposti, in laboratorio geotecnico, a valutazione di densità naturale e granulometria.

Le caratteristiche di permeabilità in sito dei litotipi sono state stimate eseguendo n. 18 prove di permeabilità in foro di sondaggio (n.6 prove Lefranc e n.12 prove Lugeon).

L'assetto stratigrafico è stato approfondito con la realizzazione di n. 58 stendimenti di sismica a rifrazione (6.670 metri lineari) mirati anche alla ricostruzione dello spessore delle coltri detritiche e di copertura oltre che alla definizione della qualità del substrato.

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

La classificazione sismica dei siti e dei suoli ottenuta con le prospezioni Down Hole in foro di sondaggio è stata integrata e approfondita con n. 35 prospezioni sismiche tipo Masw.

La definizione dello spessore delle coltri di copertura ai fini della definizione degli spessori delle bonifiche è stata realizzata mediante n. 26 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico. All'interno di alcuni pozzetti, eseguiti in corrispondenza dei tratti di progetto in rilevato, sono state realizzate n. 16 prove di carico su piastra per la definizione delle caratteristiche di portanza dei terreni presenti alla quota di posa.

All'interno dei pozzetti sono stati prelevati numerosi campioni di terreno (n. 36) allo scopo di definire le caratteristiche dei litotipi per ottenere utili informazioni nel calcolo del bilancio delle materie.

In generale, l'insieme delle indagini eseguite hanno consentito di acquisire tutti gli elementi necessari per permettere una corretta caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Nel complesso sono stati raggiunti gli obiettivi prefissati dalla programmata indagine, nonostante la difficoltà agli accessi ai punti di indagine, spesso privati.

Per evitare inutili rischi di interruzione nell'erogazione di importanti servizi, per la messa allo scoperto dei sottoservizi stessi e per consentire l'avvio dei lavori in condizioni di sicurezza, in accordo con la DL, si è proceduto all'esecuzione, in corrispondenza di tutti i punti di sondaggio, di un prescavo eseguito con utensili a mano fino alla profondità di m 1,5 dal p.c.

L'ubicazione e la quota di ciascun punto di indagine è stata determinata mediante rilevazione delle coordinate piane WGS84 eseguite tramite rilevazione con sistema GPS.

Per quanto riguarda il dettaglio dei risultati della campagna di indagini geognostiche pregresse si rimanda ai sottoelencati elaborati:

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - GENERALE	
T02GE02GEOPU01A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 1/6	1:2.000
T02GE02GEOPU02A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 2/6	1:2.000
T02GE02GEOPU03A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 3/6	1:2.000
T02GE02GEOPU04A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 4/6	1:2.000
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PP	
T02GE02GEORE01A	Documentazione indagini geognostiche pregresse	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PD	
T02GE02GEORE02A	Relazione indagini	-
T02GE02GEORE03A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE04A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T02GE02GEORE05A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE06A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T02GE02GEORE07A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 1 di 2	-
T02GE02GEORE08A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 2 di 2	-

Tabella 2-3 Elaborati indagini

Nelle tabelle che seguono si riporta un elenco sintetico delle indagini geognostiche eseguite in sito nell'ambito del lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD) con le principali informazioni (sigla, opera d'arte, profondità, tipologia prove eseguite, ecc).

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Sondaggio	Lotto/Opera (PD)	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S068	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia-Svincolo	30	DH	1	2	1	4		1	
S068bis	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia-Svincolo	40	P		6	2	6			
S069	L2 (ex L3 PD)-Tombino-Rilevato	20		1	4		4			
S070	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia	30	DH	2	1		5			
S070bis	L2 (ex L3 PD)-Paratia	20	P	2	1		3			1
S071	L2 (ex L3 PD)-Detriti	30	I	3	1		5			
S072	L2 (ex L3 PD)-Detriti	30	P	0	4	1	5			
S073	L2 (ex L3 PD)-Detriti	30	I	3			5			
S074	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia-Trincea	30	DH	2	1		5			
S075	L2 (ex L3 PD)-Trincea-vicino Frana	20	P	1	3		3			
S076	L2 (ex L3 PD)-Tombino-Rilevato	20	P	3	2		5			
S077	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia	30	DH	3			5		1	
S078	L2 (ex L2 (ex L3 PD) PD)-Viadotto Dirillo	30	P	3			4			
S078bis	L2 (ex L3 PD)-Piezometro	35	P	3	1		6			
S079	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Dirillo	40	P	3	1		5		1	
S080	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Dirillo	30	DH	3			5			
S081	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	20	P	2	3		4			
S082	L2 (ex L3 PD)-Trincea	20	P	3	1		4			
S083	L2 (ex L3 PD)-Cavalcavia	35	DH	3	2		6			
S084	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	20	P	3			4			
S085	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	20	P	2	3		4			
S086	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	15	P	1	1		3			
S087	L2 (ex L3 PD)-Frana-Paratia	40	I	3			4			
S089	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	30	P	2		1	5			
S090		40	I	1		2	5			
S091	L2 (ex L3 PD)-Frana	40	I	2		2	5			
S092	L2 (ex L3 PD)-Viadotto	30	P	1		2	3			
S093	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	30	DH		2	3	5			

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Sondaggio	Lotto/Opera (PD)	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S094	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	30	I	2		2	4			
S097	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Passo Mandorlo	30	DH	0		3	1	1		1
S097bis	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Passo Mandorlo	30	P	1		2	1			
S098	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Passo Mandorlo	30	P	0		3	1			
S099	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Passo Mandorlo	30	DH	1		2	1	1		
S100	L2 (ex L3 PD)-Rilevato	20	P	1		2	4			
S101	V L2 (ex L3 PD)-Viadotto 7	30	DH	1	1	1	1	1		
S102	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Tenchio-Frana	30	P	3	1		5			
S102bis	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Tenchio-Frana	30	I	3	1		5			
S103	L2 (ex L3 PD)-Viadotto Tenchio	30	P	3	1		5			
S104	L2 (ex L3 PD)-Trincea	20	P			3	2			
S105	L2 (ex L3 PD)-Trincea-Rilevato	30	DH	2	2	1	4			
S105bis	L2 (ex L3 PD)-Frana	20	I	3			4			
S106	L2 (ex L4 PD)-Cavalcavia	35	P	3	5		5			
S107	L2 (ex L4 PD)-Paratia-Galleria	30	DH		5	1	4	1	2	2
S108	L2 (ex L4 PD)-Galleria	60	P	1	3	2	5	2	1	3
S109	L2 (ex L4 PD)-Galleria	30	P		4		5		3	3
S110	L2 (ex L4 PD)-Galleria	30	P	2	2		5			1
S110bis	L2 (ex L4 PD)-Rilevato	15	I	2			3			
S111	L2 (ex L4 PD)	30	I	3			5			
S112	L2 (ex L4 PD)-Paratia-Trincea	30	DH	2	4		5			
S114	L2 (ex L4 PD)-Tombino-Rilevato	20	P	2	2		5			
S117	L2 (ex L4 PD)-Muro di sostegno	30	I	3			5		1	1

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Sondaggio	Lotto/Opera (PD)	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S118	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Quattro Poggi-Frana	40	P	2	1	1	6			
S119	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Quattro Poggi-Frana	30	I	3	1		5			
S120	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Quattro Poggi-Frana	30	I	1	3		4			
S124	L2 (ex L4 PD)-Frana	30	I	3			5			
S125	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Scorciavitelli- Frana	30	DH	3			5		1	
S126	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Scorciavitelli	35	P	3	2		6			
S127	L2 (ex L4 PD)- Viadotto Scorciavitelli	60	P	3		1	3			
S129	L2 (ex L4 PD)-Frana	30	I	1	1	2	3		1	1
S130	L2 (ex L4 PD)-Sottovia	30	P	3			5			
<b>TOTALE</b>	<b>60 Sondaggi</b>	<b>1790</b>		<b>116</b>	<b>78</b>	<b>40</b>	<b>254</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Tabella 2-4 Elenco sintetico dei sondaggi geognostici eseguiti

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P072a	L2 (ex L3 PD)	3,3	2	1
P072b	L2 (ex L3 PD)	3	2	1
P073	L2 (ex L3 PD)	3	1	1
P073a	L2 (ex L3 PD)	3,2	2	1
P074	L2 (ex L3 PD)	3,5	3	1
P078	L2 (ex L3 PD)	3,5	1	
P079	L2 (ex L3 PD)	2,5	1	
P081	L2 (ex L3 PD)	3	2	
P084	L2 (ex L3 PD)	2,2	1	1
P085	L2 (ex L3 PD)	3	1	1
P087	L2 (ex L3 PD)	1,8	1	1
P088	L2 (ex L3 PD)	2,5	1	1
P090	L2 (ex L3 PD)	2,5	1	1
P090a	L2 (ex L3 PD)	3,5	2	
P091	L2 (ex L3 PD)	2	2	1

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P092	L2 (ex L3 PD)	2	1	1
P095	L2 (ex L3 PD)	2,5	1	
P096	L2 (ex L3 PD)	3	1	1
P097	L2 (ex L4 PD)	2,1	1	
P099	L2 (ex L4 PD)	3,5	1	
P102	L2 (ex L4 PD)	3	1	1
P103	L2 (ex L4 PD)	3,2	1	
P104	L2 (ex L4 PD)	3,3	1	
P111	L2 (ex L4 PD)	3	1	
P113	L2 (ex L4 PD)	3	2	1
P114	L2 (ex L4 PD)	3	2	1
<b>TOTALE</b>	<b>26 Pozzetti</b>	<b>74,1</b>	<b>36</b>	<b>16</b>

Tabella 2-5 Elenco sintetico dei pozzetti eseguiti

Corso d'acqua	Lotto	Sigla campioni	Fondo alveo / Sponde
F. Contrada Barone	L2 (ex L3 PD)	G09-01	F
		G09-02	F
F. Acate (Dirillo)	L2 (ex L3 PD)	G10-01	S
		G10-02	S
		G10-03	F
		G10-04	S
		G10-05	S
		G10-06	F
		G10-07	S
F. Affl. Fiume Dirillo	L2 (ex L3 PD)	G11-01	F
		G11-02	F
F. Affl. Torr. Fiumicello	L2 (ex L3 PD)	G12-01	F
		G12-02	F
F. Affl. Torr. Fiumicello	L2 (ex L3 PD)	G13-01	F
F. Affl. Torr. Fiumicello	L2 (ex L3 PD)	G14-01	F
		G14-02	F
<b>TOTALE CAMPIONI</b>		<b>16</b>	

Tabella 2-6 Prelievi sedimenti in alveo

Le analisi geofisiche di tipo Masw e Down Hole hanno consentito di valutare la classificazione sismica dei siti e dei suoli. Nelle seguenti tabelle si elencano le indagini eseguite e la relativa categoria sismica di riferimento.



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs <sub>30</sub> (m/s)	Categoria di Suolo NTC/08	Categoria di Suolo Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica
M016	L2 (ex L3 PD)	381	B	B
M017	L2 (ex L3 PD)	387	S2	S2
M019	L2 (ex L3 PD)	355	C	C
M020	L2 (ex L3 PD)	428	B	B
M021	L2 (ex L3 PD)	557	B	B
M022	L2 (ex L3 PD)	537	B	B
M023	L2 (ex L3 PD)	587	B	B
M024	L2 (ex L3 PD)	562	B	B
M025	L2 (ex L3 PD)	712	B	B
M026	L2 (ex L3 PD)	527	B	B
M027	L2 (ex L3 PD)	545	B	B
M028	L2 (ex L3 PD)	536	B	B
M030	L2 (ex L3 PD)	528	B	B
M031	L2 (ex L3 PD)	585	B	B
M032	L2 (ex L3 PD)	498	B	B
M033	L2 (ex L3 PD)	538	B	B
M034	L2 (ex L3 PD)	518	B	B
M035	L2 (ex L3 PD)	382	B	B
M036	L2 (ex L4 PD)	695	S2	B
M037	L2 (ex L4 PD)	584	B	B
M038	L2 (ex L4 PD)	368	B	B
M039	L2 (ex L4 PD)	471	B	B
M041	L2 (ex L4 PD)	380	B	B
M042	L2 (ex L4 PD)	397	B	B
M043	L2 (ex L4 PD)	299	C	C
M044	L2 (ex L4 PD)	318	C	C
M045	L2 (ex L4 PD)	618	B	B
M046	L2 (ex L4 PD)	342	C	C
M047	L2 (ex L4 PD)	352	C	C
M049	L2 (ex L4 PD)	331	C	C
M050	L2 (ex L4 PD)	290	C	C
M051	L2 (ex L4 PD)	316	C	C
M052	L2 (ex L4 PD)	329	C	C
M053	L2 (ex L4 PD)	344	C	C
M054	L2 (ex L4 PD)	481	B	B

Tabella 2-7 Tabella riassuntiva delle MASW eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs <sub>30</sub> (m/s)	Categoria di Suolo NTC/08	Categoria di Suolo Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica
S068	L2 (ex L3 PD)	486	S2	S2
S070	L2 (ex L3 PD)	368	B	B
S074	L2 (ex L3 PD)	443	B	B

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs <sub>30</sub> (m/s)	Categoria di Suolo NTC/08	Categoria di Suolo Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica
S077	L2 (ex L3 PD)	386	B	B
S080	L2 (ex L3 PD)	351	C	C
S083	L2 (ex L3 PD)	407	B	B
S093	L2 (ex L3 PD)	666	B	B
S097	L2 (ex L3 PD)	712	B	B
S099	L2 (ex L3 PD)	441	B	B
S101	L2 (ex L3 PD)	486	B	B
S105	L2 (ex L3 PD)	365	B	B
S107	L2 (ex L4 PD)	668	B	B
S112	L2 (ex L4 PD)	409	B	B
S125	L2 (ex L4 PD)	337	C	C

Tabella 2-8- Tabella riassuntiva delle prove Down-Hole eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica"

IDENTIFICATIVO	LOTTO	LUNGHEZZA (m)
<b>BS_043</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_043bis</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_044</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_045</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_046</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_047</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_048</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_049</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_051</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_052</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_053</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_054</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_055</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_056</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_057</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_059</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_061</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_062</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_064</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_065</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_067</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_068</b>	L2 (ex L3 PD)	115
<b>BS_069</b>	L2 (ex L3 PD)	115

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

IDENTIFICATIVO	LOTTO	LUNGHEZZA (m)
BS_069bis	L2 (ex L3 PD)	115
BS_070	L2 (ex L3 PD)	115
BS_072	L2 (ex L3 PD)	115
BS_074	L2 (ex L3 PD)	115
BS_075	L2 (ex L3 PD)	115
BS_076	L2 (ex L3 PD)	115
BS_077	L2 (ex L3 PD)	115
BS_078	L2 (ex L3 PD)	115
BS_079	L2 (ex L3 PD)	115
BS_080	L2 (ex L3 PD)	115
BS_081	L2 (ex L3 PD)	115
BS_082	L2 (ex L3 PD)	115
BS_083	L2 (ex L3 PD)	115
BS_084	L2 (ex L3 PD)	115
BS_084bis	L2 (ex L3 PD)	115
BS_085	L2 (ex L4 PD)	115
BS_086	L2 (ex L4 PD)	115
BS_087	L2 (ex L4 PD)	115
BS_088	L2 (ex L4 PD)	115
BS_089	L2 (ex L4 PD)	115
BS_089bis	L2 (ex L4 PD)	115
BS_090	L2 (ex L4 PD)	115
BS_093	L2 (ex L4 PD)	115
BS_094	L2 (ex L4 PD)	115
BS_095	L2 (ex L4 PD)	115
BS_096	L2 (ex L4 PD)	115
BS_098	L2 (ex L4 PD)	115
BS_099	L2 (ex L4 PD)	115
BS_100	L2 (ex L4 PD)	115
BS_101	L2 (ex L4 PD)	115
BS_106	L2 (ex L4 PD)	115
BS_107	L2 (ex L4 PD)	115
BS_109	L2 (ex L4 PD)	115
BS_110	L2 (ex L4 PD)	115
BS_111	L2 (ex L4 PD)	115
<b>TOTALI</b>	<b>58</b>	<b>6670</b>

Tabella 2-9 Tabella riepilogativa delle basi sismiche eseguite

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

IDENTIFICATIVO	LOTTO	LUNGHEZZA (m)
TS_02	L2 (ex L4 PD)	115
TS_02bis	L2 (ex L4 PD)	92
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>207</b>

Tabella 2-10 Tabella riepilogativa delle basi sismiche integrative eseguite

Stazione (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SG21	L2 (ex L3 PD)	60	III - ammasso discreto	Formazione Trubi - calcari e calcari marnosi (Pm)
SG44	L2 (ex L3 PD)	46	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro - Marne (Mm)
SG45	L2 (ex L3 PD)	63	II - ammasso buono	Formazione Trubi - calcari marnosi (Pm)
SG47	L2 (ex L3 PD)	43	III - ammasso discreto	Formazione Trubi - calcari marnosi (Pm)
SG22	L2 (ex L4 PD)	43	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro - Marne (Mm)
SG23	L2 (ex L4 PD)	65	II - ammasso buono	Formazione Tellaro - Marne (Mm)
SG24	L2 (ex L4 PD)	52	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG25	L2 (ex L4 PD)	58	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG26	L2 (ex L4 PD)	49	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG27	L2 (ex L4 PD)	51	III - ammasso discreto	Formazione Trubi- calcari marnosi (Pm)
SG28	L2 (ex L4 PD)	69	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG29	L2 (ex L4 PD)	71	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG32	L2 (ex L4 PD)	51	III - ammasso discreto	Gessi (Ms)
SG36	L2 (ex L4 PD)	47	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG37	L2 (ex L4 PD)	47	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro -Marne (Mm)

Tabella 2-11 Tabella riepilogativa delle stazioni geomeccaniche pregresse

### **3 PIANO INDAGINI IN CORSO DI ESECUZIONE PER IL PROGETTO ESECUTIVO**

Il modello geologico-geotecnico definito nelle precedenti fasi progettuali risulta completo e condivisibile. Nella fase di progettazione esecutiva sarà necessario un approfondimento e un dettaglio delle analisi e delle indagini al fine di definire alcuni aspetti stratigrafici ed idrogeologici di dettaglio. Si evidenzia, inoltre, la necessità di approfondire la caratterizzazione geotecnica delle formazioni mediante l'esecuzione di prove di laboratorio, in particolare in corrispondenza delle opere d'arte maggiori.

Il piano di indagini è stato redatto sulla base delle conoscenze geologiche di base e delle specifiche esigenze progettuali. Le finalità dell'approfondimento di indagini sono le seguenti:

- Ricostruzione stratigrafica, caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni e delle formazioni litoidi, ai fini del dimensionamento delle opere (parag. 6.2.2 D.M. 14 gennaio 2008 (D.M. 14/1/08));
- Caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo, per la redazione del Piano di Utilizzo Terre ai sensi del DPR120/17;
- Studio delle miscele per il trattamento a calce e cemento dei terreni, al fine del riutilizzo dei materiali di scavo.

Trattandosi di indagini in fase di progetto, le indagini geotecniche sono finalizzate ad ottenere tutti i dati riguardanti la costituzione del sottosuolo e la condizione della falda necessari ai fini di un'adeguata valutazione delle proprietà principali del sottosuolo e dei valori caratteristici dei parametri da utilizzare nei calcoli di progetto. Come indicato nel parag. 6.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (D.M. 14/1/08), le indagini geotecniche sono state programmate in funzione del tipo di opera o di intervento previsto e sono estese al volume significativo di terreno. In presenza di azioni sismiche sono, inoltre, conformi a quanto prescritto nei paragrafi 3.3.2 e 7.11.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (D.M. 14/1/08).

Il programma delle indagini è stato sviluppato tenendo conto dell'ubicazione e dei risultati delle indagini eseguiti nelle precedenti fasi progettuali, preliminare e definitiva.

L'esecuzione delle indagini sarà preceduta da un controllo de visu sul terreno, per verificare l'accessibilità alle aree ai mezzi di indagini, permessi di accesso, la presenza di eventuali sottoservizi. Qualora venissero individuati nel corso delle indagini in sito, potrà essere necessario apportare delle variazioni alla posizione dei punti di indagine, fermo restando che ogni modifica sarà concordata con gli Enti di controllo.

#### **3.1 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE**

Nella fase di progettazione esecutiva sarà necessario un approfondimento e un dettaglio delle analisi e delle indagini al fine di definire alcuni aspetti stratigrafici ed idrogeologici di dettaglio

In particolare, sono previste le seguenti attività:

- Sondaggi a carotaggio continuo (SEx, SE\_GTx), attrezzati con piezometri o tubazioni per le prove Down-Hole;
- Pozzetti esplorativi (PEx, PE\_GTx) con esecuzione di prove di carico su piastra e prelievo di campioni rimaneggiato per la classificazione stradale dei terreni;
- Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche (SPT);
- Esecuzione di prove pressiometriche;
- Prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

Il programma delle prove di laboratorio potrà essere dettagliato solo successivamente al prelievo e all'analisi della descrizione delle stratigrafie, sulla base della effettiva natura dei campioni prelevati. Di seguito si indica la tipologia di prove di laboratorio che sono previste:

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

- Prove di classificazione (granulometria, determinazione della massa volumica, umidità, limiti di Atterberg);
- Prove di taglio diretto;
- Prove di compressione triassiale (UU, CU, CD);
- Prove di compressione ad espansione laterale libera;
- Prove edometriche;
- Prove di compressione semplice (con e senza rilievo della deformazione) per i campioni litoidi.

Nelle tabelle seguenti si riporta il dettaglio delle indagini previste nell'ambito del lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD) che potranno subire delle modifiche in corso di esecuzione. Per l'ubicazione delle indagini si rimanda agli elaborati grafici.

Lotto 2 (ex lotti 3 e 4 del PD)	Numero (-)	Lunghezza (m)
Sondaggi a carotaggio continuo	14	250
Pozzetti esplorativi	7	14
Piezometri	1	-
Inclinometri	-	-
Prove Down-Hole	2	-
Prove SPT	21	-
Prova di carico su piastra	7	-
Prelievo campioni indisturbati/lapidei	31	-
Prelievo campioni rimaneggiati da sondaggio	24	-
Prelievo campioni rimaneggiati da pozzetto	7	-
Analisi chimiche per l'aggressività delle terre al cls	7	-
Analisi chimiche per l'aggressività delle acque al cls	4	-

Tabella 3-1 Tabella riepilogativa indagini da eseguire per la definizione e il dettaglio del modello geologico e geotecnico

L'Allegato 2 del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 prevede che qualora gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico.

È stato eseguito un campionamento delle acque sotterranee in corrispondenza del sondaggio S126.

### 3.2 INDAGINI PER LO STUDIO DELLE MISCELE

Nel Progetto Definitivo è previsto il riutilizzo dei materiali di scavo, per una quota parte previo trattamento a calce e cemento.

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Nel corso degli studi è stata valutata l'idoneità alla stabilizzazione a calce e/o cemento, dando priorità alla verifica preliminare delle caratteristiche discriminanti per la trattabilità della terra (fuso granulometrico, contenuto in sostanza organica e in solfati), rimandando alla successiva fase di progettazione esecutiva la realizzazione di test di resistenza su campioni trattati in laboratorio e in campi prova in vera grandezza.

Nel piano di indagini integrative sono previste le seguenti attività:

- Prelievo di campioni indisturbati da sondaggio ambientale per prove meccaniche sul tal quale (Prova di compressione semplice e Prova di compressione edometrica);
- Prelievo di campioni rimaneggiati di grande volume per prove sul tal quale e sulle miscele.

Le indagini di laboratorio previste per i campioni sono le seguenti:

### PROVE SUL TAL QUALE:

- Analisi granulometrica;
- Limiti di Atterberg;
- Valore al Blu di metilene;
- Tenore in sostanze organiche;
- Tenore in solfati;
- Consumo iniziale di calce, CIC (ASTM C977-92);
- Prova di costipamento Proctor modificata (UNI EN 13286);
- Prova di resistenza al punzonamento CBR non imbibito (UNI EN 13286);
- Prova di resistenza al punzonamento CBR dopo imbibizione per 96 ore (CNR UNI 10009).

Una volta verificata l'idoneità del terreno alla stabilizzazione, devono essere eseguite le prove sulle miscele terra-calce, a seguito delle quali, sarà individuata la miscela ottimale da utilizzare.

### PROVE SU MISCELE (almeno N.3 provini trattati con % di calce pari al CIC+0.5%, CIC+1%, CIC+1.5%):

- Per ogni miscela, dopo 1 e 14 gg, almeno, di maturazione vanno determinati:
- Analisi granulometrica;
- Limiti di Aterberg;
- Classificazione UNI 13242 - UNI 14688 – UNI 13285;
- Prova di costipamento Proctor Modificata (UNI EN 13286);
- CBR non imbibito (UNI EN 13286);
- CBR dopo maturazione a 7 giorni e 28 giorni di imbibizione per 96 ore (CNR 10009);
- Prova di compressione monoassiale ad espansione laterale libera ELL (ASTM2166) dopo maturazione a 7 giorni;
- Prova di compressione edometrica.

### 3.3 INDAGINI PER LA GESTIONE DELLE MATERIE

In fase di progettazione esecutiva dovrà essere elaborato e presentato alle autorità competenti il Piano di Utilizzo Terre.

Da un'analisi della documentazione di progetto sono stati evidenziati i seguenti aspetti da approfondire:

- Profondità di prelievo dei campioni da definire in funzione delle profondità di scavo e in conformità a quanto indicato nell'Allegato 2 del DPR120;
- Caratterizzazione ambientale dei siti di stoccaggio e dei siti di deposito definitivo dei materiali.

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

- Indagini finalizzate alla caratterizzazione del materiale come rifiuto (Definizione del codice CER e del test di cessione);
- Aspetti idrogeologici e possibile presenza di falda;

**3.3.1 Caratterizzazione ambientale**

Dal punto di vista della caratterizzazione ambientale, è necessario un approfondimento di indagine per rispondere a quanto indicato nel DPR120/17. In particolare, è necessario garantire una distanza minima di 500 m tra i punti di indagini (Allegato 2) e il prelievo di campioni ambientali a profondità determinate in funzione delle profondità previste per gli scavi.

Nel progetto definitivo i pozzetti realizzati per il prelievo di campioni ambientali hanno una profondità massima di circa 2 m dal p.c., in cui è stato realizzato il prelievo di n.1 campione ambientale. Le indagini integrative previste integrano quanto già realizzato, è stato quindi definita nel dettaglio la profondità di prelievo dei campioni ambientali (per tale motivo in alcuni punti di indagine si prevede il prelievo di soli 2 campioni, in luogo dei 3 previsti nel progetto).

In particolare, sono previste le seguenti indagini chimiche:

- Determinazione del set di parametri analitici riportato nella tab. 4.1 dell'Allegato 4 del DPR 120/2017;
- Determinazione di BTEX e IPA nei punti di prelievo ricadenti entro 20m dall'infrastruttura stradale esistente;

Lotto 1 (ex lotti 1 e 2 del PD)	Numero
Campioni da pozzetto (tab 4.1 D.P.R. 120/17)	58
Campioni da sondaggio (tab 4.1 D.P.R. 120/17)	37
Analisi BTEX e IPA (i campioni sono inclusi nelle categorie precedenti)	65

Tabella 3-2 campioni caratterizzazione ambientale

**3.3.2 Omologa rifiuto**

Per la caratterizzazione del materiale al fine dello smaltimento presso impianti di recupero e/o discarica, sono previste le seguenti indagini chimiche:

- Sostanze pericolose, attribuzione codice CER (Allegato 1 parte IV D.Lgs. 03.04.2006, n. 152 e s.m.i.);
- Conferibilità in discarica (DM 27.09.2010) o impianto di recupero (DM 05.02.98; DM 05.04.06, n. 186);
- Test di cessione - Tabella 2 DM 27.09.2010 (Discarica); Tabella Allegato 3 DM 05.04.06 n. 186 (Impianti di recupero).

Lotto 1 (ex lotti 1 e 2 del PD)	Numero
Analisi caratterizzazione rifiuti solidi (tal quale)	8
Test di cessione	8

• Tabella 3-3 analisi per omologa a rifiuto



## 4 ATTIVITA' GEOLOGICHE PER IL PROGETTO ESECUTIVO

### 4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO

Propedeuticamente all'inizio delle attività di rilevamento è stata svolta una approfondita ricerca bibliografica dei dati geologici e geologico-tecnici pubblicati disponibili sulle aree in esame; tale ricerca ha consentito di evidenziare che il tracciato interessa una zona costituita da una alternanza di rilievi composti prevalentemente da depositi carbonatici e terrigeni a cui si sovrappongono depositi vulcanici e depositi sedimentari marini e lacustri plio-pleistocenici, a cui seguono depositi alluvionali ed eluvio-colluviali olocenici.

Il rilevamento di superficie è stato svolto, in un corridoio di larghezza pari a 1.0 km centrato sull'asse del progetto, al fine di individuare tutti i caratteri principali e gli elementi geologici tipici dell'area di studio quali, gli aspetti orografici e geomorfologici, gli aspetti stratigrafici, tettonici, geomeccanici ed idrogeologici.

Per l'individuazione e la descrizione delle unità stratigrafiche presenti (compresi i depositi quaternari recenti) si è proceduto dal termine più antico a quello più recente. La descrizione litologica delle unità cartografate è stata differenziata a seconda del tipo di roccia costituente; le informazioni raccolte comprendono: litofacies costituenti, loro rapporti laterali e verticali, colore, spessore e geometria degli strati e dell'unità nel suo complesso, struttura, tessitura, grado di cementazione, strutture sedimentarie e di flusso e quant'altro utile a identificare e caratterizzare l'unità in esame.

Sono stati descritti i limiti e i rapporti stratigrafici fra tutte le unità, con indicazione della potenza dell'unità e con attenzione alle variazioni laterali.

Per le rocce clastiche e cristalline sono stati descritti i caratteri mineralogici, petrografici e chimici, con indicazione dell'età, dell'ambiente litogenetico e delle modalità di messa in posto

E' stato inoltre definito l'assetto strutturale dell'area, la geometria e la cinematica delle strutture presenti, con particolare riguardo agli elementi tettonici principali e l'evoluzione e la successione delle fasi deformative.

Nel corso del rilevamento sono stati individuati i principali caratteri geomorfologici con una particolare distinzione fra le forme in evoluzione e quelle relitte; le informazioni ricavate, considerate sia singolarmente sia nei rapporti reciproci, hanno consentito, quindi, di delineare un quadro completo delle caratteristiche geomorfologiche del territorio studiato offrendo le basi per prevederne l'evoluzione futura. I dati raccolti sono stati poi opportunamente integrati dall'interpretazione di immagini telerilevate e da confronti con la carta geologica.

Per gli aspetti idrogeologici il rilevamento è stato centrato sull'individuazione e rappresentazione cartografica di tutti i parametri ed elementi che caratterizzano le circolazioni idriche sotterranee. Nel corso del rilevamento idrogeologico è stata condotta una campagna di acquisizione dei punti d'acqua presenti.

### 4.2 RILEVAMENTO GEOMECCANICO

Per il presente studio è stata impiegata la classificazione tecnica di Bieniawski (1989), che fornisce un valore numerico derivato dalla somma di indici parziali stimati attraverso la valutazione qualitativa o quantitativa di parametri relativi allo stato dell'ammasso roccioso BRMR. Nella relazione T02GE01GEORE02 viene riportato il metodo di analisi e i risultati delle stazioni eseguite.

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Per caratterizzare un ammasso roccioso a comportamento rigido, dal punto di vista meccanico, è necessario eseguire una serie di operazioni che, nel loro insieme, costituiscono il rilievo geomeccanico; la classificazione dell'ammasso roccioso utilizza i seguenti parametri:

- Resistenza della roccia alla compressione monoassiale;
- RQD (Rock quality designation);
- Spaziatura delle discontinuità;
- Condizioni delle discontinuità;
- Condizioni idrauliche

A ciascun punto sopraindicato equivale un valore numerico. Valori più alti indicano migliori condizioni della roccia e di conseguenza una maggiore stabilità del versante analizzato. A questa relazione sono allegati tutte le schede che riportano i valori finali della qualità dell'ammasso roccioso e la disposizione degli elementi strutturali identificati nella fase di rilevamento svolto in campagna all'interno sul reticolo di Schimdt.

**4.2.1 STAZIONI GEOMECCANICHE ESECUTIVO**

Durante il rilievo geologico di Febbraio 2021 sono state eseguite quattro stazioni geomeccaniche in aree di interesse progettuale le cui schede di campo e i calcoli vengono riportati in allegato. L'ubicazione è riportata nella cartografia geologica e nella carta ubicazione indagini

Stazione (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SGe1	L2	55	III – ammasso discreto	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SGe3	L2	61	II – ammasso buono	Silt argillosi e arenarie fossilifere (Qs)
SGe5	L2	48	III – ammasso discreto	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SGe6	L2	46	III – ammasso discreto	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)

Tabella 4-1 Stazioni geomeccaniche esecutivo

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 5.1 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA IBLEA

L'area di interesse progettuale si inserisce in un settore del Plateau Ibleo caratterizzato da successioni costituite da sequenze prevalentemente carbonatiche di età Miocenico-Quaternarie, cui si intercalano orizzonti di vulcaniti basiche, talora di notevole potenza (Figura 5.1).

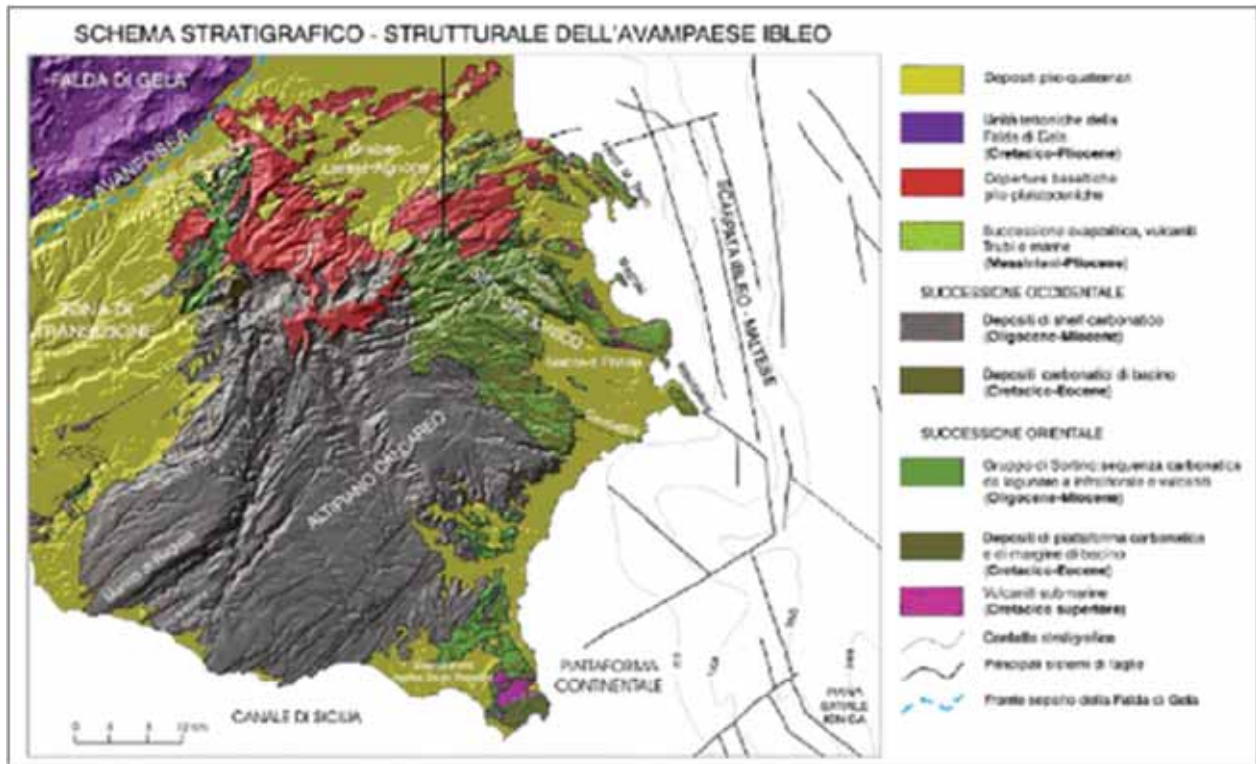


Figura 5.1 Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampaese Ibleo

Le formazioni di sottosuolo per altro sono ben conosciute a partire dal Trias medio dal momento che l'area è stata sede di intensa ricerca petrolifera da più di un trentennio. Informazioni sui dati di sottosuolo si hanno in Kafka & Kirkbride (1959), Rigo & Barbieri (1959), Rigo & Cortesini (1961), sintetizzati e aggiornati in Patacca et alii (1979).

#### 5.1.1 Successioni mioceniche

Le successioni terziarie presentano due sviluppi delle facies differenti dalle aree orientali a quelle occidentali. Essi riflettono ed in parte ereditano condizioni tettonico-sedimentarie già delineatesi dopo le fasi tettoniche cretaceo-eoceniche.

##### 5.1.1.1 Settore orientale

Nelle aree orientali (zona siracusana fino a nord di Augusta) le successioni terziarie presentano lacune variabili degli intervalli paleocenici, eocenici e oligocenici. A Priolo su seamounts vulcanici impostati su linee tettoniche poggiano livelli cretacei passanti lateralmente ad un'alternanza di calcari rosati tipo Scaglia e di megabrecce carbonatiche (Carbone Et Alii, 1982d; Grasso & Lentini, 1982; Montanari, 1982). Il Miocene inferiore e medio, dato da calcareniti bioclastiche nella sua parte inferiore e da biolititi algali

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

nei livelli sommitali (F.ne Monti Climiti, nei due Membri di Melilli e Siracusa, vedi Grasso et alii, 1979; Pedley, 1981), poggia in discordanza su tutti i termini del substrato dalle vulcaniti cretacee ai calcari a Lepidocyclina, come si può osservare presso Priolo.

Nel triangolo nord-orientale del Plateau Ibleo, da Cassibile a Pedagoggi e fino alla zona di Agnone, le successioni mioceniche sono relativamente monotone. Al di sopra della F.ne Monti Climiti sono presenti vulcaniti tortoniane, in gran parte vulcanoclastiti di origine freatomagmatica e più raramente colate submarine e subaeree (Carbone & Lentini, 1981a, 1981b). Tali prodotti mostrano il loro massimo spessore in corrispondenza dei centri di emissione che in massima parte si trovano distribuiti nel rettangolo tra Melilli, Sortino, Carlentini e Augusta. Intercalati alle vulcanoclastiti si trovano due principali livelli di biolititi a coralli depositatisi durante le stasi dell'attività vulcanica supramiocenica. Questa sequenza di vulcanoclastiti alternate ad orizzonti carbonatici è stata denominata F.ne Carlentini da Grasso et alii (1982). La sedimentazione carbonatica supramiocenica nelle aree orientali è chiusa da calcari a lumachelle con faune oligotipiche e da calcareniti oolitiche di ambiente marino o di transizione del Messiniano inferiore (F.ne M. Carrubba di Grasso et alii, 1982). Nelle zone costiere di M. Tauro, Siracusa e alla Penisola della Maddalena, i calcari inframessiniani poggiano con variazioni di facies rispetto alle aree tipo, direttamente sulle biolititi algali per progressiva chiusura delle vulcanoclastiti della F.ne Carlentini.

### 5.1.1.2 Settore occidentale

Le successioni terziarie presenti nel settore occidentale ibleo iniziano con calcilutiti e marne dell'Oligocene medio e superiore (Membro Leonardo della Formazione Ragusa), affioranti estesamente nella zona ragusana (Di Grande et alii, 1977). Questi livelli passano gradualmente verso l'alto a calcareniti inframioceniche a grossi banchi (Membro Irminio), costituiti da risedimenti carbonatici a volte canalizzati di provenienza da aree orientali e settentrionali (Grasso & Lentini, 1982), in cui si intercalano sottili livelli di fosforiti di genesi primaria o risedimentati in discontinui livelli conglomeratici (Bommarito & La Rosa, 1972; Carbone et alii, 1987). Nelle zone centrali del Plateau Ibleo (Valli del F. Tellaro e del F. Irminio fino alla zona di Vizzini-M. Lauro) le calcareniti del Mb. Irminio passano gradualmente verso l'alto alle marne grigio-azzurre medio e supramioceniche della F.ne Tellaro (Romeo & Sciuto, 1987). Questa formazione verso l'alto e lateralmente passa alla F.ne Palazzolo con una eteropia che interessa livelli sempre più antichi spostandosi verso est, come è osservabile lungo la valle del F. Anapo, fino ad una totale sostituzione della F.ne Tellaro da parte della F.ne Palazzolo.

Verso ovest (area di Vizzini, Licodia E. e Mineo) e a sud (Scoglitti, Scicli e zona di Ispica-Capo Passero) le marne della F.ne Tellaro arrivano al Messiniano inferiore e sono sormontate da calcari lagunari ed evaporiti messiniani. Livelli discontinui di sabbie continentali chiudono la sedimentazione miocenica. Vulcaniti submarine tortoniane si trovano intercalate anche nei livelli alti della F.ne Tellaro e sono correlabili con quelle della F.ne Carlentini affioranti nelle aree orientali anche se presentano facies e modalità effusive diverse, dovute probabilmente alla maggiore profondità dell'originario bacino

### 5.1.2 Sedimenti e vulcaniti del Pliocene

Le coperture plioceniche affiorano generalmente nell'area nord-occidentale del Plateau, dove sono caratterizzate da alternanze di sedimenti e vulcaniti submarine che a luoghi passano verso l'alto a colate subaeree sovrapposte. In corrispondenza della sinclinale di Licodia Eubea si registra la successione pliocenica più completa. Essa inizia con i Trubi del Pliocene inferiore poggianti su evaporiti e brecce calcaree messiniane, alternate a tufiti risedimentate. L'intervallo mediopliocenico è rappresentato da vulcanoclastiti e lave a pillows, potenti alcune centinaia di metri. L'intervallo più alto, suprapliocenico, è dato da biocalcareni e sabbie a Globorotalia inflata (Di Grande, 1967). Le calcareniti supraplioceniche affiorano in placconi isolati anche più ad ovest tra Licodia e Grammichele. Ad ovest e a nord di Licodia i Trubi affiorano ancora con discreta continuità laterale. In corrispondenza dell'area M. Lauro-Guffari

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

sabbie organogene a Strombos coronatus (Grasso et alii, 1979) marcano l'originaria linea di costa del Pliocene inferiore in questo settore.

I Trubi sono presenti anche nella depressione di Scicli, nella pianura tra Ispica e Capo Passero e, in limitati lembi a sud di Siracusa, nella Penisola della Maddalena e a Fontane Bianche. Nella Piana di Vittoria affiorano estesamente lungo la Valle del Fiume Ippari.

I sedimenti del Pliocene medio e superiore ad ovest di Licodia invece si assottigliano e nella zona di Vizzini-Buccheri sono sostituiti quasi totalmente da coperture di brecce a pillows potenti anche fino ad alcune centinaia di metri. Queste passano verso l'alto a vere e proprie colate basaltiche subaeree che dagli espandimenti lavici di M. Lauro-M. Pancali-Francofonte-Militello (Cristofolini, 1967; 1969) si estendono fino alle zone costiere fra Lentini e Agnone. Sull'estremo margine settentrionale del Plateau (zona di Scordia-Palagonia) ai prodotti basaltici del Pliocene sup.-Pleistocene inf. si intercalano ripetutamente biocalcareni che datano la chiusura dell'attività vulcanica nell'area iblea.

### 5.1.3 Sedimenti quaternari

Il Pleistocene inferiore è rappresentato da sedimenti marini distribuiti lungo i bordi del Plateau; essi formano una cintura più o meno continua e colmano con spessori anche notevoli ampie depressioni strutturali.

Sulla fascia ionica del Plateau, procedendo da sud verso nord, i sedimenti del Pleistocene inf. sono presenti nella depressione di Noto-Capo Passero, dove sono dati da biocalcareni affioranti probabilmente come lembi residui di una copertura che si estendeva con continuità fino alla falesia costituita a nord del F. Tellaro dalle Montagne d'Avola e a sud dalla faglia Pozzallo-Ispica-Rosolini.

Nel Siracusano i sedimenti infrapleistocenici danno luogo a due aree di affioramenti ubicati rispettivamente a sud e a nord di Siracusa, separate dall'"alto" di Belvedere-S. Panagia.

A sud di Siracusa questi sedimenti colmano la depressione strutturale in corrispondenza della bassa valle del F. Anapo.

Calcareni organogene bianco-giallastre, presenti nelle parti periferiche della depressione a contatto con i termini più antichi, passano lateralmente e superiormente ad argille a Hyaline baltica che raggiungono spessori massimi fino a 200 metri.

A nord di Siracusa, da Priolo ad Agnone, le biocalcareni poggiano in discordanza su vari termini del substrato, dai calcari ad alghe miocenici (zona di Priolo) alle vulcaniti plioceniche della zona di Agnone-Villasmundo. In corrispondenza del graben di Augusta e di quello più meridionale del F. Mulinello, separato dal primo dall'horst di Petrarò, le calcareniti passano ad argille a Hyaline baltica, che raggiungono spessori di oltre 300 metri nel centro delle depressioni strutturali (Carbone, 1985).

Più a sud nell'area tra Chiaromonte-Comiso e Vittoria, lungo il F. Ippari si osservano i contatti tra i sedimenti infrapleistocenici e il substrato dato dai Trubi con una lacuna del Pliocene medio-sup.. Le calcareniti passano verso l'alto a sedimenti limnici infrapleistocenici (Conti et alii, 1979) che rappresentano i depositi terminali del ciclo infrapleistocenico nell'area. Discontinui lembi di calcareniti a Cladocora coespitosa sono presenti, dislocati a quote diverse, anche nella depressione di Scicli.

### 5.1.4 Terrazzi marini e depositi del Pleistocene medio e superiore

Il Pleistocene medio è rappresentato lungo il perimetro costiero ibleo da discontinui lembi di "panchina" e da terrazzi marini distribuiti in più ordini. Generalmente la panchina, poggiate su un paleosuolo con resti di vertebrati (Accordi, 1962), affiora con continuità nell'entroterra di Augusta fino a Villasmundo.

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Nel settore meridionale e nella Piana di Vittoria, invece, si possono individuare con sicurezza fino a tre ordini di terrazzi.

Le linee di massima ingressione relative al Pleistocene medio raggiungono i 200 metri nell'entroterra augustano (zona di Villasmundo) e scendono fino a quota 150 nella Valle del F. Anapo e a quota 130 nella zona di Scicli-Marina di Ragusa. Nella Piana di Vittoria tracce di massima ingressione marina sono documentati dalla presenza di paleo-delta i cui lembi più alti sono distribuiti fino a quota 200.

Il Tirreniano, meglio sviluppato nella zona siracusana, consta di tre ordini di terrazzi distribuiti da quota 25 (Carbone et alii, 1982c) fino a circa 8 metri sotto il livello del mare. Il terrazzo più alto non presenta deposito, quello intermedio a pochi metri sul livello del mare è dato da una 'panchina' a Cladocora. Il terrazzo più recente, sommerso, è costituito da conglomerati e ghiaie a *Strombus bubonius* (Di Grande & Scamarda, 1973). Lembi di "panchina" tirreniana sono presenti anche al Lido di Noto, nella fascia costiera fra Torre Vendicari e Capo Passero e a ovest di Santa Croce Camerina a Punta Braccetto.

## 5.2 INQUADRAMENTO STRUTTURALE GENERALE

### 5.2.1 Tettonica Mesozoica e Paleogenica

Le formazioni mio-plioceniche costituiscono una continua ed omogenea copertura che ha sigillato le strutture tettoniche più antiche, le quali, limitatamente alla fase cretaceo-eocenica, possono essere osservate solo negli affioramenti più ampi di Capo Passero e di Priolo. Pertanto l'intensa tettonica mesozoica può essere ricostruita solo attraverso accurate analisi dei dati di sottosuolo.

Nella regione Iblea a tutte le fasi tettoniche più incisive sono associate manifestazioni basaltiche e rapidi cambiamenti nel regime sedimentario.

Dopo la fase di rifting hettangiana si individuano i due paleodomini siracusano e ragusano (Patacca et alii, 1979). Il primo costituisce un "alto strutturale", mentre il secondo è caratterizzato da un bacino profondo a forti tassi di sedimentazione (F.ne Streppenosa) nelle zone di depocentro. Tale suddivisione si mantiene fino al Domeriano sup., quando, per effetto della tettonica sinsedimentaria che progressivamente fa sprofondare l'"alto" siracusano, la sedimentazione tende ad omogeneizzarsi su tutta l'area. Verso la fine del Dogger si ha la ripresa dell'attività vulcanica submarina (seamount di Scicli) in condizioni pelagiche, seguita da un ulteriore periodo di quiescenza che perdura fino al Cretaceo sup., quando si sviluppano importanti sistemi di faglie ad andamento NE-SW e WNW-ESE, associate a vulcaniti, in parte affioranti. Nella zona siracusana fino a punta Bonico a nord di Brucoli, le vulcaniti cretacee sono distribuite secondo un trend NNW-SSE, sub-parallelo all'attuale andamento della Scarpata Ibleo-Maltese.

I dicchi adduttori connessi alle vulcaniti sono anch'essi allineati su direzioni N140-150 in tutti gli affioramenti della zona siracusana.

Nonostante sia certa la presenza di vulcaniti cretacee sulla Scarpata Maltese antistante questo tratto di costa (Cita et alii, 1980; Scandone et alii, 1981; Casero et alii, 1984), è arduo ricostruire la loro presenza più ad est nello Ionio e i loro rapporti con le successioni sedimentarie a causa dell'arretramento verso ovest del margine ionico successivamente al Cretaceo.

Nel sottosuolo delle aree centrali del Plateau le vulcaniti cretacee diminuiscono costantemente di spessore o spariscono del tutto, e la loro scomparsa è marcata da una fascia di megabrecce carbonatiche e ad elementi vulcanici che si ritrovano affioranti nella zona di Priolo riscontrate in sottosuolo dal pozzo Melilli. Questi sedimenti grossolani, sintettonici, vengono così a marcare una zona di cerniera tra un "alto strutturale" parallelo all'attuale linea di costa e le aree di bacino che si andavano delineando più ad ovest (Grasso & Lentini, 1982; Carbone et alii, 1982a). Essi si ritrovano intercalati a più intervalli fino ai livelli più recenti di età paleogenica (Montanari, 1982).

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Le vulcaniti affioranti a Capo Passero e abbondantemente presenti anche nell'offshore più a sud, sul margine orientale della Scarpata Ibleo-Maltese, sembrano invece inquadrarsi in un contesto tettonico controllato da strutture ad andamento NE-SW. I dicchi adduttori presenti a Capo Passero hanno direzione N30°-50°. Nel sottosuolo della depressione di Ispica-Capo Passero le faglie ad andamento NE-SW sembrano essere state caratterizzate da movimenti sinistri ed attive fino alla fine della deposizione della F.ne Amerillo coinvolta nella deformazione. La base della Formazione Ragusa sutura queste strutture (Bianchi et alii, 1987). Altre evidenze di tettonica cretaceo-paleogenica sono state riscontrate nel campo petrolifero di Ragusa, dove la grossa struttura anticlinale che forma il reservoir principale è troncata sul suo lato orientale da una faglia ad andamento NNE-SSW (Kafka & Kirkbride, 1959) ed entrambi sono sigillati dalla Formazione Ragusa.

Più a nord nella zona di Monterosso Almo-Vizzini-Licodia Eubea i sedimenti carbonatici in facies di Scaglia (F.ne Amerillo) presentano ripetute evidenze di disturbi tettonici sinsedimentari quali slumping, pieghe e breccie sinsedimentarie associate a locali hiatus di ampiezza variabile (Pieri, 1969; Lentini et alii, 1987).

### 5.2.2 Tettonica Miocenica

Il quadro tettonico che caratterizza attualmente l'avampaese Ibleo sembra essersi già delineato a partire dal Miocene superiore nel settore occidentale ed in epoca posteriore in quello orientale. Il Plateau ragusano s.s., ossia tutto quel settore caratterizzato dagli affioramenti delle calcareniti della F.ne Ragusa e che rappresenta la terminazione più settentrionale emersa dello *shelf* ibleo-maltese, va inserito nel quadro tettonico più ampio riguardante il settore di cui fa parte, fino alle Isole Maltesi.

Esso è bordato da due importanti sistemi di faglie che lo ribassano rispettivamente verso sud-est e verso ovest e nord-ovest. Questi sistemi sono rappresentati rispettivamente dalle direttrici tettoniche Pozzallo – Ispica - Rosolini e dalle faglie Comiso – Chiaromonte e più ad ovest da altre ad esse sub-parallele, parzialmente sepolte sotto la coltre di sedimenti quaternari della Piana di Vittoria. Questa parte del Plateau, inquadrabile come un grosso horst a direzione NE-SW, doveva essere già emersa nel Messiniano a giudicare dalla mancanza di sedimenti di tale età, abbondantemente presenti nelle aree depresse che lo bordano (Piana di Ispica, Capo Passero e Piana di Vittoria).

Le faglie bordiere si estendono anche nell'*offshore* ragusano e si parallelizzano con quelle della *Vittoria Lines Fault* di Malta (Grasso *et alii*, 1986). In queste ultime sono testimoniate tracce di attività sinsedimentaria infra e medio-miocenica (Illies, 1981; Reuther, 1984; 1987) che nel Plateau ragusano sono difficili da ritrovare. Tuttavia, la presenza di una diffusa fosfatizzazione degli orizzonti burdigaliani, sia a Malta sia nelle aree ragusane (Pedley & Bennet, 1985; Carbone *et alii*, 1987), lascia intravedere l'esistenza di un "alto strutturale" a direzione NE-SW, dovuto ad un debole inarcamento collegabile col *rifting* inframiocenico abortito ibleo-maltese (Illies, 1980; 1981).

Le strutture ad andamento sub-meridiano nel Plateau ragusano sono rappresentate dall'allineamento a direzione N20 che da Cava D'Aliga - Scicli prosegue verso Ragusa e l'alta valle del F. Irminio per poi perdersi, anastomizzandosi sotto le coperture laviche plio-pleistoceniche di Monte Lauro, Vizzini e Palagonia. Sui piani di faglia appartenenti a questo sistema si riscontrano frequenti meccanismi di *strike-slip* destri (v. anche Ghisetti & Vezzani, 1980; Grasso *et alii*, 1986). L'intersezione tra questo sistema e quello distensivo, con faglie a gradinata, di Ragusa – Marina di Ragusa ad esso associato individua il semigraben triangolare di Scicli all'interno del quale sono presenti come termini più alti della successione miocenica anche marne gialle messiniane (Di Grande & Romeo, 1980) e Trubi infrapliocenici.

Verso Licodia Eubea, in corrispondenza dell'"alto" cretaceo di M. Boschitello, convergono strutture a direzione N-S con quelle NE-SW, che rappresentano la terminazione affiorante delle faglie sepolte sotto i sedimenti pleistocenici della Piana di Vittoria. In questa zona di convergenza si individuano strutture

compressive, pieghe e faglie inverse che interessano sicuramente almeno i termini pliocenici e che restano localizzati nell'area ad ovest di Licodia Eubea.

### 5.2.3 Tettonica Quaternaria

I principali lineamenti tettonici quaternari della regione Iblea sono ricollegabili ad eventi dinamici differenti. In particolare, lungo la costa ionica si riconoscono i segmenti di faglia normale che costituiscono il ramo più meridionale del Rift Siculo-Calabro (Monaco & Tortorici, 2000). La struttura si sviluppa a mare, con orientazione NNW-SSE, nelle aree antistanti Augusta e Siracusa (Faglia Orientale ed Occidentale in Bianca *et alii*, 1999) per poi entrare a terra, dove è rappresentata dalla Faglia di Avola e dal Sistema di Pozzallo-Ispica-Rosolini, orientati NE-SW. Il Rift Siculo-Calabro, verso nord, si estende fino alla Calabria, attraverso la fascia collisionale, ed è caratterizzato da movimenti obliqui destri lungo le direttrici NNW-SSE e prevalentemente normali lungo le faglie orientate NE-SW. Il Rift Siculo-Calabro accomoda l'intera deformazione estensionale, orientata N100, misurata dai dati geodetici tra il Blocco Adriatico, incluso il Bacino Ionico, ed il Blocco Pelagiano (D'agostino & Selvaggi, 2004), assumendo il significato di un margine di placca incipiente, sviluppatosi nelle fasi tardive della tettonica collisionale. Un secondo lineamento tettonico quaternario è costituito dal Sistema della Linea di Scicli (Catalano *et alii*, 2007) che comprende due bacini estensionali orientati NE-SW (stereoplot a e b in; Graben di Scordia-Lentini e Graben di Marina di Ragusa) e la zona di taglio destra orientata NNE-SSW. Lungo questo allineamento si sono registrati movimenti compatibili con un'estensione orientata circa NW-SE, contrastante con il quadro geodinamico della convergenza Africa-Europa, ma analoga a quella che governa oggi il Rift Siculo-Calabro. Gli elementi del Sistema della Linea di Scicli sono stati interessati da una diffusa inversione tettonica positiva che, manifestatasi con movimenti sinistri lungo la Linea di Scicli, associati a movimenti inversi lungo i bordi dei due graben, è coincisa con un notevole decremento dei tassi di dislocazione (Catalano *et alii*, 2007). L'inversione tettonica tardo-quaternaria ha inoltre prodotto sistemi di pieghe orientate da N50 a N80, particolarmente sviluppate lungo il margine sud-orientale del Plateau Ibleo, nella zona tra Noto e Ispica.

Il settore orientale dell'Altopiano Ibleo è frammentato da due principali depressioni, il Bacino di Augusta e il Bacino di Florida. Il primo è confinato da faglie normali ad orientazione NNW-SSE, che si sviluppano per una lunghezza di circa 30 km.

Le analisi cinematiche condotte lungo le faglie bordiere (Adam *et alii*, 2000) hanno evidenziato anche la presenza di strie relative a movimenti sinistri.

Il Bacino di Florida è invece bordato da faglie normali orientate NW-SE, anch'esse sviluppate per circa 30 km e caratterizzate da scarpate rettilinee lungo le quali si riconoscono piani con due generazioni di strie, che indicano movimenti normali e sinistri (Ghisetti & Vezzani, 1980).

La successione quaternaria, conservata all'interno delle principali depressioni strutturali e lungo i bordi del Plateau Ibleo, è costituita da una sequenza trasgressiva infra-pliocenica (1-5-0.9 Ma; Pedley *et alii*, 2001), data da calcareniti passanti lateralmente e verso l'alto ad argille grigio azzurre. Questa successione ricopre in discordanza orizzonti di vulcaniti subaeree del Plio-Pleistocene e le sottostanti sequenze carbonatiche e vulcaniti meso-cenozoiche ed è, a sua volta, ricoperta in discordanza da differenti ordini di depositi terrazzati del Pleistocene medio-superiore (<0.85 Ma; Bianca *et alii*, 1999; Catalano *et alii*, 2007)



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

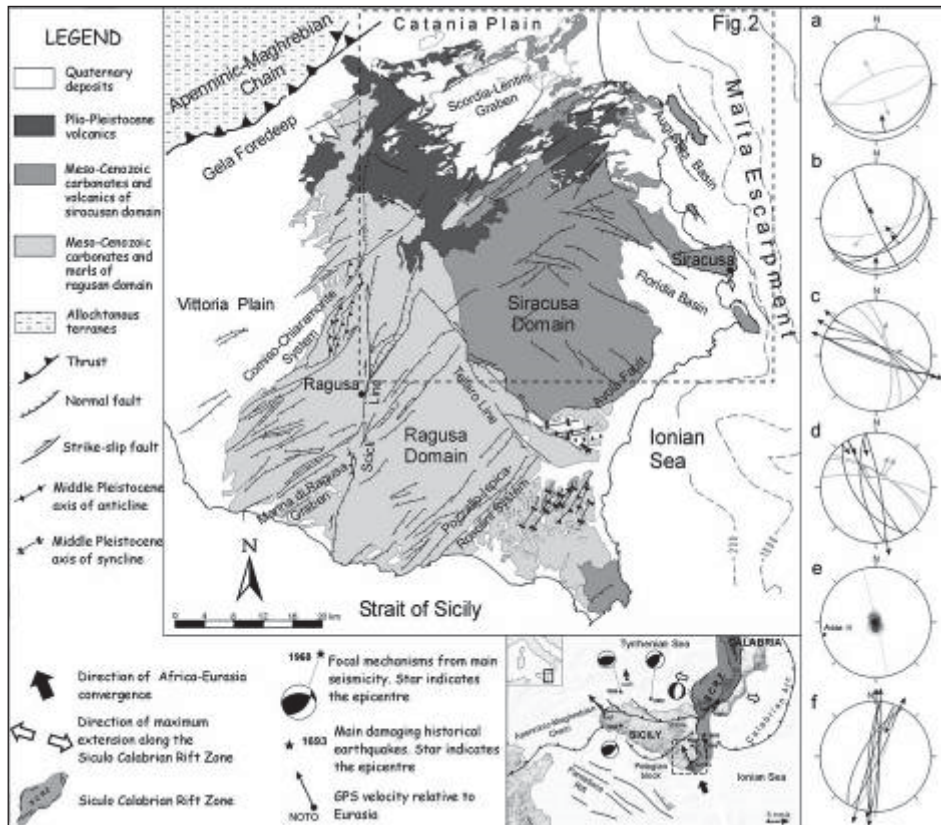


Tabella 5-1 Schema geologico-strutturale della Sicilia sud-orientale. Il riquadro mostra il fronte della Catena Appenninico-Maghrebide, le principali faglie quaternarie e la sismicit  del Mediterraneo centrale. Gli stereoplott si riferiscono ai dati strutturali misurati lungo diversi lineamenti quaternari del Plateau Ibleo: a) Graben di Scordia-Lentini; b) Bacino di Augusta; c) Bacino di Florida; d) Sistemi a pieghe del margine sud-orientale; e) Linea di Scicli.

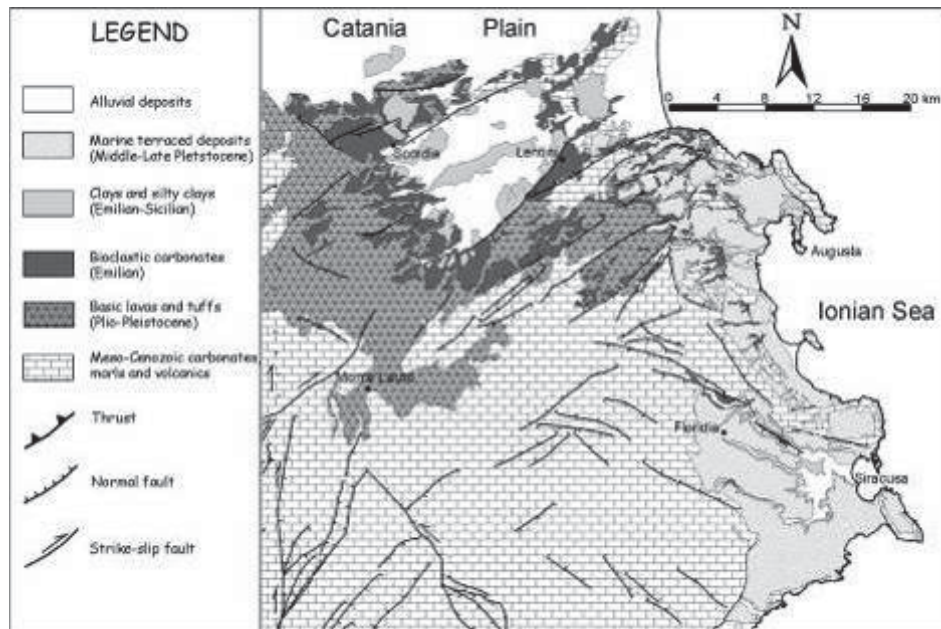


Tabella 5-2 Schema geologico-strutturale della porzione nord-orientale del Plateau Ibleo

MANDATARIA:

MANDANTI:

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Le facies infrapleistoceniche costiere e di ambiente neritico, rappresentate dalle calcareniti, sono conservate alla base del versante orientale del Plateau e caratterizzano i settori nord-occidentali dei bacini di Augusta e di Floridia, mentre marcano entrambi i bordi e le terminazioni laterali del Graben di Scordia-Lentini. Allo stesso modo, le argille batiali infrapleistoceniche si riconoscono al depocentro del Graben di Scordia-Lentini, mentre, lungo la costa ionica, bordano verso est le *facies* neritiche, caratterizzando anche i settori più orientali dei bacini di Augusta e Floridia. I sovrastanti depositi terrazzati, classicamente riferiti alla «panchina» milazziana, in effetti sono attribuibili a differenti cicli eustatici del tardo-quadernario, a partire almeno dallo stadio isotopico 21 (850 ka; Catalano *et alii*, 2007). I depositi terrazzati più bassi, distribuiti lungo la costa ionica, ricoprono in discordanza i bordi dei bacini di Augusta e Floridia, poggiando sia sulle serie quaternarie presenti all'interno delle depressioni che sulle successioni mioceniche rialzate lungo i margini.

I nuovi dati strutturali sui principali lineamenti tettonici quaternari della regione iblea, combinati con le informazioni stratigrafiche sulle sequenze sintettoniche, permettono di definire un nuovo modello cinematico dell'area. Le relazioni tra strutture e depositi quaternari suggeriscono che la regione è stata soggetta a distinte fasi deformative, caratterizzate dalla concomitante crescita di strutture estensionali e contrazionali. In particolare, gli orizzonti infrapleistocenici, seppure conservati all'interno di tutte le depressioni strutturali, mostrano una distribuzione delle *facies* che segue l'andamento delle faglie del Graben di Scordia-Lentini, mentre essa è del tutto indipendente rispetto all'allungamento dei bacini di Augusta e di Floridia. Gli stessi orizzonti sono coinvolti da faglie inverse, che hanno parzialmente riattivato i bordi dei graben di Scordia-Lentini e Marina di Ragusa, e da pieghe che si sono sviluppate lungo il bordo sud-orientale del plateau. Analogamente, tra gli orizzonti terrazzati medio-suprapleistocenici, i più antichi (> 0.3 Ma) sono coinvolti nelle strutture plicative, mentre i più recenti (< 0.3 Ma) suturano le faglie bordiere dei bacini estensionali lungo l'area costiera ionica. Questi stessi orizzonti terrazzati sono variamente dislocati al letto delle strutture estensionali attive nell'immediato *off-shore* ionico. Nel complesso, quindi, è possibile ricostruire almeno tre distinte fasi estensionali. Una prima fase è riferibile all'apertura dei *graben* di Marina di Ragusa e di Scordia-Lentini, associata ai movimenti destri lungo la Linea di Scicli. Questa fase è responsabile della trasgressione del ciclo infrapleistocenico (circa 1.5 Ma) all'interno delle due depressioni tettoniche e lungo tutto il settore sud-orientale Ibleo, che costituirebbe il tetto ribassato di una faglia crostale a basso angolo.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

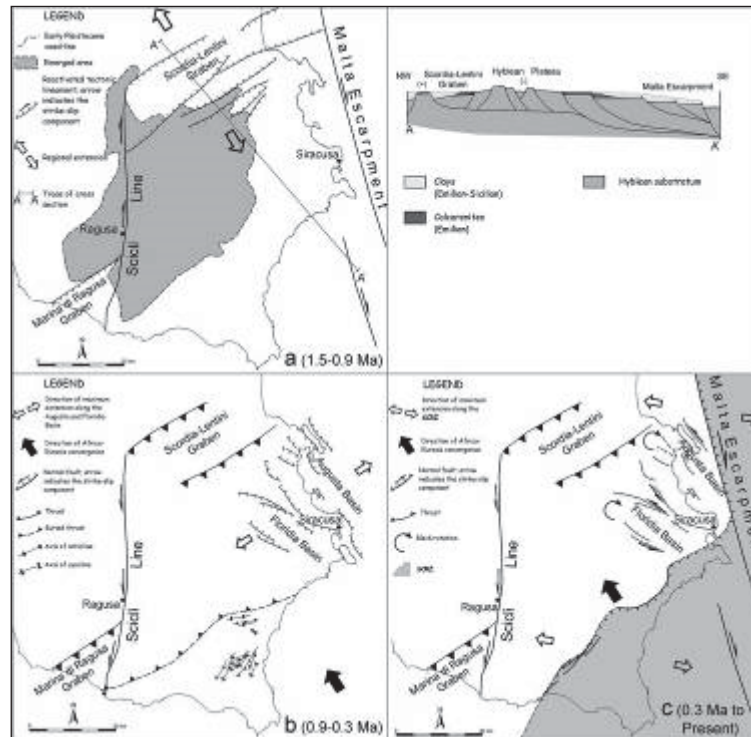


Tabella 5-3- Fasi dell'evoluzione tettonica quaternaria del Plateau Ibleo. Nel profilo schematico viene ipotizzata la geometria profonda dei principali lineamenti tettonici nel Pleistocene inferiore, in parte riattivati nelle fasi successive.

Una seconda fase estensionale è responsabile dell'apertura dei bacini di Florida e di Augusta, all'interno dei quali vengono ribassate le sequenze infra-pleistoceniche. Questa fase coincide con l'inizio del terrazzamento dei depositi medio-pleistocenici (circa 0.85 Ma) ed è associata allo sviluppo delle pieghe, orientate NE-SW, lungo il bordo sud-orientale del Plateau e alla generalizzata inversione tettonica positiva dei lineamenti estensionali infra-pleistocenici, ad esse paralleli. Un'ultima fase coincide con la migrazione delle faglie del *Rift* Siculo-Calabro associata ad una accelerazione dei tassi di sollevamento tettonico. Le faglie orientate NNW-SSE presenti nell'*off-shore* Ibleo, caratterizzate da movimenti destri, hanno comportato anche rotazioni di blocchi con conseguente riattivazione, con movimenti sinistri, delle faglie bordiere dei bacini di Augusta e di Florida. Il modello cinematico proposto è congruente con il quadro dinamico recentemente ricostruito nell'area Iblea, nella quale sono stati riconosciuti gli effetti della migrazione, in fasi successive, di un incipiente margine di placca divergente che, sovrapposto alla preesistente fascia collisionale sviluppatasi tra Africa ed Europa, costituirebbe il bordo occidentale della microplacca adriatica, comprendente anche il Bacino Ionico. Questo margine è attualmente rappresentato dal *Rift* Siculo-Calabro, mentre nel passato si sarebbe sviluppato lungo i settori settentrionali ed occidentali della regione Iblea dove ancora oggi si può riconoscere l'originario ramo abortito. In questo contesto, le strutture estensionali orientate NW-SE distribuite lungo la costa ionica degli Iblei, costituirebbero, insieme alle coeve strutture contrazionali orientate NE-SW, lineamenti dalla vita breve, effetto dell'improvviso ripristino all'interno del plateau della compressione regionale orientata NW-SE, durante la migrazione del margine di placca dai settori occidentali a quelli orientali del Plateau Ibleo.

### 5.3 STRATIGRAFIA DELL'AREA

L'assetto stratigrafico dell'area è stato ricostruito con l'ausilio della campagna di rilevamenti geologici di dettaglio eseguita nel mese di febbraio 2021.

Come detto precedentemente, le successioni che affiorano nell'area di interesse sono caratterizzate da sequenze prevalentemente carbonatiche e sabbioso-arenacee cui si intercalano e/o si sovrappongono orizzonti di vulcaniti.

La presenza limitata di depositi evaporitici (Miocene sup.-Messiniano) è probabilmente legata a fenomeni di sollevamento dell'altipiano calcareo che hanno permesso la deposizione delle evaporiti solo in depressioni strutturali sinsedimentarie (Licodia Eubea).

I sedimenti Pliocenici sono distribuiti in maniera discontinua oppure sono rappresentati soltanto da sporadiche lenti sabbiose intercalate alle potenti colate basaltiche.

Le vulcaniti plioceniche estesamente affioranti nel tratto mediano e finale del lotto, area di Licodia Eubea, sono legati prevalentemente ad una attività vulcanica submarina e localmente sub-aerea come dimostra la presenza di ripetuti livelli di breccie vulcaniche e vulcanoclastiti alternate ai "Trubi" (calcarei marnosi biancastri) e alle marne medio-plioceniche.

I depositi quaternari sono costituiti da litotipi biocalcarenitici teneri giallastri discordanti sul substrato miocenico o sulle vulcaniti plioceniche.

I terreni appartenenti a tali coperture plio-quaternarie, avendo subito solo una debole tettonica di sollevamento e piegamento connessa con l'assestamento della falda di Gela, risultano avere un assetto generalmente sub-tabulare o lievemente ondulato.

L'esame bibliografico della cartografia ufficiale e della documentazione esistente, completato con l'analisi e l'interpretazione geologica delle foto aeree e con un rilevamento di dettaglio di campagna, hanno consentito di integrare la geologia e di redigere una Carta geologica a due diverse scale, ossia 1:5.000 (elab.: T02GE01GEOCG01÷ T02GE01GEOCG03) e ad una scala dettagliata 1:2.000 (elab.: T02GE01GEOCG04A÷T03GE01GEOCG11A), allo scopo di conoscere, con buona attendibilità, i principali caratteri litologici e giaciture dei terreni affioranti interessati dal tracciato e dalle opere di progetto.

Di seguito si descrivono le diverse unità stratigrafiche che interessano l'area in esame, dalla più recente alla più antica:

#### 5.3.1 Riporti antropici (R) – (Attuale).

Si tratta di materiale di risulta accumulatosi in seguito alle attività di estrazione di materiale da costruzione, di materiale di risulta degli scavi delle trincee esistenti e di rilevati stradali e ferroviari.

#### 5.3.2 Depositi eluvio-colluviali (ec) – (Olocene).

Si tratta di depositi derivati sia dall'alterazione in posto del substrato roccioso (eluvium) che da materiali prodotti dal disfacimento del basamento e trasportati in luoghi distanti da quello d'origine (colluvium). Costituiscono una copertura del basamento e sono rappresentati da sabbie, limi e terre rosse. Generalmente sono privi di strutture sedimentarie e non cementati. Tali depositi presentano generalmente spessori variabili da 0,2-0,5 metri, ma in alcuni tratti superano abbondantemente il metro.

#### 5.3.3 Fasce e coni di detrito (dt) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi di materiale da incoerente a cementato che si accumula lungo i pendii o ai piedi dei versanti, ove questi si raccordano con il fondovalle. La loro origine è da attribuirsi alla somma di vari processi: crolli singoli, crolli di massa, azione dell'acqua; analogamente il loro accumulo è dovuto a diversi fattori: azione della gravità, ruscellamento, soliflusso. La geometria di questi accumuli è il risultato di

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

movimenti a carattere discontinuo prodotti a differenti quote di caduta in un ambiente fortemente condizionato dalle condizioni climatiche. Sotto il profilo granulometrico si presentano con pezzature prevalenti, dal ciottolo al masso, clasti spigolosi di dimensioni crescenti da monte verso valle, il tutto in abbondante matrice fine. Gli spessori massimi in corrispondenza dall'opera raggiungono i 30 m.



Foto 5-1- Particolare di una fascia di detrito in affioramento osservata in un'incisione torrentizia presso la pk. 6+400 (Foto PD)

### 5.3.4 Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali (a) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi alluvionali che costituiscono prevalentemente il prodotto della attività esondativa dei sistemi fluviali Acate-Dirillo e San Leonardo. I depositi sono costituiti da alternanze non regolari di ciottoli, ghiaie, sabbie e argille derivati dall'azione di trasporto e accumulo ad opera delle acque fluviali (Foto E.5). La consistenza è generalmente bassa in funzione di un elevato contenuto di sostanza organica in via di decomposizione e di un variabile grado di consolidamento. Lo spessore complessivo di tale unità varia da qualche metro nel reticolo idrografico secondario a più di 10 m nelle valli principali.

### 5.3.5 Terrazzi fluviali (ar) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi di natura alluvionale presenti nelle aree prossimali alle incisioni fluviali disposte a modesta distanza dall'alveo di magra aventi caratteristiche litologiche analoghe ai termini oggetto del ciclo sedimentario attuale. Si presentano terrazzate, distribuite in vari ordini e costituite da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbioso-limoso a luoghi prevalente (Foto 5-2). Nella zona prossima alla Piana di Catania lo scheletro solido è costituito da frammenti di vulcaniti risedimentate e calcareniti rimaneggiate friabili. Affiorano localmente lungo il tracciato stradale e sono distribuiti dal punto di vista altimetrico in modo casuale. Lo spessore complessivo di tale unità varia da pochi metri a più di 10.0 m.



Foto 5-2 affioramento di depositi fluviali terrazzati pk. 4+550 (Foto PD)

### 5.3.6 Depositi limnici, silt e argille lacustri (Qm) – Pleistocene medio.

I depositi attribuibili al Qm presentano una discreta variabilità laterale e verticale essendo costituiti da limi e argille lacustri con livelli torbosi in cui si rinvenivano lenti e livelli di sabbie, ghiaie e silt travertinosi.

Affiorano in maniera diffusa in vaste placche dell'area di Chiaromonte e in entrambi i versanti del Fiume Acate – Dirillo (Foto 5-3). Lo spessore di questo deposito raggiunge i 50 m.



Foto 5-3Affioramento formazione Om

### 5.3.7 Sabbie da cementate a debolmente cementate con lenti ghiaiose e argille salmastre (Qcs) – Pleistocene medio.

Si tratta di sabbie fossilifere e conglomerati poligenici che poggiano al di sopra delle argille grigio-azzurre che, per effetto della chiusura a lente del termine pelitico sul bordo meridionale del graben Scordia-Lentini, possono ricoprire direttamente le calcareniti del Qc(a).

Lo spessore complessivo del Qcs è pari a 50 m.



Foto 5-4 Affioramento di sabbie e ghiaie cementate (Qcs)

### 5.3.8 Silt argillosi e arenarie fossilifere (Qs) – Pleistocene inferiore.

Affiorano in contrada Filozingaro in prossimità del versante che sovrasta la valle del Fiume Dirillo prima della confluenza con il Fiume Acate. Si tratta di sabbie di origine marina, a granulometria da media a grossolana debolmente limose, con passaggi eteropici e intercalazioni di livelli ghiaiosi e livelli arenacei bene cementati oggetto di erosione selettiva, che si esalta considerata la giacitura suborizzontale della formazione; ciò evidenzia le testate di strato rispetto alla facies sabbiosa prevalente. Mostra una elevata erodibilità che in alcuni casi genera locali fenomeni di erosione incanalata. Gli spessori della formazione sono dell'ordine di circa 30-40 metri. Nell'insieme presentano buone caratteristiche drenanti e di resistenza trovandosi spesso scarpate subverticali con un talus detritico al piede che denota una stabilità anche in condizioni di tagli subverticali.

### 5.3.9 Sabbie con livelli arenacei e siltoso-argillosi (Qsa) – Pleistocene inferiore.

Si tratta di depositi di ambiente circalitorale e batiale che localmente sono in continuità con i termini argillosi che poggiano in leggera discordanza sui termini Qs e sono costituiti da sedimenti limoso-argillosi con intercalazioni arenacee.

Tali depositi affiorano in un areale di modesta estensione in sinistra dell'ampia vallata del Fiume Acate-Dirillo.

Lo spessore di questa formazione è di 250 m.





Foto 5-5 Affioramento Sabbie e arenarie di colore giallastro e rossastro

### 5.3.10 Calcareniti, sabbie e argille siltoso-marnose Qc(a)-Qc(b) – Pleistocene inferiore.

Si tratta di una serie terrigena costituita da calcareniti e sabbie giallastre organogene grossolane, che rappresentano una fase di trasgressione infrapleistocenica, con caratteristico andamento lentiforme. Esse, talvolta passano a calciruditi, di colore giallo chiaro o bianco crema, piuttosto friabili essendo poco cementate Qc(a). In seno alla formazione sono presenti lenti conglomeratiche costituite esclusivamente da elementi scarsamente cementati, e di solito la presenza di tale livello è limitata alle aree in cui le calcareniti si sovrappongono direttamente sui terreni lavici. In continuità stratigrafica con le sottostanti calcareniti e in parziale eteropia laterale si trovano le argille grigio-azzurre (Qc(b)) la cui nomenclatura è tratta dalla letteratura corrente. Si tratta di argille talvolta sabbiose, azzurre se fresche, giallastre per alterazione superficiale e sfumano in genere sulle calcareniti, sovente al di sotto di queste, e raramente sulle vulcaniti plioceniche. Passano verso l'alto ad alternanze costituite da silt argillosi e arenarie fossilifere di colore giallastro. Talvolta sulle argille grigio azzurre poggiano dei conglomerati poligenici e sabbie fossilifere.

Questa unità dai dati di campo risulta in contatto erosivo sulle formazioni più antiche plioceniche e tardo mioceniche rappresentando una fase di trasgressione marina.

Lo spessore complessivo di tali sedimenti raggiunge i 100 metri.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 5-6 Calciruditi, di colore bianco crema attribuibili alla formazione Qc(a)



Foto 5-7 Argille sabbiose attribuibili alla formazione Qc(b)

### 5.3.11 Successione vulcanica Pliocene medio-superiore Pleistocene inferiore

- Ialoclastiti e breccie vulcanoclastiche (Pv)
- Colate laviche (Pvl)

Potente successione di vulcaniti basiche prevalentemente submarine nella porzione basale e subaeree procedendo verso l'alto. I prodotti submarini sono dati da ialoclastiti, da breccie vulcanoclastiche a grana minuta (Pv) sono ampiamente diffusi a NE dell'allineamento Grammichele-Vizzini-M. Lauro e non vengono intercettati direttamente del tracciato in progetto, aumentando di spessore verso nord da pochi metri ad oltre 700. I prodotti subaerei sono costituiti da prevalenti colate di lave bollose e scoriacee e da subordinati prodotti piroclastici (Pvl)



Foto 5-8 Colate di lave bollose e scoriaee con subordinati prodotti piroclastici (Pv)

### 5.3.12 Marne grigio-azzurre (Pa) Pliocene medio-superiore.

Argille marnose grigio-azzurre talora siltose a stratificazione indistinta, di spessore pari ad un centinaio di metri, passanti verso l'alto a sabbie quarzose gialle con rare intercalazioni arenacee.

Affiorano nella parte basale dei versanti vallivi dell'incisione del Fiume Acate-Dirillo e sono caratterizzate da spessori massimi pari a 100 metri. Non vengono intercettate direttamente dal tracciato in progetto

### 5.3.13 Trubi (Pm) – Pliocene inferiore.

Formazione marnoso-argilloso-calcareo di ambiente marino aperto, sviluppatasi al tetto della formazione evaporitica; l'unità è costituita da un'alternanza ritmica di marne e calcari ricchi in plancton calcareo. Questi litotipi sono di colore variabile da bianco a giallastro o a bruno e risultano pressoché privi di frazione terrigena; inoltre, si presentano in strati dello spessore di 20-30 cm, ma possono raggiungere anche dimensioni metriche. Lo spessore della formazione raggiunge i 50-60 metri.

I Trubi sono ampiamente rappresentati in affioramento in destra idrografica del Fiume Acate-Dirillo e nell'intera valle del Salito e Vallone Fiumarello presso l'abitato di Licodia Eubea .

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 5-9 Affioramento della facies marnoso-calcareo della Formazione dei Trubi



Foto 5-10 Facies marnoso-calcareo della Formazione dei Trubi particolare

#### 5.3.14 Calcarea di base (Mg) – Messiniano.

Il Calcarea di Base è costituito da calcari biancastri o grigiastri in strati e banchi massicci dello spessore da 1 a 15 m; la geometria degli strati è grossolanamente lenticolare, a base irregolare, localmente erosiva. I banchi principali sono alternati a livelli, spessi da 30 a 150 cm costituiti da marne calcaree, calcari laminati, o, più raramente, da gessi. Talvolta il passaggio dai banchi calcarei alle intercalazioni marnose si realizza tramite l'interposizione di ritmiti calcaree laminate. In alcune situazioni i banchi calcarei presentano un aspetto brecciato; la natura di questa tessitura può essere imputata a collasso da dissoluzione di minerali o di interstrati evaporitici e/o a processi meccanici di tipo gravitativi. Lo spessore formazionale è pari a circa 70-80 m.

Questa formazione affiora nel Vallone Salito dalla località Quattro Poggi fino alla Piana delle Rose nell'incisione del Vallone Fiumarello .



Foto 5-11 Affioramento Formazione Mg

### 5.3.15 Gessi cristallini (Ms) – Messiniano.

Rappresentano il secondo termine (in ordine di precipitazione) della serie evaporitica e si trovano quindi in contatto stratigrafico con il Calcarea di Base. Hanno una stratificazione millimetrico-ritmica e centimetrico-ritmica e hanno colore da grigio trasparente fino a perfettamente limpido e incolore. Si presentano nelle due forme di gesso primario, grigio e con cristalli minuti, e di gesso secondario, molto più chiaro fino ad essere incolore e costituito da cristalli di dimensioni centimetriche e decimetriche. Il gesso di tipo secondario si presenta essenzialmente in forme massicce o laminate, con la tipica geminazione "a coda di rondine". Lo spessore dei gessi può raggiungere i 20-30 metri.

I gessi non sono presenti sempre nella successione perché si sono depositati esclusivamente in depressioni strutturali e possono risultare in contatto stratigrafico con discordanza angolare.

Affioramenti di gesso sono localizzati nel Vallone Salito, presso la località Quattro Poggi, e presso lo Svincolo n. 5 di Grammichele (5.12 e 5-13).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 5-12 Affioramento Gessi di tipo secondario Formazione Ms



Foto 5-13 Affioramento Gessi di tipo secondario Formazione Ms particolare



### 5.3.16 Formazione Carlentini (Mv) – Tortoniano.

Prodotti di manifestazioni vulcaniche basiche a carattere prevalentemente esplosivo, rappresentati da livelli di vulcanoclastiti mescolate ad una più o meno abbondante frazione carbonatica di origine sedimentaria e da subordinate colate basaltiche a desquamazione globulare. All'interno di questo orizzonte vulcanico compaiono intercalazioni calcaree costituite da bioherme a coralli oppure da biolititi o da calcareniti. Localmente affiorano depositi lacustri dati da livelli marnosi biancastri oppure da diatomiti fogliettate.

Lo spessore può raggiungere i 100 metri.



Foto 5-14 Affioramento della Formazione Mv

## 6 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

### 6.1 PREMESSA

Il tracciato stradale in progetto si sviluppa nei settori nord-orientale e nord-occidentale dell'altipiano Ibleo (Sicilia orientale) ed attraversa i territori dei Comuni di Ragusa, Comiso, Licodia Eubea.

Dal punto di vista planaltimetrico il tracciato si snoda tra le culminazioni topografiche indicate con i toponimi di M. Altore (754 m s.l.m.), i rilievi di Poggio Conventazzo (747 m s.l.m.), M. Raci (608 m s.l.m.), M.te Racello (542 m s.l.m.) M. Badia (577 m s.l.m.), Poggio Lungo (452 m s.l.m.), Serra Grande (436 m s.l.m.).

La morfologia della zona è fortemente influenzata dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di erodibilità; l'idrologia di superficie, le precipitazioni meteoriche e l'acclività sono tra le cause principali che hanno determinato un modellamento differenziato dei versanti; inoltre, questo carattere si riflette sui pattern dei reticoli idrografici che sono riferibili ai tipi sotto descritti:

- a) Tipo "sub-dendritico" ed addirittura "piumato", caratteristico delle aree di affioramento dei terreni coesivi e plastici di natura argilloso-marnosa (Trubi, Marne argillose della F.ne Tellaro).
- b) Tipo "parallelo", tipico delle aree in cui sono presenti affioramenti di litotipi a diversa erodibilità.
- c) Tipo "angolare", caratteristico delle aree di affioramento dei terreni litoidi (calcari e vulcaniti) con numerose aste non confluenti.

La diversa natura dei terreni affioranti ha condizionato strettamente i tratti morfologici, caratterizzati da una significativa varietà di situazioni nelle diverse zone interessate dall'opera in oggetto.

### 6.2 MORFOTIPI RICONOSCIUTI

#### 6.2.1 Forme strutturali e vulcaniche

Sono riconducibili a questo tipo gli orli di scarpata di faglia ed i versanti di faglia.

- Orlo di scarpata di faglia: si realizza in corrispondenza della zona di intersezione fra il piano di faglia e la superficie topografica.
- Versante di faglia: superficie di taglio, talora liscia e lucida, per lo più solcata e striata, prodotta dallo spostamento relativo delle masse litoidi.

#### 6.2.2 Forme di versante dovute alla gravità

In questo gruppo sono comprese:

- Forme di denudazione:
  - nicchie di frana (di crollo, di scorrimento e di colamento): la nicchia di frana è un incavo modellato nel versante dal quale si è staccata una frana; generalmente ha forma a cucchiaio, con la concavità rivolta verso valle.
  - contropendenze: lembi di terreno ruotati nel corso del movimento di frana, caratterizzati da locale inclinazione topografica verso monte.
  - soliflussi: lenti movimenti di terreno impregnato d'acqua, che scivola lungo pendii interessando la porzione corticale del terreno sciolto.
  - orli di scarpata di degradazione: area dalla quale è avvenuto lo spostamento di materiale lungo scarpate, superfici, gradini etc in connessione sia con fenomeni di movimento franoso, sia di caduta di singoli detriti.
- Forme di accumulo e relativi depositi:

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- corpi di frana (di crollo, di scorrimento e di colamento): massa di terreno spostata dal movimento franoso.
  - Deposito di frana per crollo e/o ribaltamento: deposito originato da distacco di rocce litoidi da un pendio acclive e messo in posto con processi di caduta libera, rimbalzo e rotolamento di ciottoli e massi. L'accumulo detritico è costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm<sup>3</sup> e decine di m<sup>3</sup>, privo di matrice o in scarsa matrice sabbioso-pelitica, a luoghi alterata e pedogenizzata. E' caratteristica la riattivazione improvvisa e la estrema velocità del movimento. Per le loro caratteristiche intrinseche tali depositi sono da considerarsi attivi in quanto potenzialmente e improvvisamente soggetti all'arrivo di nuovi accumuli distaccati dai pendii sovrastanti.
  - Deposito di frana per scorrimento: deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.
  - Deposito di frana per colamento: deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti possono essere per lo più coesivi (colate di fango) o granulari (colate detritiche). I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili. Le colate di detrito risultano più rare.
- detriti di versante: accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm<sup>3</sup> e decine di m<sup>3</sup>, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi. Il detrito può essere stato anche rielaborato da fenomeni di gelo-disgelo e dal ruscellamento delle acque superficiali.
- con di detrito: Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia.
- falde di detrito: cumuli detritici disposti in forma alquanto regolare ai fianchi di rilievi montuosi.

### 6.2.3 Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

Sono attribuibili a questo gruppo le seguenti forme:

- Forme di erosione che comprendono:
  - alvei in approfondimento: alveo in fase di incisione, caratteristico quando un corso d'acqua è privo o quasi di carico solido e tutta la sua energia viene spesa nell'erosione e nel modellamento del fondo.
  - vallecole a V: incisioni caratteristiche su versanti pressoché spogli costituiti da materiali poco permeabili ed alquanto erodibili.

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- vallecole a conca: incisioni con fondo concavo, incise e in seguito riempite da sedimenti, con contributo importante di sedimenti provenienti dai fianchi ("colluvio" senso lato)
- vallecole fondo piatto: incisioni con fondo piatto, incise e in seguito riempite da sedimenti, con contributo dominante di sedimenti trasportati lungo la vallecola stessa.
- alveo con erosione laterale o sponda in erosione: arretramento di una sponda fluviale attraverso una combinazione di erosione dovuta alla corrente fluviale e movimenti di massa.
- ripiani di erosione: superficie interessata da ruscellamento diffuso.
- orli di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: ciglio di erosione situato al bordo di terrazzi fluviali situati lungo i corsi dei fiumi e lungo le coste marine e lacustri, a quote più elevate rispetto al livello di base attuale.
- orli di scarpata di denudazione: forme di erosione legate al diverso comportamento delle rocce in relazione alla degradazione meteorica.
- superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso: riguardano comunemente i terreni ricchi di limi e argille e sono dovuti agli effetti delle acque meteoriche che scorrono sulla superficie del versante in forma di velo diffuso o di reticolo. Questo tipo di erosione comporta l'asportazione di particelle della copertura e ne coinvolge in generale uno spessore limitato.
- depositi eluvio-colluviali: coltre di materiale detritico, generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata), con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.
- superfici di terrazzo: pianori costituiti da depositi alluvionali terrazzati deposti e modellati ad opera del corso d'acqua.

### 6.2.4 Forme antropiche

Le forme antropiche consistono essenzialmente in:

- versanti con terrazzamento a muretti o a scarpate (integri e/o in degradazione): sono state perimetrare le porzioni di versante sistemate con murature a secco o caratterizzati da terrazzamenti bordati da piccole scarpate, sia integri sia interessati da locali deformazioni.
- cave: sono state perimetrare le aree interessate da coltivazione mineraria attiva o passata.
- orli di scarpata di cava: rappresentano i cigli di scavo delle aree interessate da coltivazione mineraria.
- rilevati stradali o ferroviari: indicano l'ingombro delle aree di sedime delle infrastrutture stradali o ferroviarie esistenti.
- riporti: materiale di risulta accumulatosi in seguito alle attività di estrazione di cava e/o di risulta degli scavi delle trincee esistenti.
- tratti di corso d'acqua con briglie: indicano i settori torrentizi e/o fluviali interessati da forte erosione lineare sistemati mediante la realizzazione di opere trasversali in muratura e/o gabbioni.
- argini fluviali: si tratta di rilevati in terra o muratura realizzati al fine di contenere le piene nell'ambito dell'area golenale del corso d'acqua.

### 6.3 CARATTERI MORFOLOGICI DEL CORRIDOIO DI STUDIO

Sulla base del rilevamento geologico di superficie svolto e con l'ausilio dell'analisi delle riprese aeree disponibili, è stato possibile definire le principali caratteristiche morfo-evolutive del corridoio di studio.

Il tracciato, superato lo Svincolo n. 3 s.p. 5 Licodia Eubea, si dirige verso l'ampia vallata del sistema fluviale Acate Dirillo – Salito, interessando un settore di territorio che diminuisce di quota passando dai 330 m s.l.m. fino a raggiungere i 250 m s.l.m. circa per superare, tramite viadotto, il corso d'acqua; il Fiume Dirillo scorre in direzione NE-SW, con deflusso sud-occidentale, in un'ampia vallata caratterizzata da estesi depositi alluvionali terrazzati.

Tra lo Svincolo n. 3 s.p. 5 Licodia Eubea ed il corso d'acqua si osservano ampie zone terrazzate costituite da sedimenti sabbioso-ghiaiosi e limoso-argillosi di deposizione quaternaria marina e lacustre interessati da intensi processi erosivi lineari e/o diffusi da parte delle acque di dilavamento superficiale.

Superato il Vallone Salito il tracciato procede verso Licodia Eubea in destra idrografica del Fosso Fiumicello, affluente destro del Salito incrementando di quote dai 250 m s.l.m. del fiume fino ai 380 m s.l.m. circa della zona di Svincolo n. 4 di Licodia Eubea. Il corso d'acqua mostra un pattern molto variabile, dal sub-dendritico al piumato e/o angolare, in funzione sia della natura litologica del substrato sia delle lineazioni tettoniche presenti. Il substrato risulta essere costituito quasi esclusivamente dal complesso marnoso dei Trubi, che affiora fino allo Svincolo n. 4 di Licodia Eubea, mascherato in modo diffuso da coltri detritico alluvionali fluviali e, nel tratto prossimo al citato Svincolo, da estese e potenti coperture quaternarie di origine marina.

Il versante destro del Fiumicello è caratterizzato da un settore sommitale terrazzato sub-pianeggiante, bordato da un esteso e continuo gradino d'erosione che degrada verso valle con bruschi salti di pendenza, da molto acclive a sub-orizzontale.

In tutto il settore si riconoscono frequenti movimenti gravitativi sia attivi sia antichi e/o quiescenti che hanno interessato il basamento mio-pliocenico ed i termini quaternari marini (Frane L3\_1÷L3\_4)

Procedendo dallo Svincolo n. 4 di Licodia Eubea in direzione dello Svincolo n. 5 di Grammichele il tracciato si colloca in destra idrografica del Fosso Fiumicello, affluente destro del Dirillo, incrementando di quota dai 380 m s.l.m. per raggiungere i 500 m s.l.m. circa della zona dello Svincolo n. 5 di Grammichele.

Il corso d'acqua mostra un reticolo molto variabile, dal sub-dendritico al piumato e/o angolare, in funzione sia della natura litologica del substrato sia delle lineazioni tettoniche presenti; i numerosi affluenti situati in destra idrografica del Fiumicello, attraversati pressoché ortogonalmente dal tracciato, ricalcano le numerose discontinuità presenti nell'area.

La morfologia generale è caratterizzata da un settore sommitale terrazzato sub-pianeggiante bordato da un esteso e continuo gradino d'erosione che degrada verso valle con bruschi salti di pendenza; in generale, l'intera tratta si presenta moderatamente acclive verso l'incisione del Torrente Fiumicello, mostrando comunque incisioni ortogonali al tracciato, a deflusso orientale, con versanti da moderatamente a mediamente acclivi.

Le morfologie rilevate sono riconducibili a episodi alternati di sedimentazione marina e fluviale, ed erosione; infatti, i depositi quaternari marini terrazzati hanno colmato paleovalli fortemente incise nei depositi mio-pliocenici. Le paleoincisioni colmate da spessori notevoli di sedimenti marini quaternari sono localizzate presso la futura Galleria Licodia Eubea, in località La Ciuria, San Giovanni, Vallone Quattro Poggi e Casa Di Pietro.

In tutto il settore si riconoscono frequenti movimenti gravitativi sia attivi sia antichi e/o quiescenti che hanno interessato il basamento mio-pliocenico ed i termini quaternari marini (Frane L4\_1÷L4\_3).

## 6.4 DISSESTI CENSITI DAL PAI (REGIONE SICILIANA) E DALL'IFFI (ISPRA-SINANET)

L'attività di rilevamento geologico e geomorfologico di superficie è stata condotta prendendo in esame anche quanto indicato dagli elaborati di Pianificazione territoriale vigenti, quali la Carta dei Dissesti edita dal PAI della Regione Sicilia e la cartografia interattiva dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) disponibile in rete e curata dall'ISPRA-SINANet, al fine di valutare la corrispondenza tra i dissesti rilevati e quelli indicati dalle citate fonti.

### 6.4.1 Confronto con la Carta dei Dissesti del PAI

Le Frane L3\_2, L3\_3, L3\_4, L4\_1, L4\_3, censite nel corso dello studio durante la redazione del PD, non sono indicate sulla Carta dei Dissesti del PAI.

Per contro la Frana L3\_1 è situata a ridosso dei dissesti PAI nn. 078-3LE-020 e 021, per i quali si conferma che si tratti di settori interessati da deformazioni superficiali lente tipo "soliflussi". La frana L4\_2 coincide con la frana PAI n. 078-3LE-043.

Per il dettaglio delle frane censite dal PAI si rimanda allo specifico elaborato "Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI" - T02GE01GEOCG20÷ T02GE01GEOCG27.

### 6.4.2 Confronto con la cartografia interattiva dell'IFFI

Le Frane censite in sede di rilevamento geologico non sono indicate sulla cartografia interattiva dell'IFFI.

Per contro l'IFFI identifica, tra le pk 6+625 e 6+725 del Lotto 2, una frana complessa quiescente indicata con il codice identificativo ID 0875000101; l'analisi di campo ha evidenziato che si tratta di una vasta placca della copertura eluvio-colluviale (ec), di spessore variabile, interessata da locali fenomeni di soliflusso, all'interno della quale occhieggiano affioramenti del substrato marnoso riconducibile alla formazione dei Trubi (Pm).

## 6.5 ANALISI DI SUSCETTIBILITÀ DI FRANA

Lo scopo di questo paragrafo è quello di valutare la suscettibilità di fenomeni gravitativi che possono attivarsi in seguito a eventi pluviometrici estremi. Tale studio utilizza un approccio di tipo multidisciplinare che comprende studi di tipo geologico, geomorfologico e di uso del suolo.

Il lavoro si è articolato in buona parte in campagna per quanto concerne il rilevamento geomorfologico-geologico di dettaglio, a questa fase preliminare ne è seguita una di elaborazione in ambiente GIS (software con licenza GPL) delle carte tematiche relative alle caratteristiche delle formazioni geologiche, delle forme del paesaggio, delle acclività e dell'esposizione dei versanti e dell'uso del suolo.

Sono quindi stati individuati all'interno di questi ambiti i fattori predisponenti in un numero limitato di classi, in questo modo per ciascun fattore predisponente si ottiene una carta tematica, o layer. La sovrapposizione di questi layer (raster), ottenuta in ambiente GIS, applicando tecniche di analisi spaziale unitamente all'algebra di mappa, porta alla definizione di domini omogenei, caratterizzati dalle combinazioni delle classi in cui i fattori predisponenti sono stati suddivisi. Tali domini omogenei rappresentano la propensione al dissesto.

I fattori predisponenti scelti sono quelli che favoriscono l'attivazione di fenomeni gravitativi in seguito a fenomeni pluviometrici intensi.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO 2

Il primo fattore considerato è stato quello relativo alle **caratteristiche litologico-tecniche**, nel quale oltre alle caratteristiche litologiche delle formazioni sono state considerate le aree detritiche, con coperture e coinvolte in dissesti gravitativi. Sono state definite quattro differenti classi così suddivise

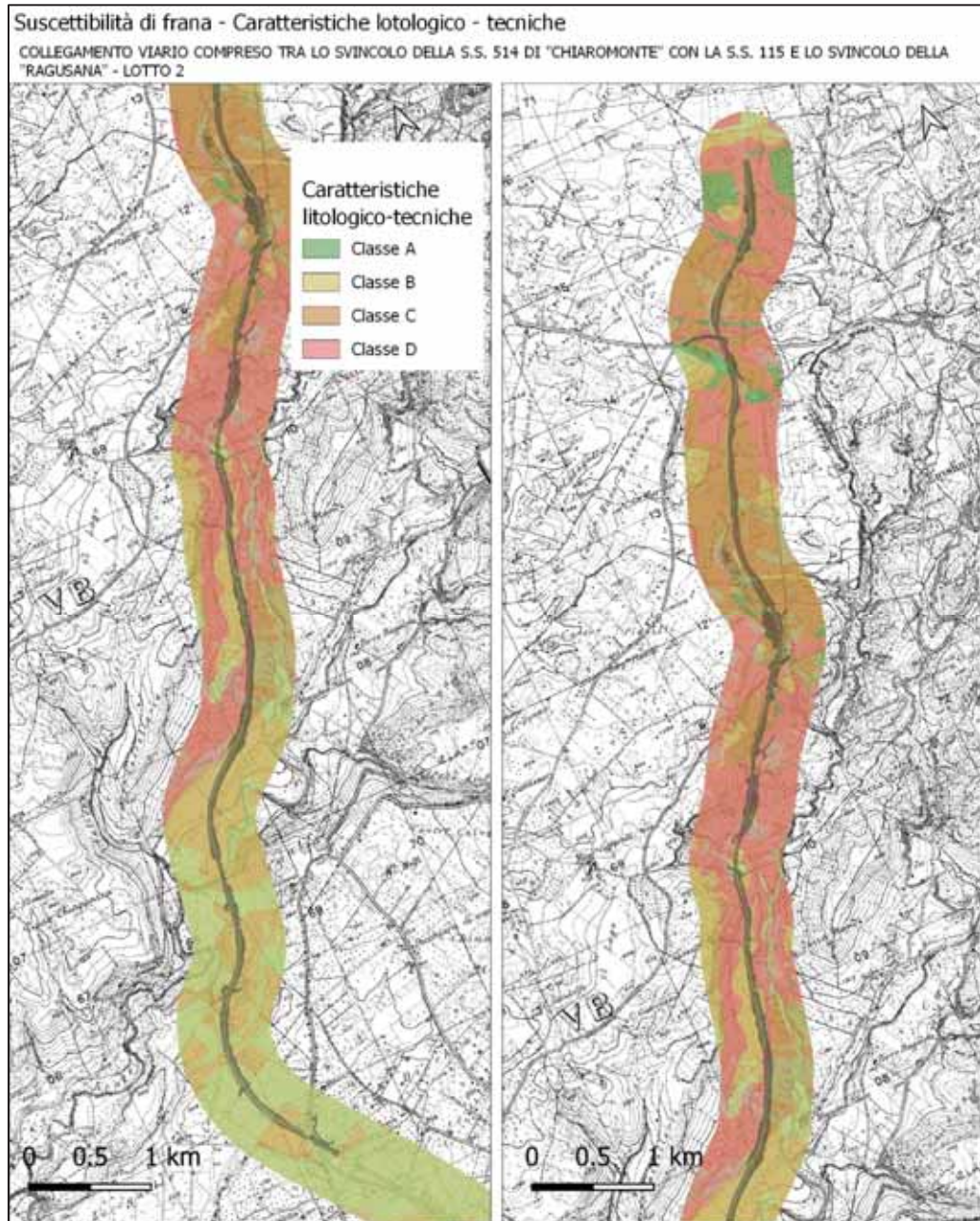


Figura 6.1 Stralcio caratteristiche litologico-tecniche

- Classe A

Comprende formazioni calcaree e gessose e formazioni effusive e vulcanoclastiche

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- **Classe B**

Comprende le alluvioni fluviali grossolane, conglomerati e rocce prevalentemente arenitiche

- **Classe C**

Comprende formazioni costituite da alternanze (arenitico-pelitiche, pelitiche-arenitiche, marnoso-arenitiche) e depositi di conoide

- **Classe D**

Comprende depositi di frana, coltri eluvio colluviali e formazioni argilloso-marnose

Questo layer è stato costruito con i dati delle cartografie geologiche e geomorfologiche del progetto esecutivo.

Il secondo fattore predisponente considerato è la **distanza dai fossi caratterizzati da alti tassi di erosione ed approfondimento**; la scelta di tale fattore è legato all'individuazione durante la fase di rilievo di un'alta densità di dissesti nelle aree prossime ai fossi in incisione. Per questo fattore sono state scelte due classi, una compresa tra l'asse fluviale e 50 m, e una seconda tra i 50 m e i 100 m, poiché lo scalzamento al piede dei versanti da parte delle acque correnti appare maggiormente efficace nei primi 50 m di distanza dall'asta fluviale ed in generale assume un aspetto rilevante solo entro i primi 100 metri. Il secondo layer è stato sviluppato attraverso l'individuazione dei fossi in incisione riportati nella carta geomorfologica del progetto esecutivo.



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

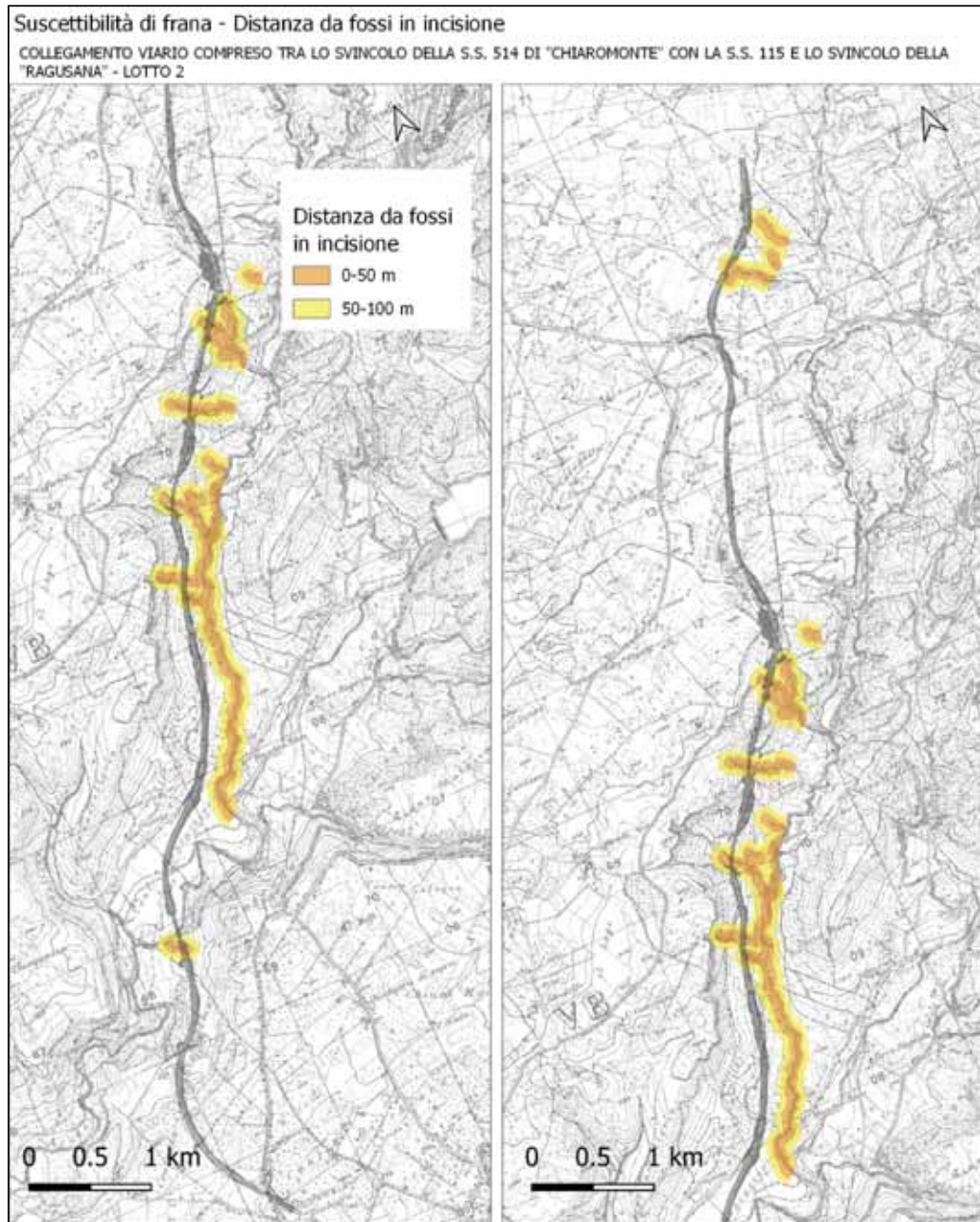


Figura 6.2 Stralcio distanze da fossi in incisione

Il terzo fattore predisponente considerato è la **pendenza dei versanti**, tale dato è stato ricavato attraverso il DEM (modello di elevazione del suolo) *Tinitaly fornito dall'INGV*. Il DEM con definizione 10x10 m ha dato la possibilità di sviluppare una carta delle pendenze con medesima risoluzione. Le pendenze sono state suddivise in cinque classi.

- 0-5°
- 5-10°
- 10-25°
- 25-30°

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- >30°

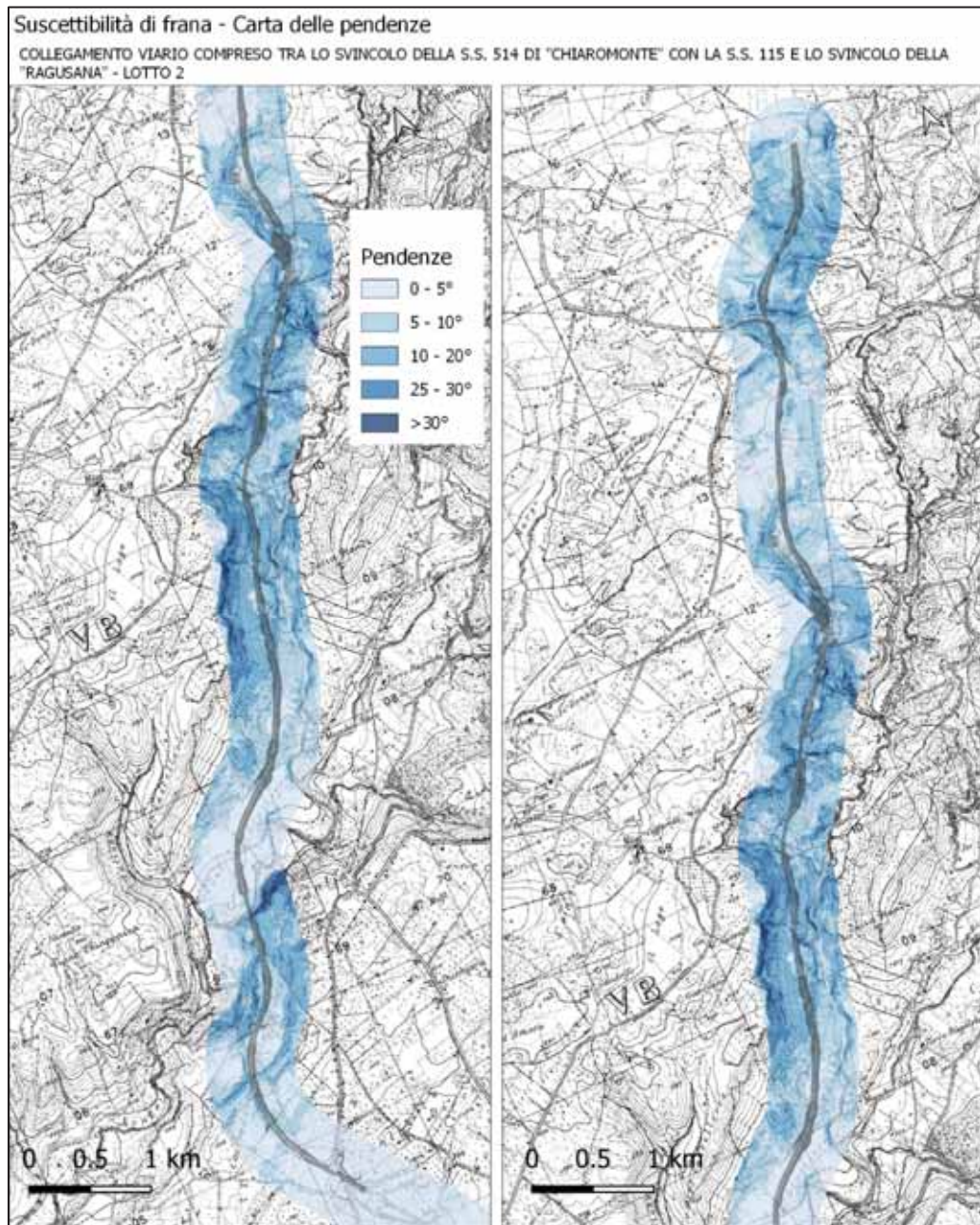


Figura 6.3 Stralcio carta delle pendenze

Il quarto fattore predisponente considerato è l'**esposizione dei versanti**, poichè riflette le diverse condizioni termiche e di umidità della porzione più superficiale del suolo che possono contribuire alla predisposizione del pendio alla generazione di movimenti franosi.

È stato ricavato attraverso il DEM (modello di elevazione del suolo) *Tinitaly fornito dall'INGV*. Il DEM con definizione 10x10 m ha dato la possibilità di sviluppare una carta dell'esposizione con medesima risoluzione. L'esposizione è stata suddivisa in tre classi.

- Sud – Sud Ovest

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- Nord – Nord Est
- Nord Ovest – Sud Est

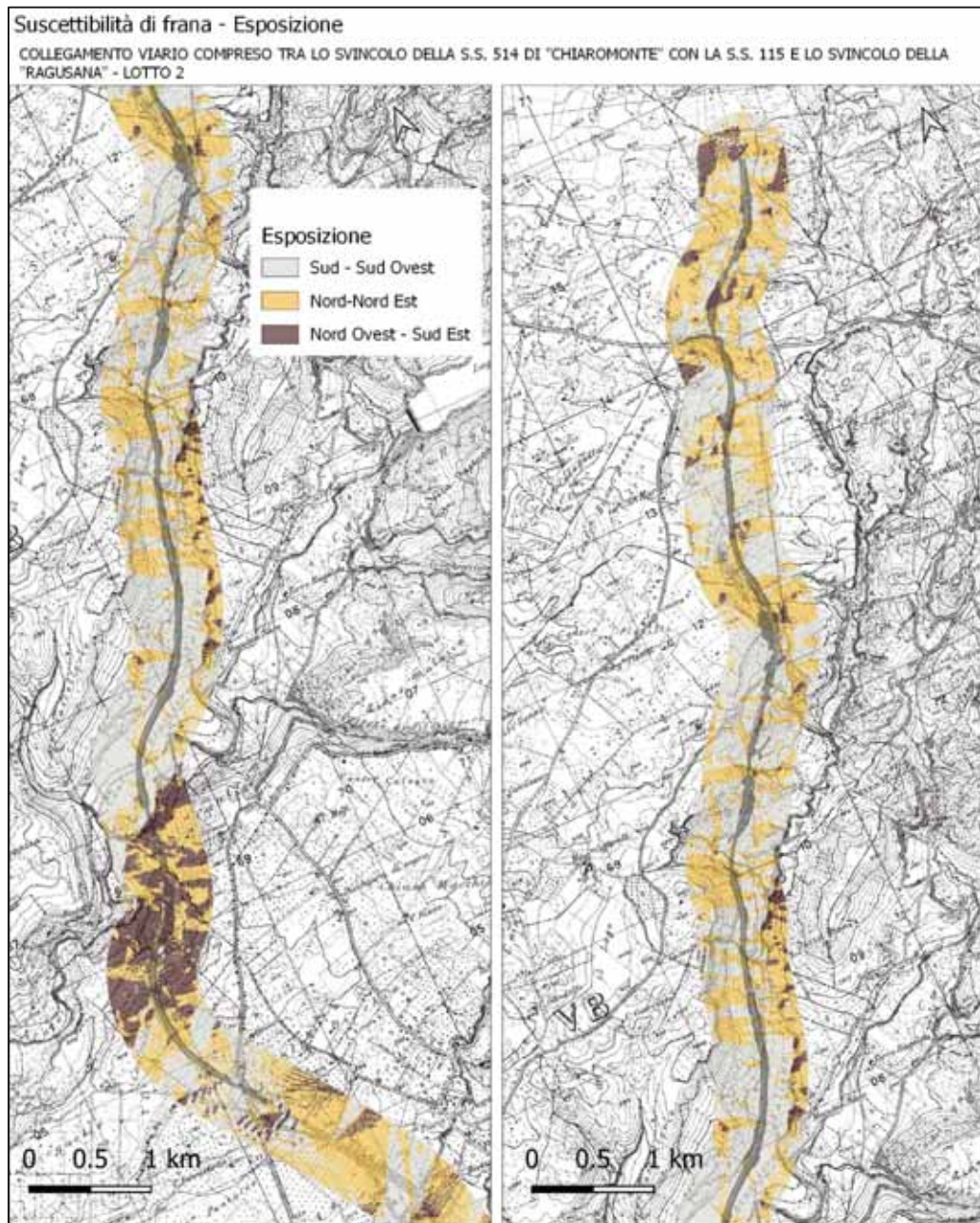


Figura 6.4 Stralcio carta esposizione dei versanti

Il quinto fattore predisponente considerato è l'**uso del suolo**. I dati derivano dagli shapefile forniti dal progetto *Corine Land Cover* (aggiornamento 2018). In particolare sono state distinte tre differenti classi

- Aree Industriali
- Aree coltivate/urbanizzate
- Aree Incolte

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

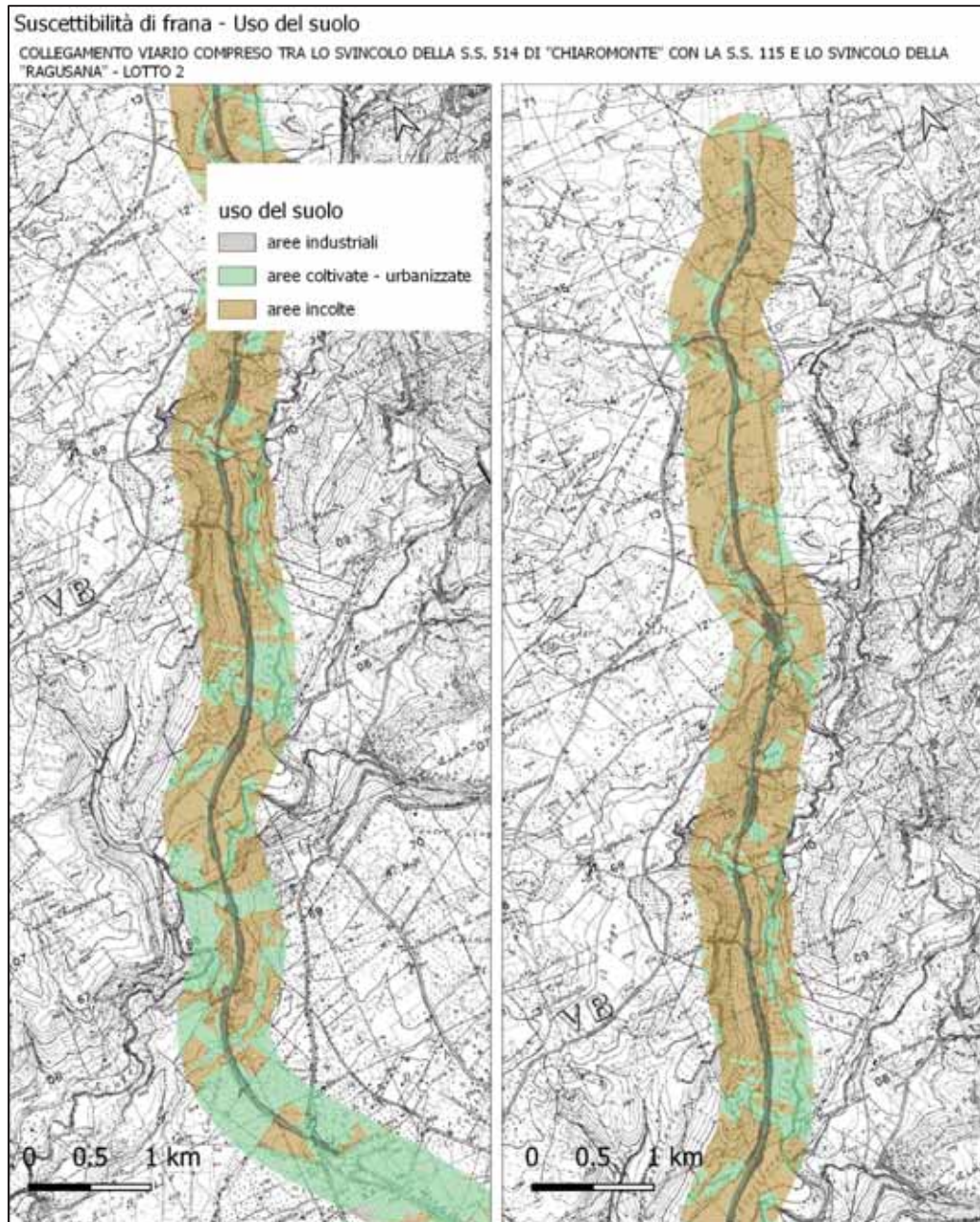


Figura 6.5 Stralcio carta uso del suolo

Il sistema è stato precedentemente calibrato sui fenomeni gravitativi censiti da PAI e IFFI, e poi alle singole classi dei differenti fattori predisponenti sono stati assegnati dei coefficienti per poter procedere all'analisi numerica. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con i coefficienti applicati.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Fattore	Classe	Coefficienti
Caratteristiche litologico-tecniche	A	1
	B	4
	C	9
	D	16
Distanza fossi in incisione	0-50 m	2
	50-100 m	4
Pendenze versante	0-5°	1
	5-10°	2
	10-25°	5
	25-30°	10
	>30°	25
Esposizione versante	Sud - Sud Ovest	1
	Nord - Nord Est	2
	Nord Ovest- Sud Est	4
Uso del Suolo	Aree industriali	1
	Aree coltivate - urbanizzate	2
	Aree incolte	3

Tabella 6-1 Classi fattori innescanti

Come si evince dai coefficienti è stato dato maggior peso alla pendenza e alle caratteristiche geologico-tecniche di rocce e terre, poiché dall'esperienza di campo risultano i fattori con maggiormente influenzanti l'instabilità di versante. Questo tipo di analisi tiene in considerazione principalmente fenomeni gravitativi di massa, colamenti, scivolamenti e fenomeni complessi, mentre sono esclusi i fenomeni che coinvolgono litotipi litoidi.

L'intersezione dei cinque fattori innescanti da un quadro sulla suscettibilità del territorio all'innescamento di fenomeni di instabilità, in base alle condizioni locali. Sono state definite cinque differenti classi in funzione dell'esito dell'analisi.

- **Molto bassa**
- **Bassa**
- **Media**
- **Alta**
- **Molto alta**

Si individuano differenti aree in prossimità del tracciato o in corrispondenza di esso con una predisposizione al dissesto. In particolare le aree a suscettibilità alta e molto alta sono ad Ovest del tracciato tra le pr. 5+950 e 6+400 circa, ad Est del tracciato tra le pr. 6+025 e 6+100 circa, trasversalmente al tracciato in corrispondenza di un corso d'acqua in incisione alla pr. 7+375 circa, ad Ovest del tracciato tra le pr. 7+825 e 8+150 ad Ovest del tracciato tra le prog. 11+500 e 12+100

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

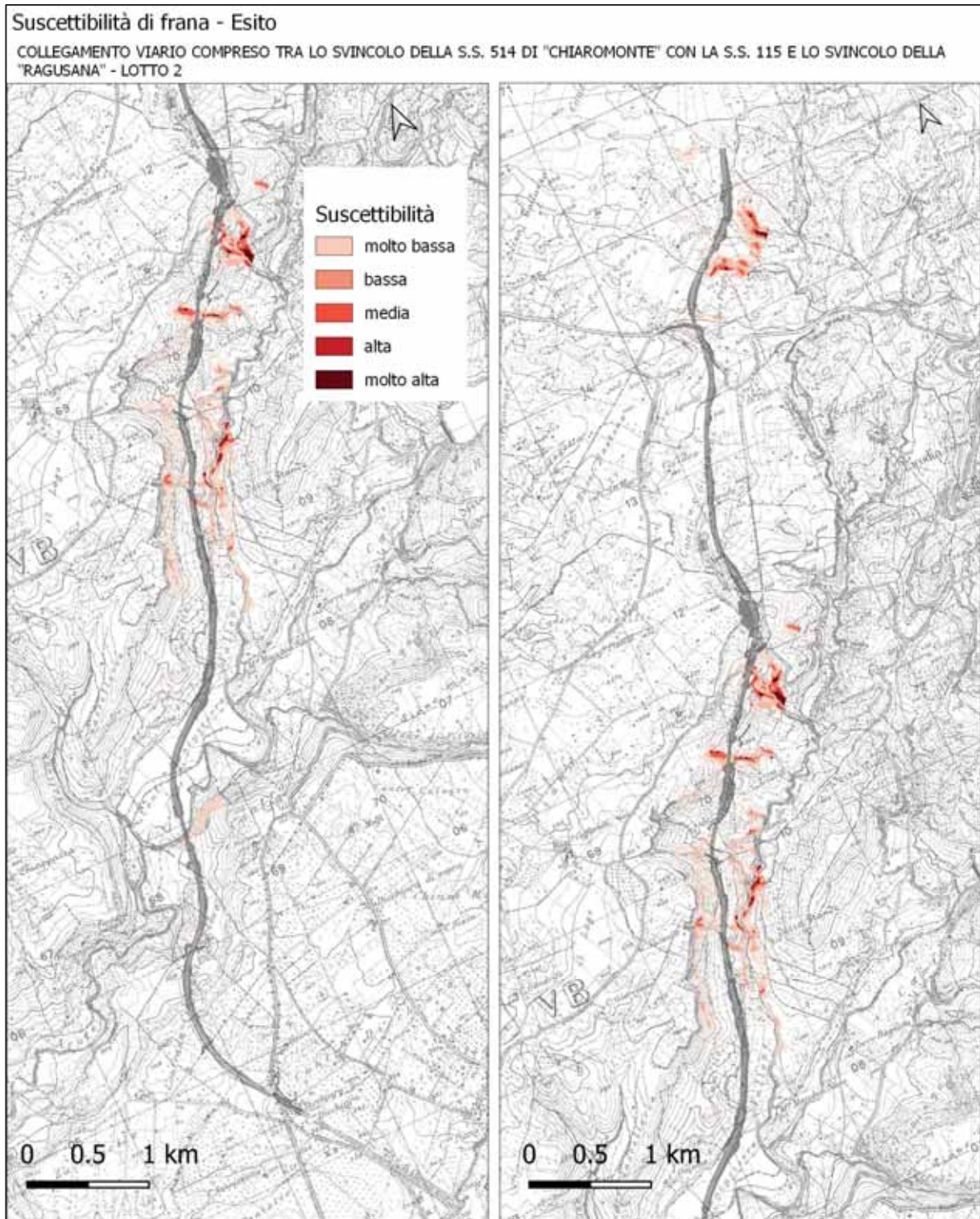


Figura 6.6 Stralcio carta di suscettibilità di frana

## 6.6 DISSESTI CENSITI

Nella presente nota sono state riassunte le peculiarità morfo-evolutive delle n. 7 frane censite, sintetizzate in specifiche monografie redatte a seguito della campagna di rilevamenti geologici e delle indagini svolte in questa fase progettuale.

Le caratteristiche dei dissesti rilevati sono state inoltre confrontate con quanto deducibile dall'analisi della Carta dei Dissesti edita dal PAI della Regione Sicilia per valutarne la corrispondenza.

Dal confronto è emerso che la frana L3\_1 (cfr. 6.6.1) censita in questa sede è situata a ridosso dei dissesti PAI nn. 078-3LE-020 e 021, per i quali si conferma che si tratti di settori interessati da deformazioni superficiali lente tipo "soliflussi".

La frana L4\_2 coincide con la frana PAI n. 078-3LE-043 (cfr. 6.6.5).

Confermato anche il dissesto PAI 080-7CH-001, situato in prossimità dell'asse destro di progetto alla pk. 7+150 del Lotto 2 e rappresentato da un fenomeno di erosione accelerata nei depositi detritici di versante.

Le rimanenti frane, ossia le L3\_2, L3\_3, L3\_4, L4\_1, L4\_3 censite nel corso dello studio non sono indicate nella citata Carta dei Dissesti.

Un ulteriore confronto è stato eseguito con la cartografia ufficiale dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) che identifica, tra le pk. 6+610 e 6+740 del Lotto 2, due frane complesse quiescenti indicate con i codici identificativi ID 0875000101 - 0875000102; l'analisi di campo ha evidenziato che si tratta di una vasta placca della copertura eluvio-colluviale (ec) di spessore variabile interessata da locali fenomeni di soliflusso, all'interno della quale occhieggiano affioramenti del substrato marnoso riconducibile alla formazione dei Trubi (Pm).

**6.6.1 LOTTO 2 PK. 5+450-5+570 – FRANA L3\_1**

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento quiescente	
<i>Quota coronamento:</i> 310 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 16 m
<i>Quota minima:</i> 296 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 160 m

*Ubicazione:*

La Frana L3\_1 ricade, in coincidenza e a valle del tracciato, presso la località Serragrande in destra idrografica del Vallone Salito, in un'area compresa tra due fossi tributari destri del medesimo corso d'acqua (Elaborato T02GE01GEOCG15A). Il fenomeno gravitato si colloca tra le pk. 5+450 e 5+570 in destra dell'asse in progetto.



Figura 6.7 Confronto tra carta Geomorfologica dissesti PAI



---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

---

*Descrizione:*

Il dissesto interessa un versante a media acclività, costituito dai termini marnoso-argillosi attribuibili alla Formazione dei Trubi (Pm) che in zona sono ricoperti da una coltre ghiaiosa di spessore costante pari a circa 1 m. Il dissesto è riconducibile ad un colamento che ha interessato la porzione alterata dei Trubi e la sovrastante coltre ghiaiosa, presumibilmente in condizioni di massima saturazione, in un settore in cui si osserva l'approfondimento del sistema fluviale del Salito e dei suoi affluenti destri.

Il fenomeno si presenta quiescente in quanto non si osservano fessurazioni sul manto stradale della S.S. 514.

Attualmente si osserva un accumulo di frana che è stato successivamente scavato nella parte mediana ad opera dell'azione erosiva delle acque dilavanti.

Il colamento presenta un allungamento in direzione EST-OVEST, pressoché ortogonale all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 100 m, una larghezza di 160 m ed un dislivello di circa 16 m. Sulla base delle indagini geognostiche (S091i) e geofisiche (BS068-BS069bis) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 6 m. Le misure inclinometriche eseguite nel sondaggio ubicato nella parte mediana dell'area di coronamento, indicano nei cinque mesi successivi all'installazione dello strumento, un movimento cumulato di 1,5 mm verso NNE, tali spostamenti, considerata la linea di massima pendenza e direzione di movimento del fenomeno gravitativo, non sono attribuibili alla riattivazione del colamento.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è pari a 300 m s.l.m con deflusso in direzione orientale.

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

La Carta dei dissesti del PAI indica nell'area, a monte della strada esistente, la presenza di n. 2 dissesti interpretati come soliflussi attivi, riportati nella figura 6-7, con codici identificativi 078-3LE-020 e 078-3LE-021. I rilievi di dettaglio, le indagini ed i monitoraggi svolti hanno confermato la presenza dei soliflussi nelle aree indicate dal PAI. Nella Figura 2-1 è visibile la posizione dei dissesti PAI e l'ubicazione della frana rilevata nel corso del presente studio.

*Interventi previsti*

Il fenomeno gravitativo attualmente presenta piccole attivazioni solo al piede, per questo viene considerato quiescente, non si esclude che in caso di eventi pluviometrici estremi o azione sismica possa attivarsi anche la parte di coronamento generando fenomeni di scalzamento alla strada esistente o a quella in progetto.

Al fine di evitare possibili riattivazioni dei fenomeni di instabilità, sia durante le fasi costruttive che durante l'esercizio della nuova arteria stradale, si prevede la realizzazione di un muro su pali che abbiano la funzione di intercettare le possibili superfici di scivolamento oltre che di sostegno del nuovo rilevato in progetto. L'impiego del muro su fondazioni indirette viene prolungato oltre la zona di frana quiescente in modo da oltrepassare con una soluzione omogenea il tratto di impluvio riportando le azioni derivanti dal muro agli strati profondi stabili del sedime di fondazione.

Per i dettagli e i calcoli di verifica dell'opera di mitigazione si rimanda allo specifico elaborato (T02GE00GETRE02).

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**



Foto 6-1 panoramica del dissesto da Est



Foto 6-2 visuale dissesto da Sud

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-3 dettaglio dell'area del piede del dissesto

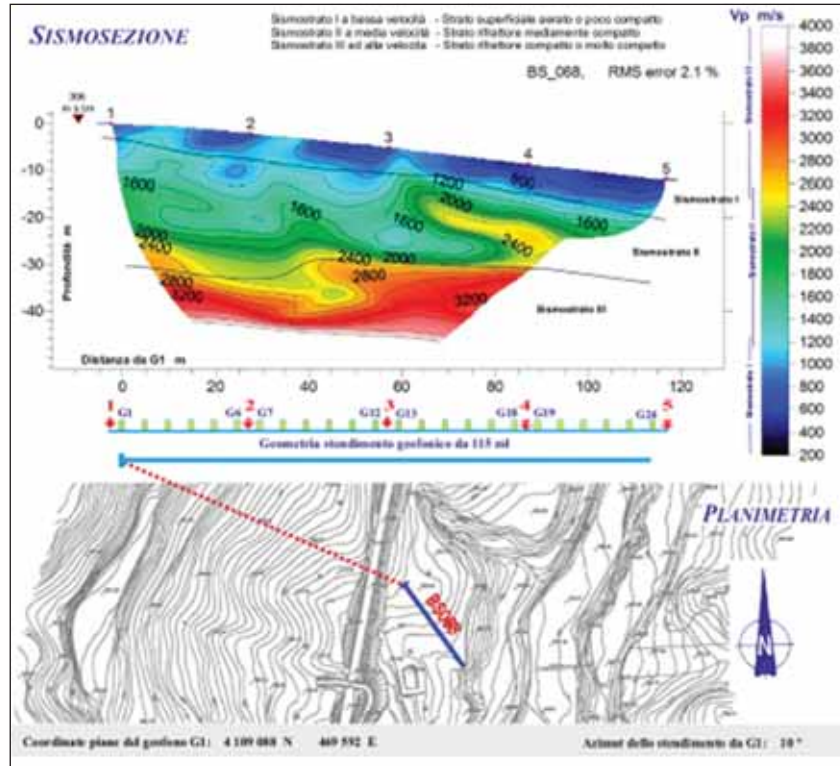


Figura 6.8 sismosezione BS\_068 ubicato longitudinalmente al dissesto

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

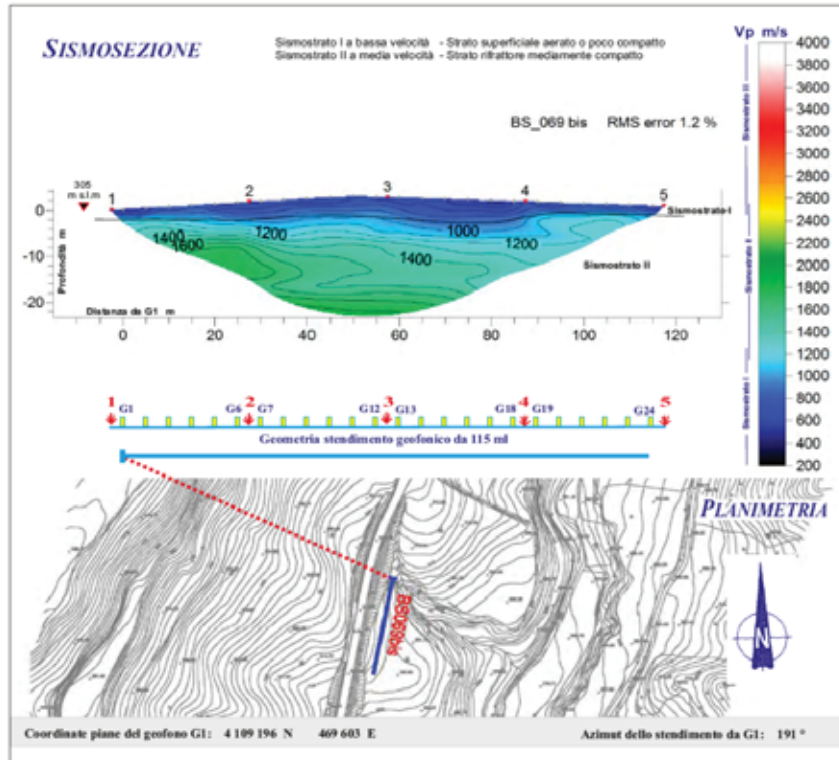


Figura 6.9 sismosezione BS\_069 bis ubicato in corrispondenza del coronamento trasversalmente al dissesto



Figura 6.10 misure inclinometriche S091

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

6.6.2 LOTTO 2 PK. 6+025-6+450 – FRANA L3\_2

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di crollo e ribaltamenti attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 426 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 112 m
<i>Quota minima:</i> 314 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 430 m

*Ubicazione:*

La Frana L3\_2 ricade presso la località Serragrande in destra idrografica del Vallone Salito, il fenomeno si distingue in tre differenti aree: un'area di distacco, un'area di accumulo con blocchi instabili ed un'area di accumulo, le prime due sono in sinistra dell'asse di progetto mentre la terza in destra (Elaborato T02GE01GEOCG16A).

*Descrizione:*

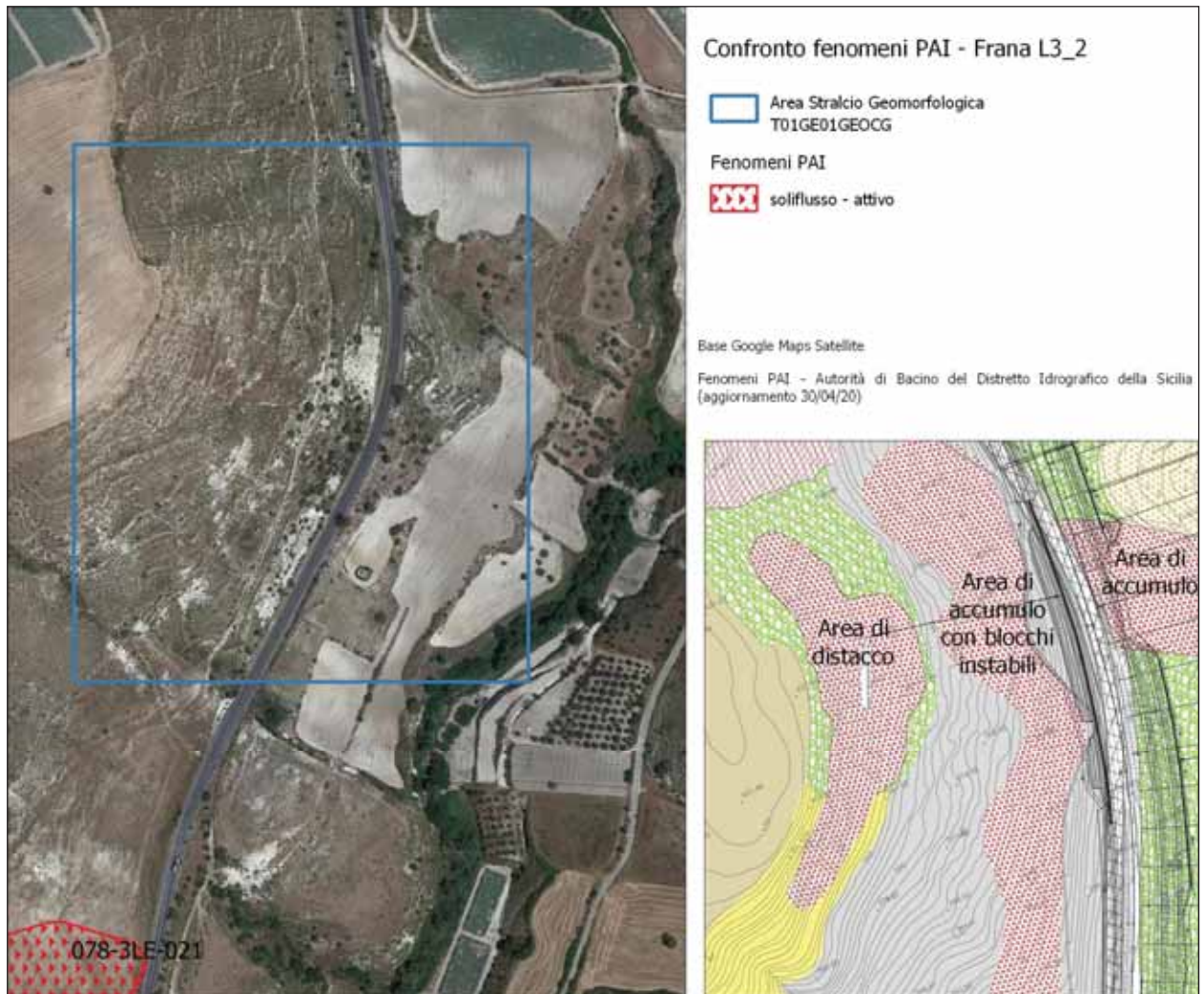


Figura 6.11 confronto carta Geomorfologica e dissesti PAI

Si tratta di una frana di crollo e ribaltamento attiva che ha coinvolto una ripida scarpata, di 2 metri di altezza e dell'area a valle di questa, situata alla sommità del versante destro del Vallone Salito, interessando sia la formazione arenaceo-siltosa quaternaria Qs; la frana è testimoniata dalla presenza di

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

blocchi ciclopici di dimensioni dell'ordine del metro cubo ed oltre. Sul pendio si osservano una zona di distacco compresa tra le quote 426 e 386 m s.l.m. e due zone di accumulo, una mediana compresa tra le quote 380 e 350 m s.l.m. a monte dell'asse in progetto, nella quale sono presenti blocchi ciclopici non stabili, ed una basale compresa tra 338 e 314 m s.l.m. a valle del progetto. Tra le differenti aree si osservano zone in cui affiora il substrato roccioso (Trubi) con la presenza di numerosi blocchi rotolati dal settore sommitale.

Si tratta di un fenomeno attivo, in particolare risulta evidente come dall'area sommitale, in particolare dalla scarpata alta circa 2 m, si distaccano blocchi di dimensioni superiore al metro cubo, fatto testimoniato dalla misurazione in campo dei blocchi nelle aree di accumulo e dalle spaziature delle famiglie di discontinuità misurate sulla scarpata durante l'esecuzione della Stazione Geomeccanica SGe3 (Allegato 1 della T02GE01GEORE02A); nell'area intermedia di accumulo a monte dell'asse in progetto, sono presenti blocchi ciclopici non del tutto stabili. Non si esclude che l'accumulo di blocchi a valle dell'asse in progetto sia precedente o contestuale alla costruzione dell'attuale strada, non vi è invece alcun dubbio che i blocchi si siano distaccati dalla scarpata sommitale, poiché sono costituiti dalle stesse litologie.



Foto 6-4 dettaglio litologia, blocco nell'area di accumulo a valle della strada esistente



Foto 6-5 dettaglio litologia, blocco nell'area mediana del versante

I fenomeni di instabilità che si attivano nella parte sommitale della scarpata sono acuiti dal comportamento plastico della formazione dei Trubi sottostante, che attraverso fenomeni gravitativi superficiali generano scalzamento e detensione nei sovrastanti livelli fragili delle formazioni quaternarie, in un fenomeno che in maniera complessiva può essere assimilato ad un espansione laterale.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Come detto si tratta di fenomeni di crolli e ribaltamenti la cui direzione di movimento è verso oriente, pressoché ortogonale all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 430 m, una larghezza di circa 85 m ed un dislivello di circa 112 m.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è pari a 350 m s.l.m. nella zona di coronamento e 300 m s.l.m. nella zona di piede, con deflusso in direzione orientale.

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

Come osservabile nello stralcio planimetrico di 6.11, la Frana L3\_2 non è indicata nella carta dei dissesti del PAI.



Foto 6-6 panoramica area coinvolta in frana L3\_2

*Interventi previsti*

Considerata l'attività e il costante arretramento della scarpata nell'area di distacco, l'alta pendenza del versante e l'instabilità dei blocchi nell'area di accumulo a monte dell'opera in progetto la pericolosità del fenomeno gravitativo va considerata alta sia i termini di frequenza che di intensità. Per la stabilizzazione dell'area in frana si è progettato un intervento di protezione da caduta massi posizionato a monte della sede stradale di progetto che va a mitigare il rischio collegato ai fenomeni di crollo testimoniati dalla presenza a valle della strada attuale di blocchi ciclopici di dimensioni anche oltre il metro cubo rotolati dal settore sommitale. La direzione di movimento è pressoché ortogonale all'asse del tracciato e l'opera in progetto intercetta le possibili traiettorie di caduta.

Per i dettagli e i calcoli di verifica dell'opera di mitigazione si rimanda allo specifico elaborato (T02GE00GETRE02).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-7 area di distacco, sulla scarpata è stata eseguita la Stazione Geomeccanica Sge3



Foto 6-8 area di distacco, dettaglio blocchi instabili cinematicamente compatibili a fenomeni di ribaltamento per discontinuità parallele al versante



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-9 e Foto 6-10 blocchi in area di accumulo superiore al metro cubo



Foto 6-11 area di accumulo a valle della strada esistente, nella parte centrale della foto evidente la barra metrica gialla.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-12 area di accumulo mediana con blocchi instabili



Foto 6-13 dettaglio blocco instabile con volume superiore a  $3\text{m}^3$  nella porzione mediana del versante

### 6.6.3 LOTTO 2 PK. 7+475-7+530 – FRANA L3\_3

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento attivo	
<i>Quota coronamento:</i> 406 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 30 m
<i>Quota minima:</i> 376 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 55 m

*Ubicazione:*

La Frana L3\_3, situata a monte del tracciato, è ubicata presso la località Casa Accardi in destra idrografica del Vallone Salito, nella zona di testata del fosso Tenchio. In corrispondenza della spalla Nord del nuovo Viadotto Tenchio (Elaborato T02GE01GEOCG16A).

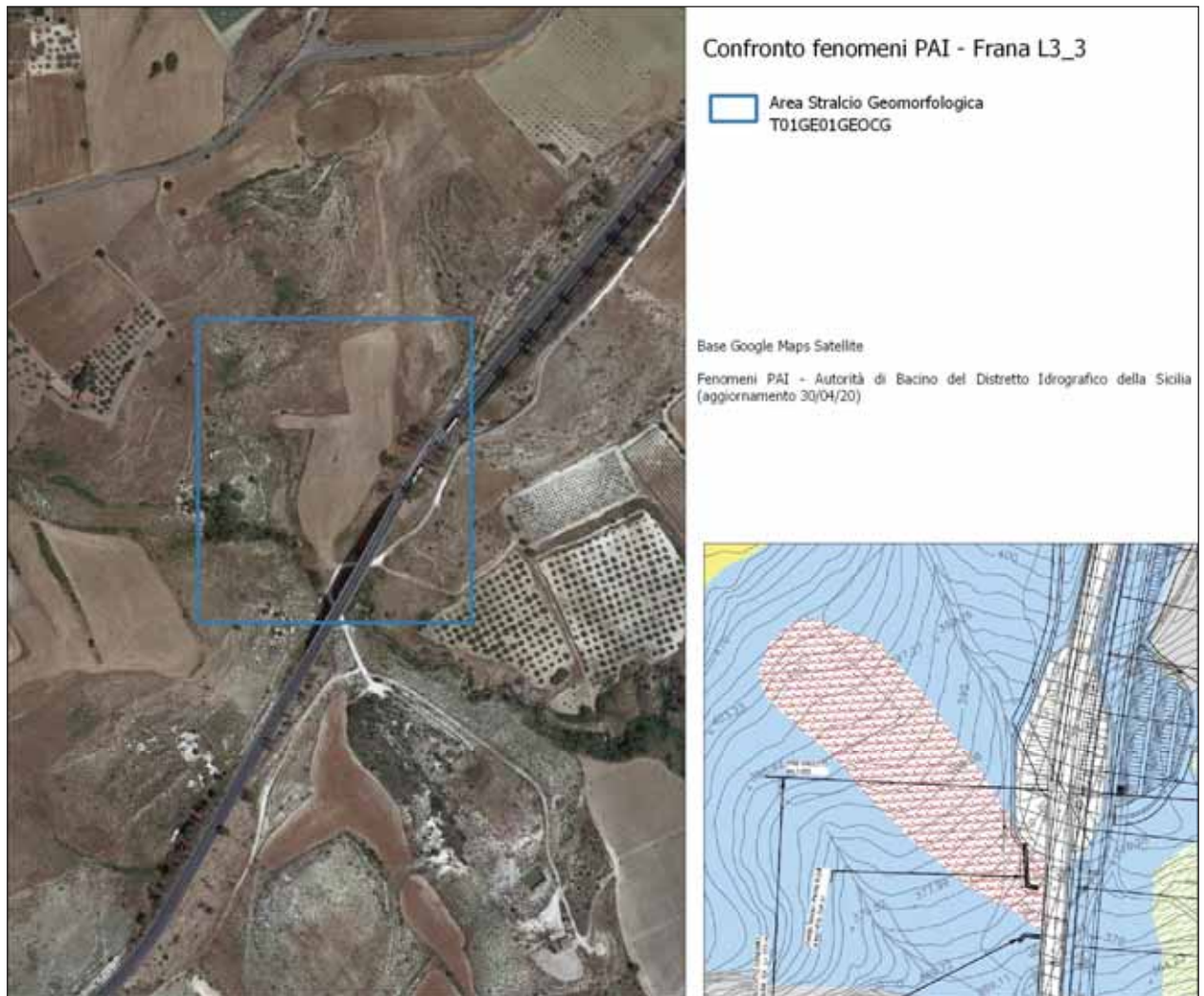


Figura 6.12 confronto carta Geomorfologica e dissesti PAI

*Descrizione:*

Il dissesto interessa un versante a media acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso-argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm). Il fenomeno, spesso mascherato dalle attività agricole sviluppate nel versante, mostra

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

periodiche riattivazioni legate alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti.

Si tratta di un colamento la cui direzione di movimento è verso sud-est, debolmente inclinato rispetto all'asse stradale, che coinvolge i terreni argilloso-sabbiosi riferibili alla formazione Qc(b); il movimento è attribuibile alla pendenza del versante, alla mancata regimentazione idraulica delle acque di precipitazione e alle occasionali condizioni di massima saturazione del terreno.

La lunghezza del dissesto è pari a circa di circa 160 m, la larghezza di circa 55 m ed il dislivello di circa 30 m. Sulla base delle indagini geognostiche (S102 bis i) e geofisiche (BS080 e BS082) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 5-6 m.

L'inclinometro ubicato sul fianco destro del fenomeno indica spostamenti cumulati in 5 mesi pari a 1.5 mm, verso SW, tale movimento, considerata la linea di massima pendenza e la direzione del colamento (verso SE), non può essere attribuito ad una attivazione del movimento franoso.

In prossimità del piede di frana, il cui cumulo è situato in prossimità di una pila del viadotto esistente, si osserva un fosso (fosso Tenchio) con alto tasso erosivo che con molta probabilità è uno dei fattori innescanti del dissesto in questione. L'incisione espone un affioramento di terreni argilloso-sabbiosi Qc(b)

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 380 e 350 m s.l.m. con deflusso in direzione sud-orientale.

#### *Interventi previsti*

La pericolosità del fenomeno gravitativo in questione va considerata medio-bassa sia in termini di intensità (volume e spostamenti minimi) che di frequenza di attività. La Frana L3\_3, situata a monte del tracciato, ubicata presso la zona di testata del fosso Tenchio arriva a coinvolgere gli scavi delle fondazioni del nuovo Viadotto Tenchio e a protezione delle stesse sono state progettate due Paratie di Pali una al km 7+477 ed una al km 7+500 definitive di pali  $f=800$  passo  $i=1m$  e lunghi 15m, che svolgono la funzione di deviare e proteggere l'avanzamento del corpo franoso in corrispondenza delle Pile P2Sx e P3Sx.

Per i dettagli e i calcoli di verifica dell'opera di mitigazione si rimanda allo specifico elaborato (T01GE00GETRE02).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-14 dettaglio fosso Tenchio in incisione a valle del movimento gravitativo, foto da valle.



Foto 6-15 frana L3\_3 vista monte

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-16 frana L3\_3 vista valle

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

Come osservabile nello stralcio planimetrico di figura 6-12, la Frana L3\_3 non è indicata nella carta dei dissesti del PAI.



Foto 6-17 frana L3\_3 con dettaglio interazione fosso Tenchio in incisione

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO 2

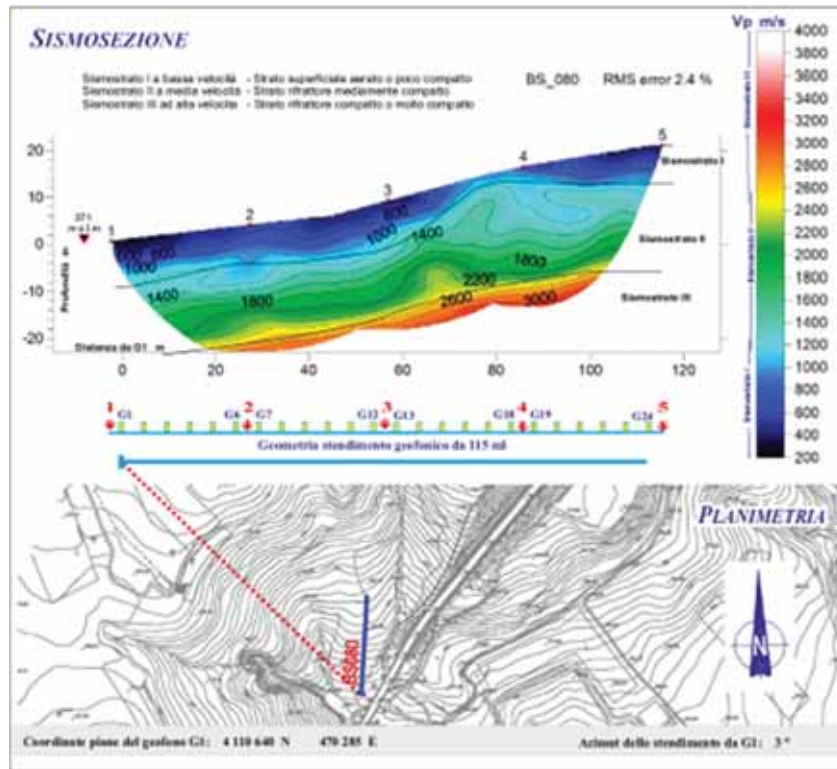


Figura 6.13 sismosezione BS\_080 bis ubicato longitudinalmente al dissesto

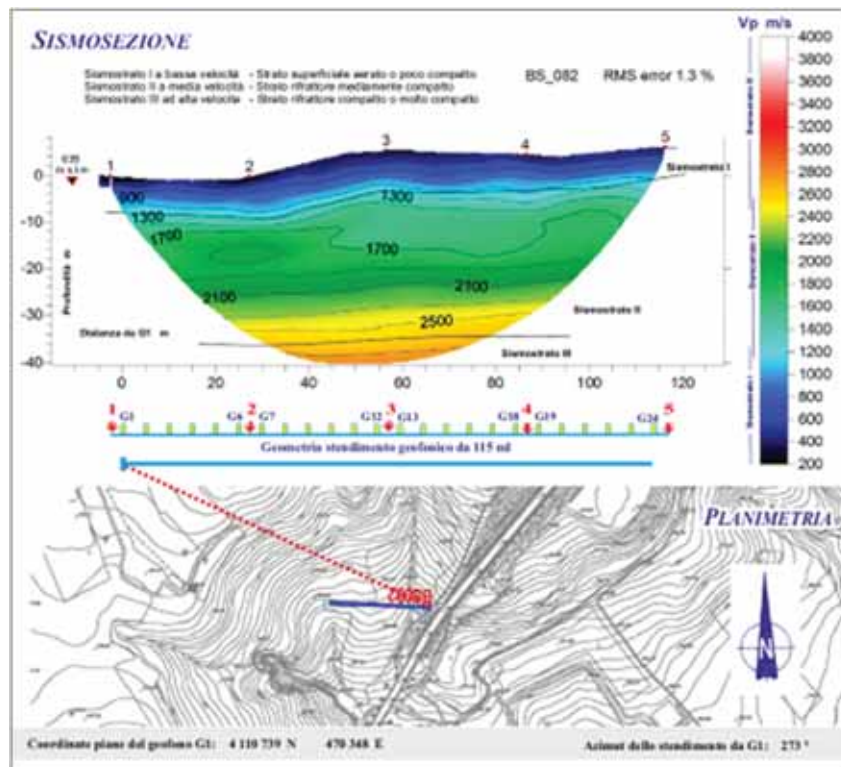


Figura 6.14 sismosezione BS\_082 ubicato trasversalmente al dissesto

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

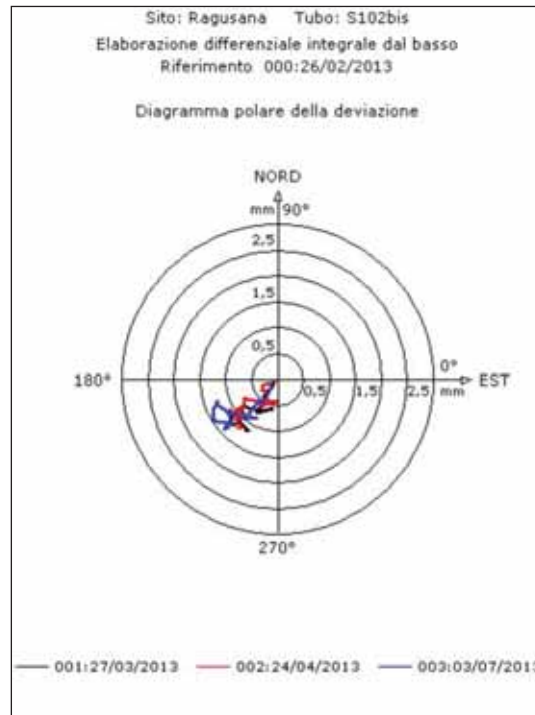


Figura 6.15 misure inclinometriche S102bis

6.6.4 LOTTO 2 PK. 8+050-8+200 – FRANA L3\_4

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento quiescente con locali riattivazioni	
<i>Quota coronamento:</i> 472 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 54 m
<i>Quota minima:</i> 428 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 350 m

*Ubicazione:*

La Frana L3\_4 è ubicata presso la località Mulino Grammatico, poco a sud dello svincolo di Licodia Eubea, in destra idrografica del Vallone Salito, nella zona di testata di un tributario destro del medesimo corso d'acqua (Elaborato T02GE01GEOCG17A).

*Descrizione:*

Il dissesto interessa un versante a medio-bassa acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm). Il fenomeno attivo mostra locali riattivazioni legate alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti.



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

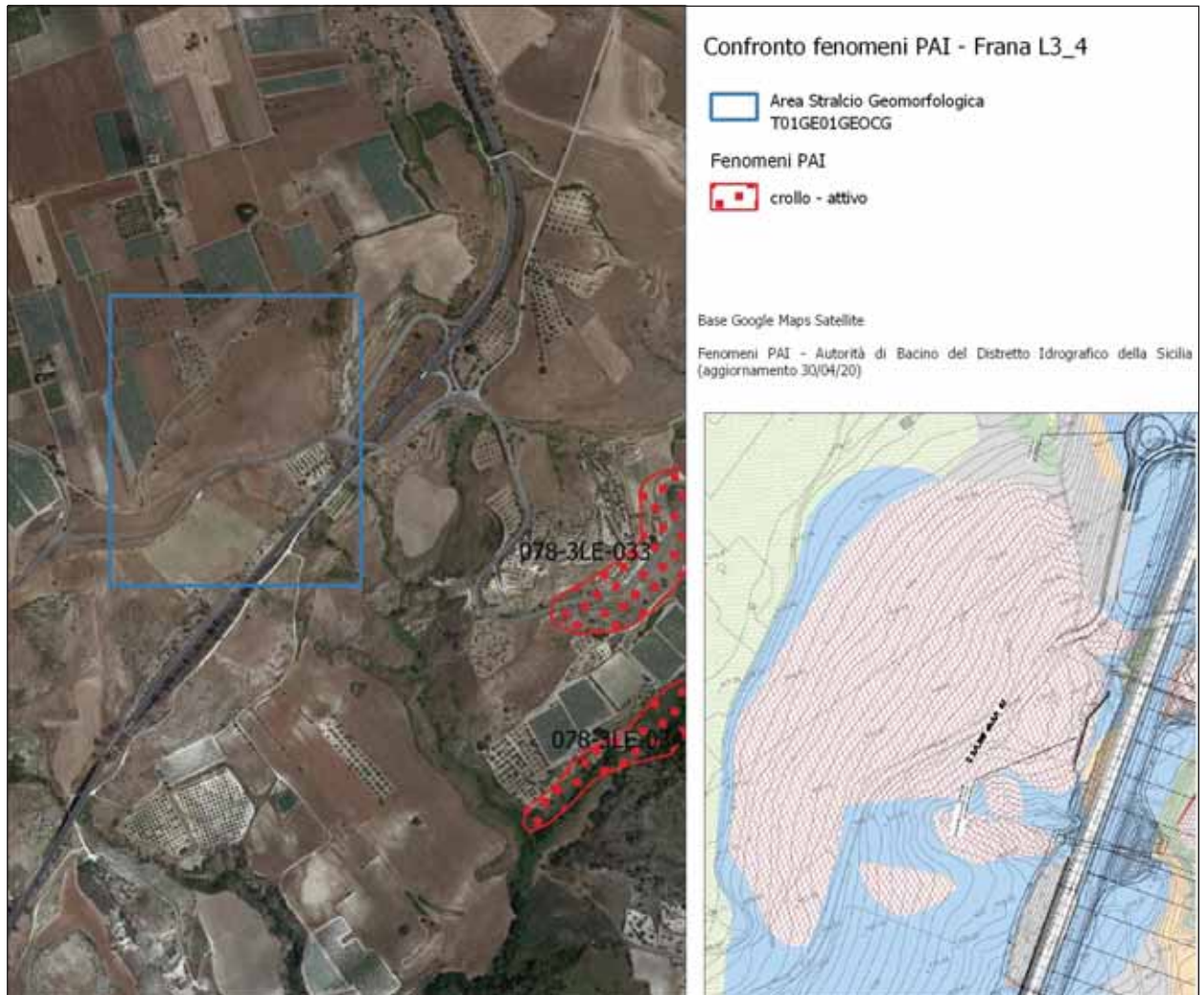


Figura 6.16 confronto carta Geomorfologica e dissesti PAI

Dai rilievi eseguiti a Febbraio e a Maggio del 2021 risulta attiva principalmente l'area di piede del fenomeno, mentre non sono state rilevate evidenze sull'attività della parte a monte della SP38. Si tratta di un colamento che ha coinvolto i termini argilloso-sabbiosi del Qc(b) che nelle zone a bassa pendenza mostra una condizione di equilibrio limite; per contro nelle zone in cui si sviluppano incisioni torrentizie si manifestano colamenti rapidi e ben evidenti; risultano evidenti inoltre attivazioni anche nella parte mediana del corpo di frana in corrispondenza della SP38 sulla quale sono stati rilevati danni legati alle attivazioni del dissesto.

La direzione generale del movimento è verso sud-est, pressoché ortogonale all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 225 m, una larghezza di circa 355 m nell'area di coronamento ed un dislivello di circa 54 m. Le riattivazioni, eccezion fatta per la parte mediana del corpo di frana, assumono direzioni pressoché parallele al tracciato in quanto dovute all'azione erosiva prodotta dalle profonde incisioni torrentizie.

Sulla base delle indagini geognostiche (S105 bis) e geofisiche (BS084 bis) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 6 m, compatibile sia con la stratigrafia del sondaggio che al di sotto dei 6 m riporta il bedrock argilloso marnoso, che dalla sismosezione che già a partire dai 4-5 metri di profondità riporta velocità di certo non alte ma non compatibili ad un corpo di frana.

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Le misure inclinometriche dello strumento ubicato a valle della strada esistente mostrano spostamenti cumulati in cinque mesi di 1.5 mm con verso ESE ad una profondità massima di 2 m, tali spostamenti sono compatibili con un'attivazione superficiale del dissesto.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 410 e 360 m s.l.m. con deflusso in direzione sud-orientale.

### *Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

Come osservabile nello stralcio planimetrico di figura 2-7 la Frana L3\_4 non è indicata nella carta dei dissesti del PAI.

### *Interventi previsti*

La pericolosità della frana 3\_4 dato lo scarso volume coinvolto e i superficiali segni di attivazione, può essere considerata medio-bassa.

Allo scopo di limitare gli scavi e al fine di evitare il richiamo e la riattivazione del movimento franoso è stata progettata una paratia di pali  $f=800$  ad interasse  $i=1$  m lunghi 8-9m che va dalla prog. 8+046 alla prog 8+118 (Paratia sx).

Per i dettagli e i calcoli di verifica dell'opera di mitigazione si rimanda allo specifico elaborato (T01GE00GETRE02).



Foto 6-18 panoramica colamento L3\_4

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-19 incisione torrentizia corrispondente al fianco sinistro del dissesto gravitativo



Foto 6-20 incisione torrentizia su fianco destro del fenomeno gravitativo

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-21 danni su SP38 dovuti alle attivazioni del fenomeno gravitativo

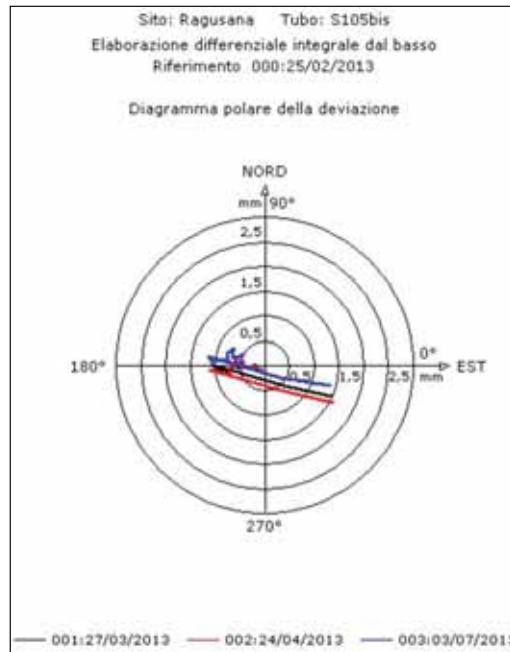


Figura 6.17 misure inclinometriche S105bis

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO 2

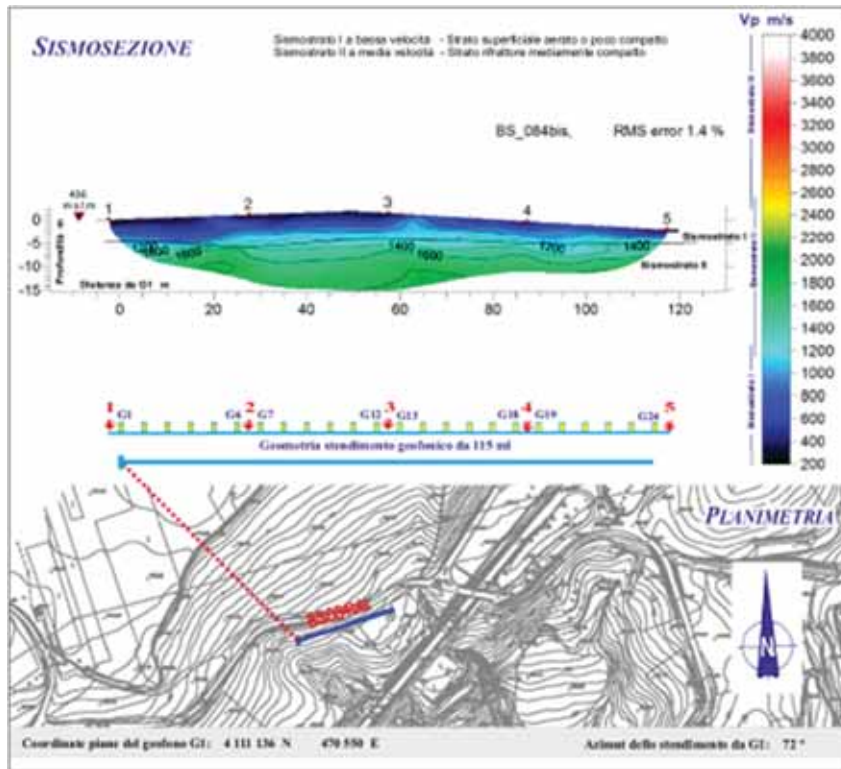


Figura 6.18 sismosezione BS\_084bis eseguita a valle della SP38 trasversalmente a disesto

6.6.5 LOTTO 2 PK. 10+910-11+100 – FRANA L4\_1

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 494 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 48 m
<i>Quota minima:</i> 446 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 350 m

*Ubicazione:*

La Frana L4\_1 è ubicata presso la località Quattro Poggi in destra idrografica dell'omonimo fosso (Zona nuovo Viadotto Quattro Poggi) (Elaborato T02GE01GEOCG19A).

*Descrizione:*

La frana interessa un versante a media acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm). Il fenomeno attivo mostra locali punti di attivazione legati alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti.

Si tratta di un colamento che mobilita i terreni argilloso-sabbiosi del Qc(b) collocati in un'ampia fascia, caratterizzata da acclività variabili, situata sul versante destro del fosso dei Quattro Poggi. La direzione del movimento è verso sud-est, pressoché ortogonale all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 340 m, una larghezza di circa 180 m ed un dislivello di circa 48 m. Il fenomeno è in corrispondenza di alcune pile del Viadotto Quattro Poggi presente in progetto. Sulla base delle indagini geognostiche (S118p, SE39\_Gi)

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

e geofisiche (BS093, BS094, BS095, T5) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 7 m.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 450 e 400 m s.l.m. con deflusso in direzione orientale.

Durante la campagna indagine del progetto esecutivo è stato installato un inclinometro (SE\_39Gi) la cui ubicazione è riportata nelle tavole specifiche (T02GE02GEOPU). Lo strumento posto a monte del rilevato esistente nella porzione mediana del corpo di frana ha segnalato movimenti dell'ordine di pochi millimetri ad una profondità non superiore ai 5 m. Tuttavia il periodo di riferimento delle misure è troppo breve, poiché va dalla data di installazione 12/08/21 alla seconda misura 4/10/2021, la reale entità dei movimenti andrà valutata in un arco temporale superiore, va inoltre considerato che i fenomeni gravitativi dell'area dipendono strettamente dagli eventi pluviometrici intensi ed il periodo delle misure inclinometriche è stato secco. I dati inclinometrici sono riportati negli elaborati di progetto (T02GE02GEORE09A)

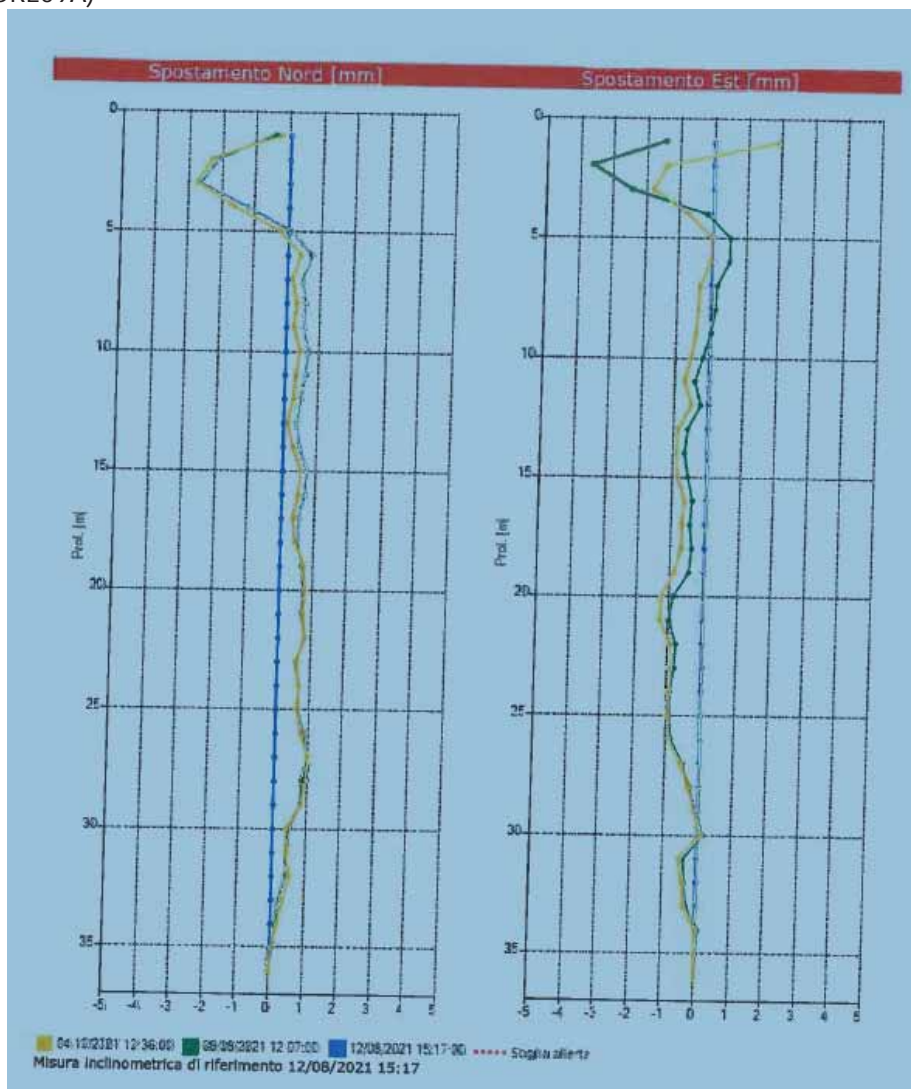


Figura 6.19 inclinometro SE39\_Gi

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

Come osservabile nel stralcio planimetrico di figura 6.19, la Frana L4\_1 non è indicata nella carta dei dissesti del PAI.

*Interventi previsti*

L'area attualmente presenta in sinistra della sede attuale prima del cavalcavia esistente un intervento di stabilizzazione del versante costituito da una serie di gabbionate su cui poggiano dei muri in terra rinforzata di recente realizzazione a seguito di un evento franoso, a cui segue un cavalcavia ed un corpo del rilevato esistente valutati stabili. L'infrastruttura in progetto salvaguarda l'intervento già realizzato e va a richiedere invece la demolizione del cavalcavia esistente interferente con il Viadotto Quattro Poggi in progetto e a modificare la viabilità secondaria interconnessa. La stabilità del rilevato esistente si ritiene essere dovuta, per il tratto non protetto dal cavalcavia esistente, alla presenza alla base dello stesso di un muro di sottoscarpa. Tale opera dovrà essere salvaguardata in tutte le fasi realizzative della nuova infrastruttura con l'esclusione delle lavorazioni collegate alla realizzazione della fondazione della Pila P2 Dx per cui se ne renderà necessaria una demolizione parziale previa realizzazione di una paratia di sostegno a monte.

Attualmente la viabilità secondaria esistente nei tratti a mezzacosta mostra segni visibili di locali attivazioni. Il ripristino a mezzacosta della viabilità secondaria più a valle della sede attuale va a tagliare trasversalmente il corpo in frana che sebbene mostri degli spessori contenuti dovranno essere contenuti.

Per la realizzazione del viadotto sono necessari particolari accorgimenti solo per le fasi costruttive tramite la realizzazione di idonee opere di stabilizzazione e/o regimentazione delle acque piovane.

La realizzazione della viabilità secondaria Sec 48 richiede invece un idoneo intervento di stabilizzazione che consiste principalmente in una serie di gabbionate che svolgono contemporaneamente una funzione di sostegno della sede stradale e di drenaggio della frana stessa andando a scaricare le acque intercettate tramite due trincee drenanti che le scaricano nel fosso. Le gabbionate dovranno essere intestate al di sotto del corpo di frana e realizzate per campi di massimo 10 m.

Per i dettagli e i calcoli di verifica dell'opera di mitigazione si rimanda allo specifico elaborato (T01GE00GETRE02).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

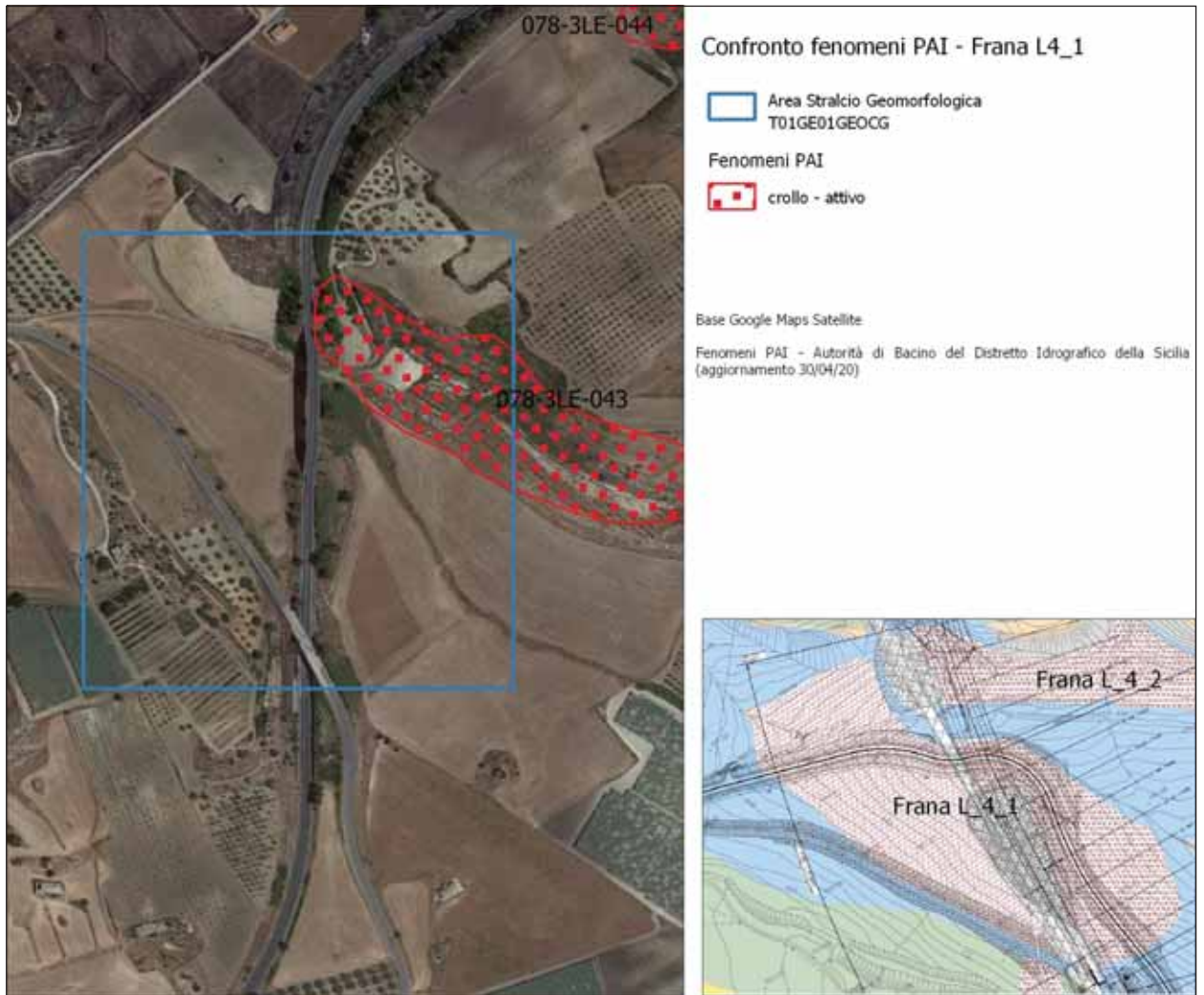


Figura 6.20 confronto carta Geomorfológica e dissesti PAI



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-22 panoramica dissesto da monte



Foto 6-23 pile viadotto esistente coinvolte in fenomeno gravitativo, non sono stati riscontrati danni.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO 2



Foto 6-24 panoramica dissesto da valle, dettaglio del muro di sottoscampa del rilevato della spalla del viadotto esistente

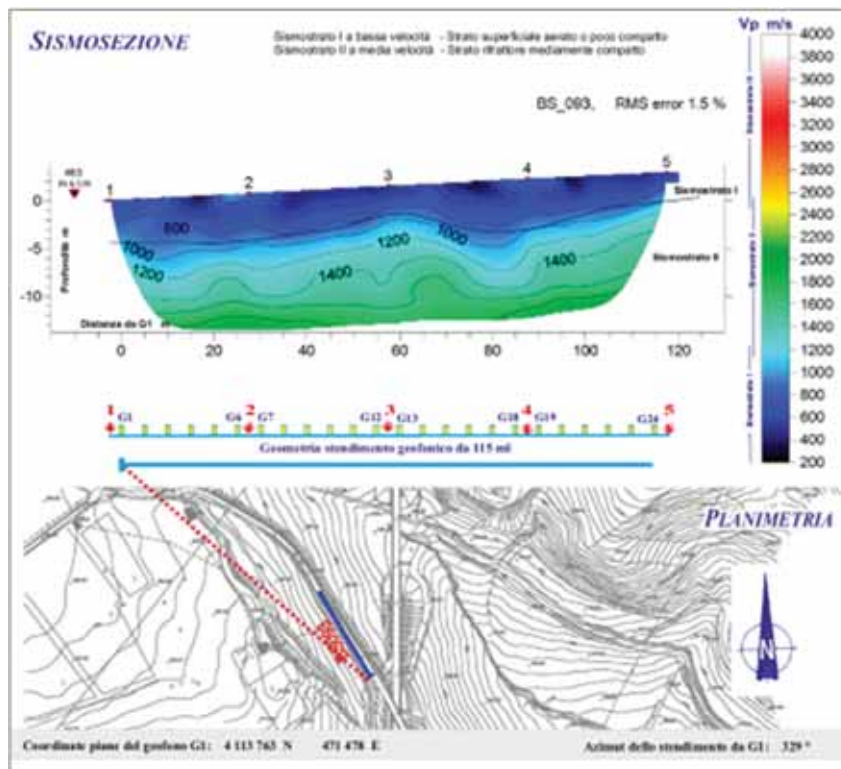


Figura 6.21 sismosezione BS\_093 eseguita sul fianco sinistro del fenomeno gravitativo

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO 2

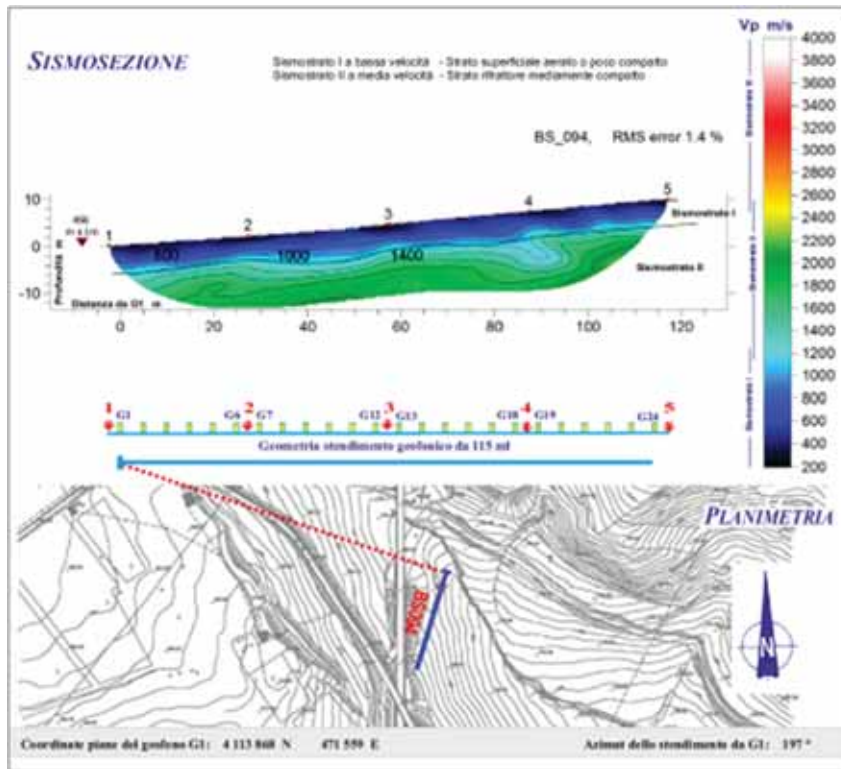


Figura 6.22 sismosezione BS\_094 eseguita nell'are di piede del fenomeno gravitativo

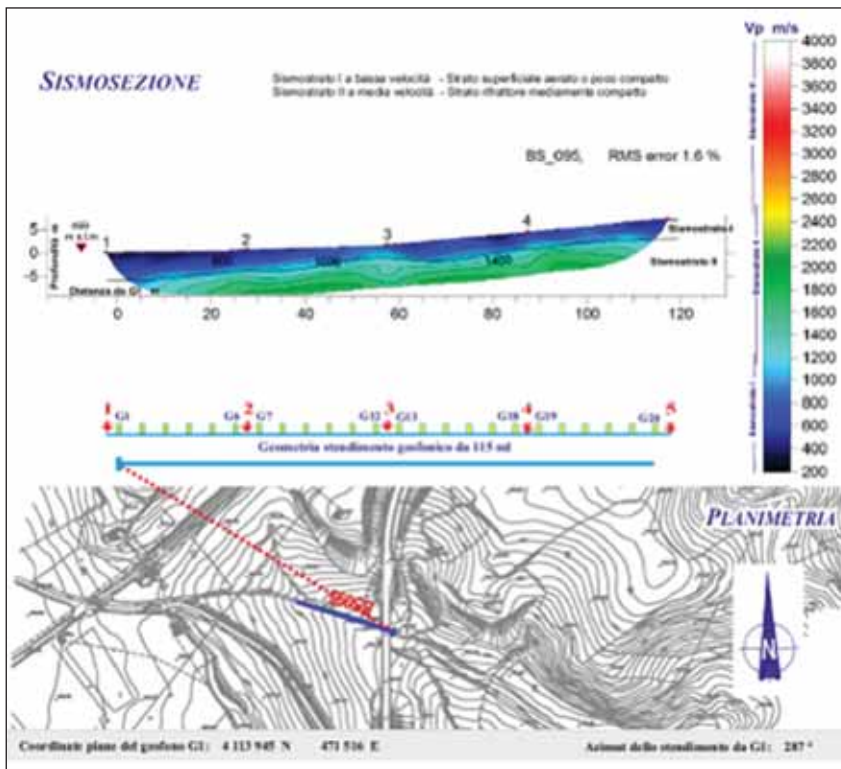


Figura 6.23 sismosezione BS\_095 eseguita nell'area di coronamento del fenomeno

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

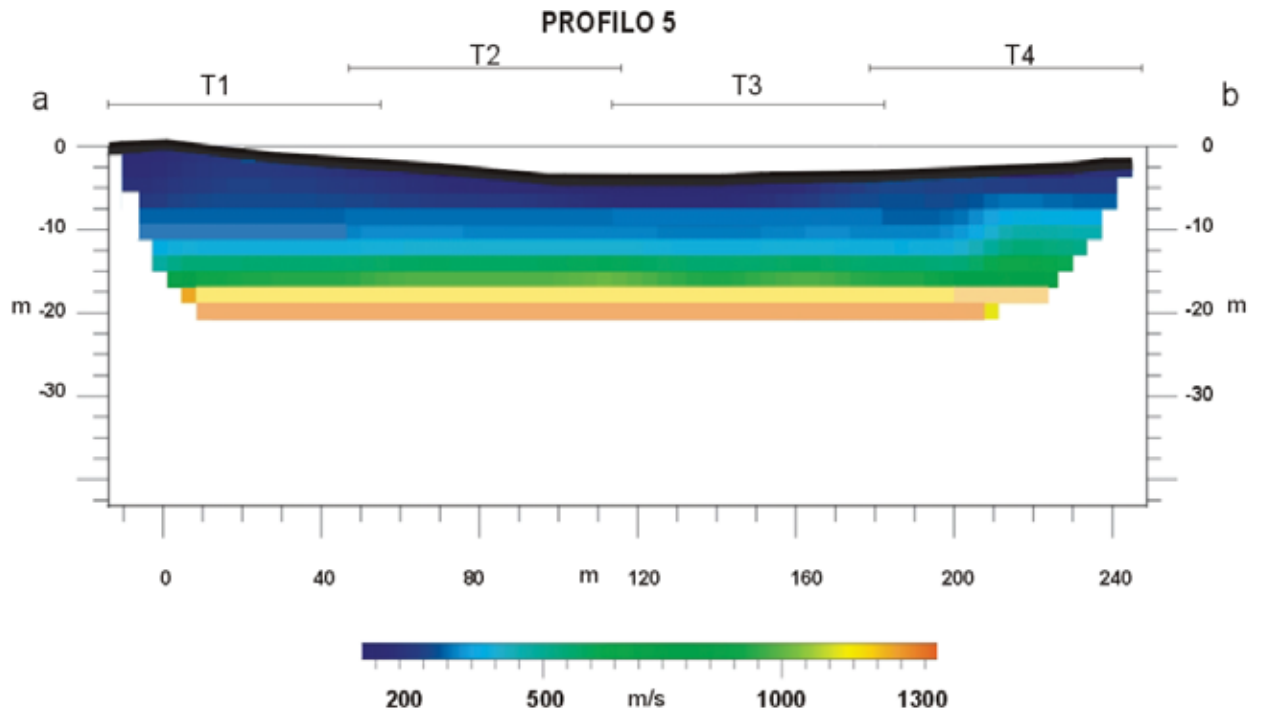


Figura 6.24 sismosezione T5 Bis eseguita sul fianco destro del colamento

**6.6.6 LOTTO 2 PK. 11+130-11+200 – FRANA L4\_2**

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 480 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 32 m
<i>Quota minima:</i> 448 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 540 m

*Ubicazione:*

La Frana L4\_2 è ubicata presso la località Quattro Poggi in sinistra idrografica dell'omonimo fosso (Zona nuovo Viadotto Quattro Poggi) (Elaborato T02GE01GEOCG19A).

*Descrizione:*

Il fenomeno gravitativo interessa un versante a medio-alta acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm). Il dissesto quiescente mostra locali punti di attivazione legati alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

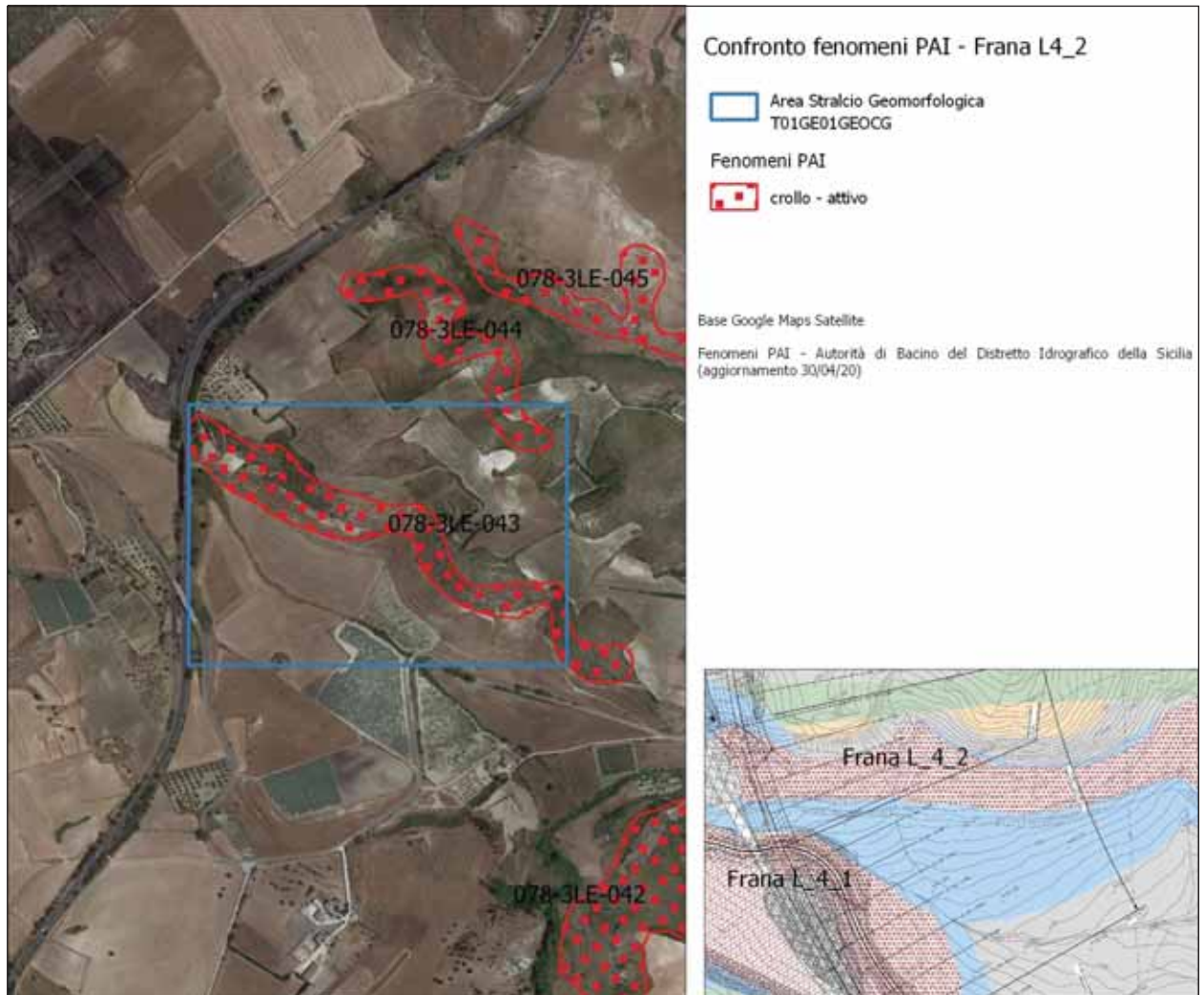


Figura 6.25 confronto carta Geomorfologica e dissesti PAI

Si tratta di un colamento che interessa una lunga fascia situata ai piedi del rilievo dei Quattro Poggi costituita dai termini argilloso-sabbiosi del Qc(b) caratterizzata da acclività medio-alta. La direzione del movimento è verso sud-ovest, pressoché parallelo all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 50 m, una larghezza di circa 540 m ed un dislivello di circa 32 m. Il fenomeno interessa alcune pile in prossimità della spalla Nord del viadotto Quattro Poggi in progetto.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 450 e 430 m s.l.m. con deflusso in direzione orientale.

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

La Carta dei dissesti edita dal PAI individua la Frana L4\_2 come un dissesto di crollo e/o ribaltamento attivo indicato con la sigla 078-3LE-043 (figura 6-24); i rilevamenti svolti hanno consentito di definire il fenomeno come "frana di colamento" attiva nei depositi limoso-argillosi-ghiaiosi della Formazione Qc(b), localmente sono presenti blocchi connessi a fenomeno di crollo dei litotipi rigidi in contatto tettonico con la formazione Qc(b).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

*Interventi previsti*

La pericolosità del colamento 4\_2, che presenta segni di attività locali e superficiali e una potenza che non supera mai i 3 m, è bassa. Il corpo di frana verrà completamente rimosso.



Foto 6-25 panoramica da valle dissesto gravitativo



Foto 6-26 dettaglio limite tettonico Qc(b)-Mm-Mv

### 6.6.7 LOTTO 2 PK. 11+525-11+625 – FRANA L4\_3

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di colamento attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 524 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 14 m
<i>Quota minima:</i> 510 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 260 m

*Ubicazione:*

La Frana L4\_3 è ubicata presso la Contrada Mangalavite nella zona di testata di un fosso affluente destro del Vallone Fiumarello (Zona nuovo Viadotto Scorciaviteili) (Elaborato T02GE01GEOCG19A).

*Descrizione:*

La frana, attiva, interessa un versante a medio-bassa acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm).

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

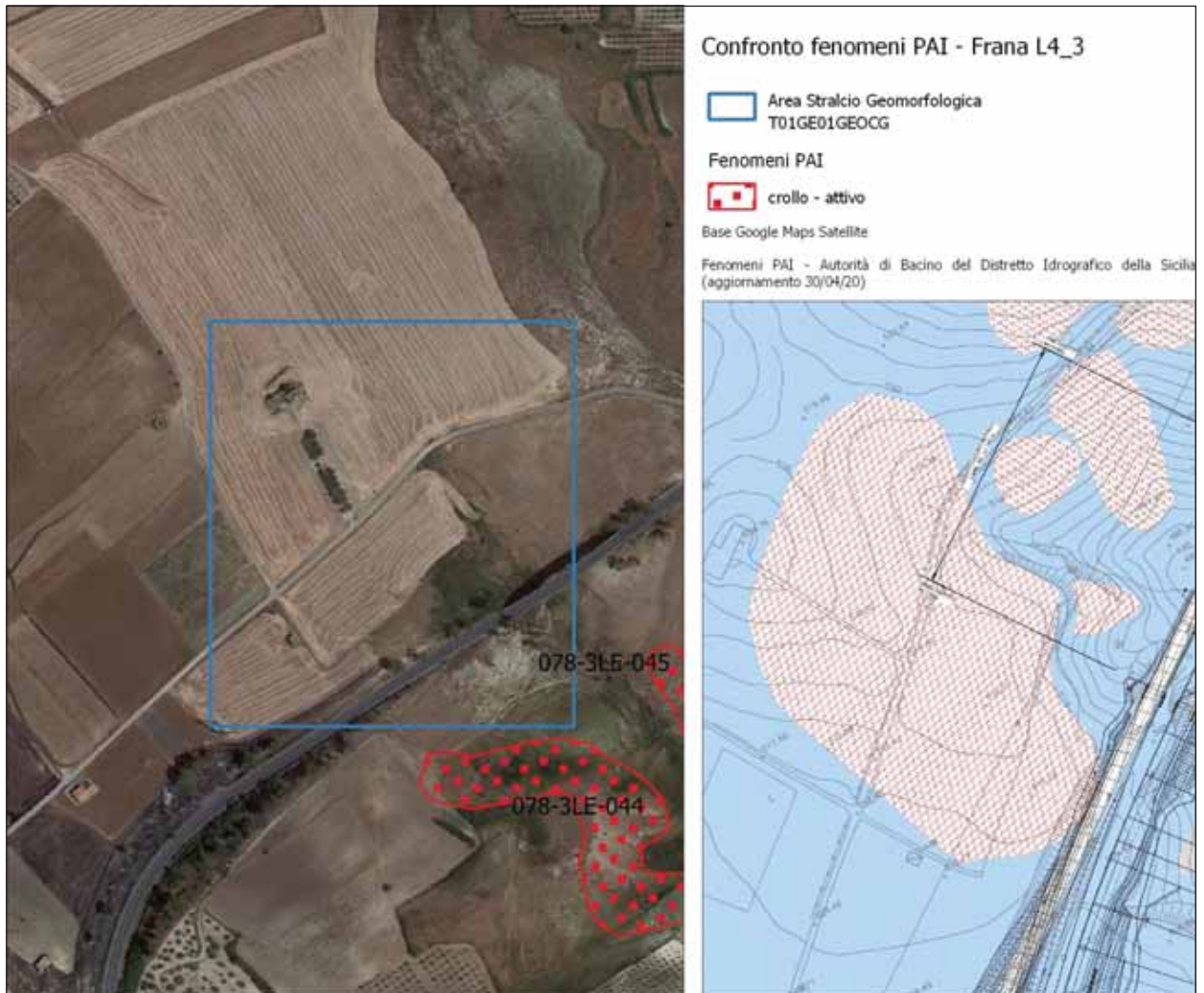


Figura 6.26 confronto carta Geomorfologica e dissesti PAI

Si tratta di un colamento che mobilita i termini argilloso-sabbiosi del Qc(b) in un tratto di versante interessato da un corso d'acqua in forte approfondimento che, unitamente al grado di saturazione, ne influenza le condizioni di equilibrio limite. La direzione del movimento è verso nord-est, pressoché parallelo all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 160 m, una larghezza di circa 260 m ed un dislivello di circa 14 m.

Sulla base delle indagini geognostiche (S125d, S126p) e geofisiche (BS101, BS106) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 11 m.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 500 e 480 m s.l.m. con deflusso in direzione orientale.

*Confronto con carta dei dissesti indicati nella Pianificazione vigente (PAI):*

Come osservabile nello stralcio planimetrico di figura 6-25, la Frana L4\_3 non è indicata nella carta dei dissesti del PAI.



---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

*Interventi previsti*

Il fenomeno gravitativo in questione presenta fenomeni di attivazione al piede e nell'area di coronamento, il volume da indagini dirette risulta elevato; va considerata una pericolosità medio-alta. Il movimento franoso non arriva ad interessare le opere del tracciato collegate alla realizzazione del Viadotto Scorciavitelli. Il corpo in frana viene contenuto dal muro esistente a protezione della sede stradale attuale che viene mantenuto a protezione della nuova sede stradale in progetto.

Le ipotesi di sormonto del muro esistente a causa di riattivazione degli strati superficiali della frana sono mitigate dalla prevista riprofilatura di progetto del terreno naturale a tergo del muro stesso.

Pertanto non si richiedono interventi di stabilizzazione relativi all'area in frana. Per le fasi costruttive delle fondazioni del Viadotto Scorciavitelli andrà previsto un idoneo sistema di regimentazione delle acque piovane a protezione degli scavi.

Per i dettagli e le verifiche di stabilità si rimanda allo specifico elaborato (T01GE00GETRE02).



Foto 6-27 panoramica fenomeno gravitativo. A valle evidente fosso in incisione.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Foto 6-28 foto da valle area di piede del dissesto

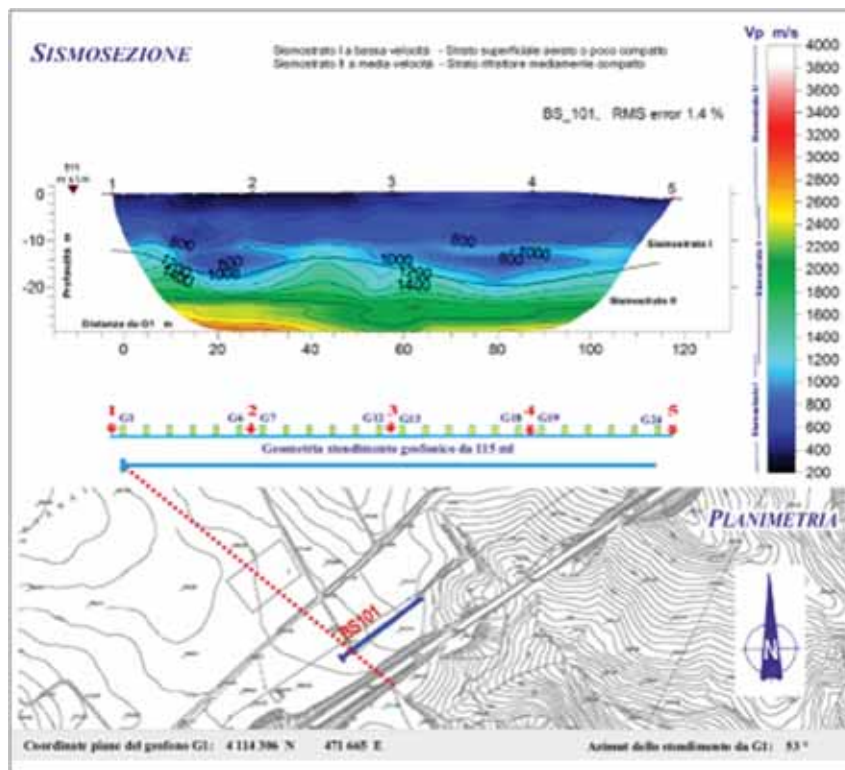


Figura 6.27 sismosezione BS\_101 ubicata trasversalmente al dissesto

## 7 NELL'AREA CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA

In riferimento alle caratteristiche geologico-strutturali precedentemente descritte, l'area dei Monti Iblei può essere suddivisa in due settori principali: un settore Sud-occidentale, per buona parte costituito dalla provincia di Ragusa e un settore Nord-orientale in provincia di Siracusa e Catania.

Nel corso dello studio sono state analizzate le modalità di deflusso delle acque sotterranee al fine di valutare le implicazioni tra queste e l'inserimento ambientale del tracciato di progetto. In particolare, nella valutazione dell'assetto idrogeologico lungo l'itinerario, oltre alle conoscenze di sorgenti e pozzi per usi irrigui ed idropotabili, sono stati esaminati:

- i lineamenti idrografici;
- la circolazione idrica sotterranea;
- le manifestazioni sorgentizie;
- le caratteristiche geolitologiche in funzione della circolazione delle acque sotterranee.

Le caratteristiche pluviometriche e termometriche individuano un clima di tipo termo mediterraneo (più di 4 mesi secchi) con afflussi medi annui dell'ordine di 720 mm, compresi tra un minimo di 373 mm (stazione di Cozzo Spadaro) ed un massimo di 1.172 mm (stazione di Buccheri). L'evapotraspirazione effettiva annua è compresa tra i valori medi di 450 mm (zona costiera meridionale) ed i 500 mm della zona di Francofonte e delle aree più interne dell'altopiano Ibleo. I valori medi annui di eccedenza idrica rientrano, per tutto il territorio considerato, nell'ordine di 225-250 mm (Dati Ministero LL.PP. Servizio Idrografico). L'eccedenza idrica anzidetta corrisponderebbe ad una portata media unitaria di 7 – 8 l/s\*kmq.

Nei dintorni di Ragusa sono localizzate delle sorgenti con portate dell'ordine di 14 – 40 l/s ed estrema variabilità stagionale in relazione agli apporti in falda. Le manifestazioni sono prevalentemente dovute all'emergenza della falda in corrispondenza di allineamenti morfologici, (le "cave", profonde incisioni vallive dell'altopiano Ibleo) ed in corrispondenza di faglie e forme strutturali riconducibili ad eventi morfo dinamici di neotettonica. La primitiva portata del gruppo di sorgenti è stata notevolmente compromessa dalla realizzazione di trivellazioni che raggiungono profondità di 200-250 metri che hanno comportato una riduzione di circa il 35% della produttività iniziale delle sorgenti.

### 7.1 DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Ai fini dell'analisi delle successioni idrogeologiche evidenziate lungo il tracciato di progetto, sono stati definiti n. 12 complessi idrogeologici i cui caratteri di permeabilità sono riassunti nella Tabella 7-1 e le cui caratteristiche sono descritte nel seguito.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

**PERMEABILITA'**

PRIMARIA					SECONDARIA					MISTA				
A	MA	M	MB	B	A	MA	M	MB	B	A	MA	M	MB	B
			C12											
	C11													
		C10												
	C9													
				C8										
	C7													
			C6											
						C5								
			C4											
													C3	
						C2								
							C1							

Tabella 7-1 Caratteristiche di permeabilità dei n. 12 complessi idrogeologici individuati

- Complesso Idrogeologico C1: complesso dei depositi calcarei e calcareo-marnosi costituito dai Calcari di base della serie evaporitica (Mg); permeabilità di tipo secondario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C2: costituito dai termini evaporitici della Formazione Ms; permeabilità di tipo secondario a grado alto.
- Complesso Idrogeologico C3: di cui fanno parte i depositi marnosi e calcareo-marnosi della Formazione del Tellaro (Mm) e dei Trubi (Pm); permeabilità di tipo misto a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C4: raggruppa i termini vulcanici ignimbrici miocenici (Mv) e pliocenici (Pv); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C5: costituito dalle lave plioceniche (Pvl); permeabilità di tipo secondario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C6: comprende i depositi in facies limoso-ghiaiosa sedimentari quaternari (Qm-Qc(b)); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C7: include i depositi quaternari (Qs-Qc(a)) di natura prevalentemente sabbiosa, arenacea, calcarenitica e calciruditica; permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C8: costituito dai depositi prevalentemente argillosi pliocenici e quaternari (Pa-Qa); permeabilità di tipo primario a grado basso.
- Complesso Idrogeologico C9: raggruppa i depositi in facies prevalentemente sabbioso-ghiaiosa quaternari (Qcs); permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C10: racchiude i depositi alluvionali attuali e recenti (a-ar); permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C11: costituito dai termini detritici (dt), dalle conoidi, dai depositi di frana e dai riporti antropici; permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-alto.

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

- Complesso Idrogeologici C12: che rappresenta l'insieme delle coperture eluvio-colluviali (ec); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.

### 7.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL CORRIDOIO DI ANALISI

Sulla base del censimento dei punti d'acqua svolto nell'ambito del corridoio di studio e di un intorno di ampiezza significativa, i cui dettagli sono riportati nel seguente paragrafo 7.3, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica della falda idrica principale che ha consentito inoltre di interpretare le principali direzioni di deflusso sotterraneo. L'andamento delle isopieze e le direzioni di deflusso sono state riportate nella "Carta Idrogeologica" (T02GE01GEOCI01A ÷ T02GE01GEOCI09A);

Il Lotto 2 ha inizio nei pressi dell'incisione fluviale del Fiume Acate-Dirillo ed è caratterizzato dalla presenza del complesso litoide C3, affiorante in maniera estesa in destra idrografica del Torrente Fiumicello, su cui poggiano i complessi C7, C8, C9, C10 C11 e C12.

Le linee isopiezometriche presentano inizialmente quote pari a circa 300 m s.l.m. con deflusso in direzione dell'incisione del corso d'acqua, in prossimità del quale le quote della falda si attestano intorno ai 250 m s.l.m..

Proseguendo in direzione Catania il tracciato si estende in un tratto caratterizzato da quote piezometriche prossime a 250 m s.l.m. per poi risalire lungo il fianco destro del Torrente Fiumicello, tratto in cui l'isopieza 300 m s.l.m. si sviluppa sub-parallelamente agli assi di progetto; il deflusso sotterraneo si presenta, quindi, pressoché ortogonale alla struttura con richiamo in direzione del citato torrente.

Successivamente attraversa un settore di versante in cui la superficie piezometrica si attesta tra i 300 ed i 400 m s.l.m. con soggiacenze comprese tra i 30 e 50 metri dal p.c..

Proseguendo si rileva la presenza dei complessi idrogeologici litoidi C1, C2, C3 e C4 su cui poggiano i complessi C6, C7, C10, C11 e C12.

All'altezza della trincea in corrispondenza dello svincolo di Licodia Eubea l'isopieza 400 m s.l.m. indica lo sviluppo della falda idrica sotterranea al di sotto della quota progetto; successivamente le piezometriche aumentano gradualmente di quota fino a raggiungere la quota massima di 500 m s.l.m. presso la Contrada Mangialavite, in prossimità dello Svincolo di Grammichele.

I deflussi idrici sotterranei si presentano generalmente ortogonali agli assi di progetto con direzione orientale verso l'incisione del Torrente Fiumicello.

### 7.3 PUNTI D'ACQUA CENSITI

Nel corso della redazione del Progetto Definitivo è stata eseguita una ricerca bibliografica dei punti d'acqua significativi (pozzi e sorgenti) ricadenti all'interno del corridoio di progetto e in un intorno di ampiezza significativa. In questa sede è stata confermata la posizione in carta dei pozzi e delle sorgenti censite nel Progetto Preliminare che sono stati contraddistinti con la sigla S\_PP (sorgenti) e P\_PP (pozzi) seguita da una numerazione progressiva, integrandoli con i punti d'acqua denunciati presso i seguenti Enti:

- Genio Civile di Catania – Via Lago di Nicito 89 – 95100 Catania - Dott.ssa S. Berretta
- Genio Civile di Ragusa – Via Natalelli 107 - 97100 Ragusa - Dott. R. Ruggeri

I punti d'acqua recuperati dai suddetti enti sono stati contraddistinti con le sigle P\_RG (genio civile di Ragusa) P\_Ct (genio civile di Catania) sempre seguiti da una numerazione progressiva.

---

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Infine sono stati aggiunti una serie di punti d'acqua rilevati in campo durante le fasi di rilevamento geologico contraddistinti con le sigle P\_C e S\_C seguita da una numerazione progressiva.

Al termine delle attività di reperimento dati è stata redatta una carta 'Ubicazione punti d'acqua (pozzi, sorgenti e piezometri)' ricadenti all'interno del corridoio di progetto mentre le caratteristiche reperite per i singoli punti d'acqua sono state riassunte in una serie di tabelle di seguito riportate.

Le tabelle suddette contengono i dati caratteristici dei punti d'acqua che è stato possibile reperire:

- fonte di provenienza del dato con eventuale riferimento di archivio
- comune di riferimento
- tipologia del punto d'acqua
- tipologia di utilizzo
- profondità dell'impianto
- livello statico della piezometrica dal piano campagna
- quota slm del boccaforo
- quota assoluta del livello piezometrico slm
- eventuale portata

Le quote piezometriche ricavate hanno consentito quindi di ricostruire l'andamento delle circolazioni idriche sotterranee rappresentate mediante la costruzione delle isopieze, riportate nella "Carta Idrogeologica" (Elab.: T02GE01GEOCI), contraddistinte dalla relativa quota assoluta.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Sigla	Provincia	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_RG-150	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-151	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-152	RG	Chiaromonte Gulfi			317		8	309	
P_RG-153	RG	Chiaromonte Gulfi			315		38	277	
P_RG-154	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-155	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-156	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-157	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-158	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-159	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-160	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-161	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-162	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-163	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-164	RG	Chiaromonte Gulfi			340	161	13	327	
P_RG-165	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-166	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-167	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-168	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-169	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-170	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-171	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-172	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-173	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-174	RG	Chiaromonte Gulfi							

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Sigla	Provincia	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_RG-175	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-176	RG	Chiaromonte Gulfi			325	44			
P_RG-177	RG	Chiaromonte Gulfi			325	29	10	315	
P_RG-178	RG	Chiaromonte Gulfi			320	97			
P_RG-179	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-180	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-181	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-182	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-183	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-184	CT	Licodia Eubea			327	65	30	297	
P_RG-185	CT	Licodia Eubea							
P_RG-186	CT	Licodia Eubea							
P_RG-187	CT	Licodia Eubea							
P_RG-188	CT	Licodia Eubea							

Tabella 7-2 punti d'acqua censiti dal Genio Civile di Ragusa



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_Ct-001	350	Licodi a Eubea	Pozzo romano			24			2,17
P_Ct-002	360	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		170			3,7
P_Ct-003	495	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		65			1,5
P_Ct-004	175	Licodi a Eubea	Pozzo			185			1,66
P_Ct-005	316	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		182			5,3
P_Ct-006	337	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		182			1,1
P_Ct-007	629	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		149			10
P_Ct-008	502	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		201			0,9
P_Ct-009	723	Licodi a Eubea	Pozzo			130			3,43
P_Ct-010	667	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					0,75
P_Ct-011	380	Licodi a Eubea	Pozzo	Irridom		70			1,5
P_Ct-012	624	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		90			2
P_Ct-013	625	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		60			
P_Ct-014	357	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		130			5,4
P_Ct-015	410	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		6			0,5
P_Ct-016	532	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		33			4
P_Ct-017	277	Licodi a Eubea	Pozzo			30			5
P_Ct-018	391	Licodi a Eubea	Pozzo romano	Irriguo		8			1,4
P_Ct-019	393	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		113			1,77
P_Ct-020	205	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-021	497	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		34			1
P_Ct-022	202	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		42			1,01
P_Ct-023	308	Licodi a Eubea	Pozzo romano	Irriguo		8			1,5
P_Ct-024	536	Licodi a Eubea	Pozzo romano	Irriguo					
P_Ct-026	73	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		128			5

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_Ct-027	416	Licodi a Eubea	Pozzo romano	Irriguo					
P_Ct-028	813	Licodi a Eubea	Pozzo			7			
P_Ct-029	813	Licodi a Eubea	Pozzo			21			
P_Ct-030	517	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		75			1,5
P_Ct-031	609	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		80			3
P_Ct-032	394	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		85			1,88
P_Ct-033	319	Licodi a Eubea	Pozzo romano			4,5			2,35
P_Ct-034	207	Licodi a Eubea	Pozzo romano			4,5			2,8
P_Ct-035	14	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		55			15,14
P_Ct-036	14	Licodi a Eubea	Pozzo			78			15,35
P_Ct-037	14	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		50			19,33
P_Ct-038	341	Licodi a Eubea	Pozzo			78			
P_Ct-042	499	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-043	408	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		80			1,5
P_Ct-048	191	Licodi a Eubea	Pozzo			70			0,75
P_Ct-049	321	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		65			1
P_Ct-050	809	Licodi a Eubea	Pozzo			52			
P_Ct-051	683	Licodi a Eubea	Pozzo			18,5			2,9
P_Ct-053	817	Licodi a Eubea	Pozzo			86			2
P_Ct-054	499	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-055	840	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					0,4
P_Ct-056	622	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		130			3
P_Ct-057	521	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		120			
P_Ct-060	754	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo		60			1,65
P_Ct-061	839	Licodi a Eubea	Pozzo	Irriguo					0,3

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_Ct-062	764	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo		122			
P_Ct-064	684	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-066	689	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-067	764	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo		27			
P_Ct-072	690	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-073	680	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-074	691	Licodia Eubea	Pozzo	Irriguo					
P_Ct-075	130	Vizzini	Pozzo	Potabile					13
P_Ct-076	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-077	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-078	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-079	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-081	178	Vizzini	Pozzo	Potabile		230			
P_Ct-083	178	Vizzini	Pozzo	Potabile		230			

Tabella 7-3 punti d'acqua censiti dal Genio Civile di Catania

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

## 7.4 MISURE PIEZOMETRICHE

Durante l'attuale fase progettuale sono stati misurati, nel mese di Febbraio 2021, i livelli piezometrici degli strumenti installati nelle fasi progettuali precedenti. Alcuni punti non sono stati trovati, sono stati trovati segni di demolizione dello strumento o si trovavano in aree non accessibili all'atto del sopralluogo.

È stato aggiunto un ulteriore piezometro: SE33, attrezzato con piezometro di Casagrande. Lo strumento è risultato secco sia in fase di installazione che nelle due successive misure eseguite a metà settembre e nei primi giorni del mese di ottobre 2021.

Sondaggio	Profondità	Data di installazione	Misura Febbraio 2021
S68bls	40	06/02/2013	18,55
S70Bis	20	15/12/2012	Non accessibile
S72	30	15/12/2012	Non trovato
S75	20	20/12/2012	Assente
S76	20	01/03/2013	Assente
S78	30	10/01/2013	Non accessibile
S78BlS	35	08/03/2013	25,22
S79	40	12/01/2013	Non accessibile
S81	20	22/02/2013	Demolito
S82	20	05/03/2013	9,62
S84	20	11/02/2013	11,38
S85	20	23/02/2014	Non trovato
S86	15	25/02/2013	Non trovato
S89	30	10/01/2013	Non trovato
S92	30	20/01/2013	Non trovato
S97Bis	30	19/12/2012	Non trovato
S98	30	21/12/2012	Non trovato
S100	20	14/02/2013	Non trovato
S102	30	14/02/2013	Non trovato
S103	30	12/12/2012	Assente
S104	20	13/02/2013	Ostruito a 8,70m da pc
S106	35	05/02/2013	26,03
S108	60	30/01/2013	Non trovato
S109	30	22/01/2013	16,95
S110	30	24/01/2013	Ostruito a 5,36m da pc
S114	20	21/02/2013	Non accessibile
S118	40	08/02/2013	Demolito(ricoperto da frana)
S126	35	18/02/2013	1,67
S127	60	03/03/2013	6,00
S130	30	25/01/2013	Non trovato

---

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Tabella 7-4 Misure piezometriche febbraio 2021

Sondaggio	Profondità	Data di installazione	Misura 17 settembre	Misura 4/5 ottobre
SE33	20	22/07/21	assente	assente

Tabella 7-5 misure piezometriche degli strumenti installati nel 2021

## 8 INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE

Nel corso della campagna di indagine sono state effettuate 21 prove di carico su piastra in altrettanti pozzetti esplorativi, al fine di determinare le caratteristiche di deformabilità dei terreni nei primi metri di profondità. Le prove sono state effettuate a differenti profondità e fino ad un massimo di 3.5 m.

Le prove sono state effettuate secondo diversi step di carico ed intervalli di carico.

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. sono elencati i pozzetti esplorativi nei quali sono state effettuate le prove di carico e i valori dei moduli di deformabilità Md1 e Md2 valutati rispettivamente nel I e nel II ciclo di carico.

Pozzetto	Profondità [m]	Md1 [MPa]	Md2 [MPa]	Md1/Md2 [-]
72a	3.3	12.54	114.81	0.109
72b	3.0	63.51	NR	-
73	3.0	9.69	NR	-
73a	3.0	20.73	NR	-
74	3.5	13.57	331.67	0.041
84	2.2	4.95	74.63	0.066
85	3.0	14.15	213.21	0.066
87	1.8	NR	NR	-
88	2.5	NR	NR	-
90	2.5	10.78	76.54	0.141
91	2.0	13.27	1492.50	0.009
92	1.0	7.44	2985.00	0.002
96	3.0	8.58	110.56	0.078
102	3.0	5.31	47.38	0.112
113	3.0	6.01	373.13	0.016
114	3.0	2.75	26.89	0.102
PE-74_AG	0.3	20.3	130.4	0.16
PE-76_AG(*)	0.45	23.8	55.6	0.43
PE-93_AG(*)	0.3	27.3	142.9	0.19
PE96_AG(*)	0.3	12.6	130.4	0.1
PE115_AG	0.5	15.7	32.6	0.48
PE-74_AG	0.3	20.3	130.4	0.16

Tabella 8-1 Riepilogo delle prove di carico su piastra

I moduli di deformazione al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso tra 50-150 kN/m<sup>2</sup> risultano essere nella maggior parte dei casi inferiori ai 15 MPa richiesti dal Capitolato per i piani di posa dei rilevati di altezza superiore a 2 m. Per tale ragione sarà necessaria l'eliminazione degli spessori di terreno superficiali così come riportato in **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. e si prevede l'aggiunta di uno strato di bonifica, di spessore variabile per ogni tratto.

Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore coltre vegetale - (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

0.0	0+060	0.3	0.2	0.1
0+060	0+340	0.3	0.2	0.1
0+340	0+400	0.2	0.2	-
0+400	0+778	0.2	0.2	-
0+778	0+838	1.5	0.2	1.3
0+838	1+227	1.5	0.2	1.3
1+227	1+346	1.5	0.2	1.3
1+346	1+616	0.2	0.2	-
1+616	1+756	0.3	0.2	0.1
1+756	1+896	1.0	0.2	0.8
1+896	2+156	1.4	0.2	1.2
2+156	2+316	0.4	0.2	0.2
2+316	2+346	0.4	0.2	0.2
2+346	2+366	0.2	0.2	-
2+366	2+396	0.2	0.2	-
2+396	2+616		0.2	
2+616	2+664		0.2	
2+664	2+986	0.3	0.2	0.1
2+986	3+036	0.4	0.2	0.2
3+036	3+195	0.4	0.2	0.2
3+195	3+496	0.4	0.2	0.2
3+496	3+638	0.2	0.2	-
3+638	3+796	0.2	0.2	-
3+796	3+876	0.2	0.2	-
3+876	3+936	0.3	0.2	0.1
3+936	3+946	0.3	0.2	0.1
3+946	4+076	0.4	0.2	0.2
4+076	4+156	0.4	0.2	0.2
4+156	4+196	0.4	0.2	0.2
4+196	4+536	0.4	0.2	0.2
4+536	4+566	0.4	0.2	0.2
4+566	4+656	1.5	0.2	1.3
4+656	4+816	1.5	0.2	1.3
4+816	4+836	0.3	0.2	0.1
4+836	5+316	0.3	0.2	0.1
5+316	5+356	0.5	0.2	0.3
5+356	5+416	0.5	0.2	0.3
5+416	5+496	0.5	0.2	0.3
5+496	5+736	0.5	0.2	0.3
5+736	5+826	0.5	0.2	0.3
5+826	5+896	0.5	0.2	0.3
5+896	5+995	0.5	0.2	0.3
5+995	6+006	0.5	0.2	0.3
6+006	6+056	0.5	0.2	0.3
6+056	6+076	0.5	0.2	0.3
6+076	6+262	0.2	0.2	-
6+262	6+286	0.2	0.2	-

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

6+286	6+696	0.9	0.2	0.7
6+696	6+736	0.2	0.2	-
6+736	6+786	0.2	0.2	-
6+786	6+816	0.3	0.2	0.1
6+816	6+891	0.3	0.2	0.1
6+891	6+996	1.1	0.2	0.9
6+996	7+086	1.1	0.2	0.9
7+086	7+106	1.1	0.2	0.9
7+106	7+326	0.7	0.2	0.5
7+326	7+446	0.5	0.2	0.3
7+446	7+591	0.2	0.2	
7+591	7+716	0.4	0.2	0.2
7+716	7+776	0.4	0.2	0.2
7+776	7+914	0.4	0.2	0.2
7+914	7+934	0.4	0.2	0.2
7+934	8+169	0.2	0.2	
8+169	8+853	0.4	0.2	0.2
8+853	9+046	0.7	0.2	0.5
9+046	9+336	1.0	0.2	0.8
9+336	10+080	0.4	0.2	0.2
10+080	10+240	1.0	0.2	0.8
10+240	11+026	0.4	0.2	0.2
11+026	11+210	0.5	0.2	0.3
11+210	11+400	1.7	0.2	1.5
11+400	11+660	0.2	0.2	0.0
11+660	11+955	0.4	0.2	0.2
11+955	12+100	1.4	0.2	1.2
12+100	12+384	1.0	0.2	0.8

Tabella 8-2 Indicazioni progettuali bonifiche asse principale

Analogamente si riporta una tabella riassuntiva con l'indicazione delle coltri vegetali da sostituire e l'eventuale ulteriore bonifica da eseguire al di sotto del piano di posa del corpo stradale per le viabilità secondarie e per gli svincoli. Tale tabella è stata compilata con i medesimi criteri di quelle corrispondenti all'asse principale.

N. sec	Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore coltre vegetale (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)
34	0.0	60.0	0.5	0.2	0.3
35	0.0	90.0	0.3	0.2	0.1
	90.0	327.0	0.3	0.2	0.1
36	0.0	55.0	0.3	0.2	0.1
37	0.0	124.0	1.5	0.2	1.3
38	0.0	55.0	1.0	0.2	0.8
	55.0	216.0	0.3	0.2	0.1
39	0.0	253.0	0.2	0.2	0.0
40	0.0	140.0	0.2	0.2	0.0
	140.0	520.0	0.2	0.2	0.0



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

	520.0	580.0	0.2	0.2	0.0
	580.0	672.0	0.2	0.2	0.0
41	68.0	0.3	0.8	0.2	0.6
41bis	0.0	358.0	0.4	0.2	0.2
42	0.0	586.0	0.4	0.2	0.2
	586.0	860.0	0.4	0.2	0.2
42bis	0.0	495.0	0.3	0.2	0.1
43	0.0	138.0	0.6	0.2	0.4
	25.0	163.0	0.6	0.2	0.4
44	0.0	20.0	0.9	0.2	0.7
	20.0	80.0	0.9	0.2	0.7
	80.0	120.0	0.9	0.2	0.7
	120.0	180.0	0.9	0.2	0.7
	180.0	415.0	0.3	0.2	0.1
45	0.0	234.0	1.0	0.2	0.8
46	0.0	213.0	0.8	0.2	0.6
47	0.0	221.0	0.2	0.2	0.0
47bis	0.0	76.0	0.4	0.2	0.2
48	0.0	220.0	0.5	0.2	0.3
	220.0	515.0	0.5	0.2	0.3
	515.0	616.0	0.5	0.2	0.3
49	0.0	189.0	0.5	0.2	0.3
50	0.0	138.0	0.5	0.2	0.3

Tabella 8-3 Indicazioni progettuali bonifiche viabilità secondarie

	Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore oltre vegetale - (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)
SV03 - Rampa 8	0.0	63.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rot 1	0.0	136.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 4	26.0	190.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 5	0.0	161.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 1	26.0	331.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 3	0.0	163.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 2	26.0	264.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rot 2	0.0	138.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 6	0.0	134.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 7	0.0	126.0	0.3	0.2	0.1
SV03 - Rampa 9	0.0	385.0	0.3	0.2	0.1
SV04 - Rampa 1	0.0	242.0	0.2	0.2	0.0
SV04 -Rot 1	0.0	103.0	0.2	0.2	0.0
SV04 -Rot 2	0.0	103.0	0.4	0.2	0.2
SV04 - Rampa 3	0.0	93.0	0.2	0.2	0.0
SV04 - Rampa 2	0.0	220.0	0.3	0.2	0.1
	220.0	280.0	0.2	0.2	0.0
	280.0	580.0	0.4	0.2	0.2
SV04 - Rampa 4	0.0	320.0	0.2	0.2	0.0
	320.0	368.0	0.4	0.2	0.2
SV04 - Rampa 5	0.0	7.5	0.2	0.2	0.0

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

	7.5	344.0	0.2	0.2	0.0
SV04 - Rampa 6	0.0	220.0	1.0	0.2	0.8
	220.0	420.0	0.7	0.2	0.5
	420.0	525.0	0.4	0.2	0.2
SV04 - Rampa 7	0.0	165.0	0.2	0.2	0.0
SV04 - Rampa 3	0.0	268.0	0.5	0.2	0.3

Tabella 8-4 Indicazioni progettuali bonifiche svincoli

## 9 SISMICITA' DELL'AREA

Come è noto, un terremoto può trasmettere sia sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale, che dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti, liquefazione e frane. Pertanto, in fase di progettazione di opere in zone sismiche, è necessario partire dall'ipotesi di un "terremoto di progetto", basato sulla conoscenza della sismicità della zona.

In base all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale tramite l'OPCM 3274/03, in seguito aggiornata con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", si evidenzia che i comuni di Licodia Eubea e Chiaromonte Gulfi, interessati dal tracciato, sono stati inseriti tutti in zona 2, come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata e recepita con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003 che ha confermato per i 2 comuni la zona II.

Questo sistema di classificazione elimina la presenza di territorio c.d. "non classificato", denominandolo "zona 4", ed attribuisce contestualmente alle Regioni il compito di stabilire se entro tali zone sia necessaria la progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia.

Comune	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Zona sismica ai sensi della OPCM 3274 del 20.3.2003 e DGR 408 del 19.12.2003	Comuni identificati in zona 2 per i quali vengono previste, per le strutture strategiche e rilevanti di cui al comma 2 art. 3 ord. 3274/2003, verifiche e limitazioni tecniche previste per la zona 1
Licodia Eubea	2	2	X
Chiaromonte Gulfi	2	2	X

Tabella 9-1 Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

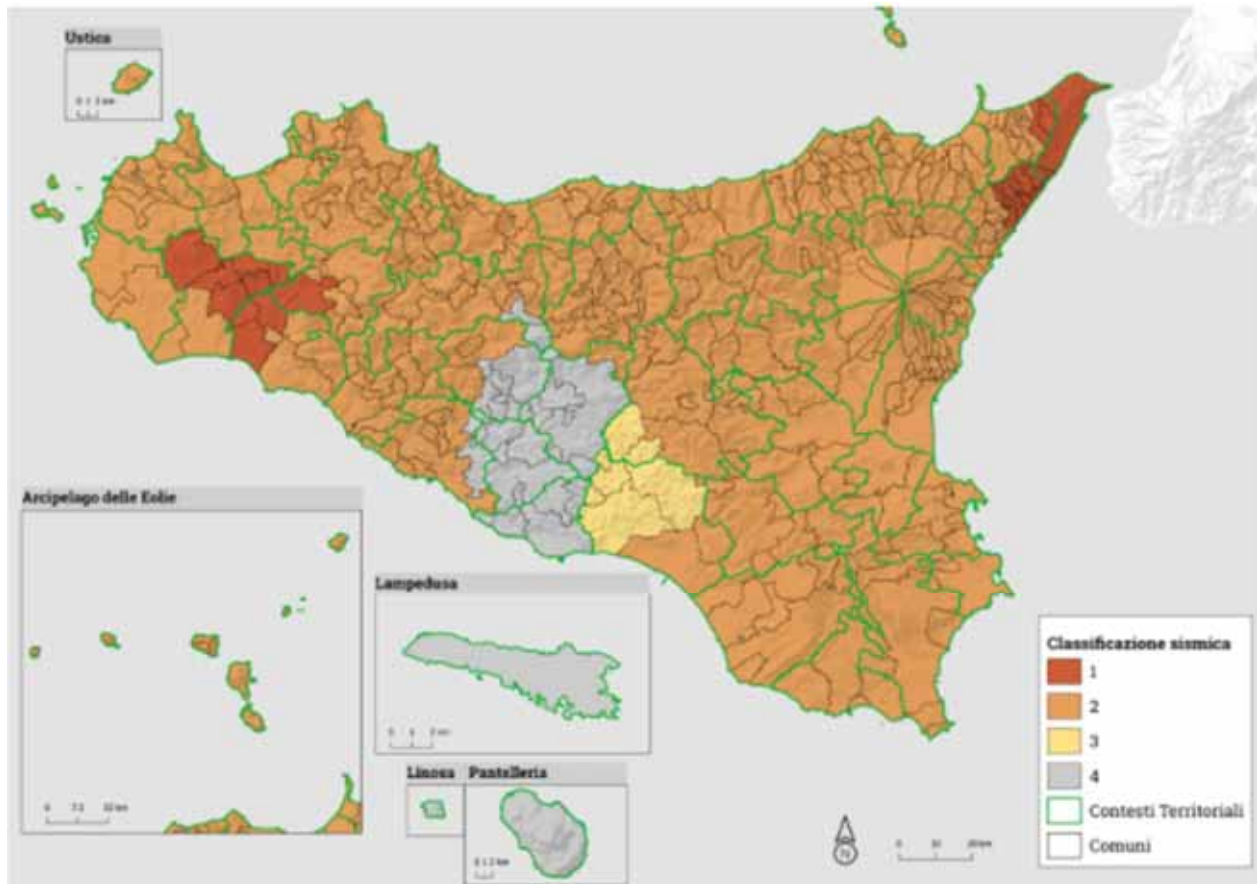


Figura 9.1 Classificazione sismica della Regione Sicilia secondo la Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche è stato superato, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione pianificativa e di controllo dello stesso.

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto sono stati consultati i database disponibili presso il sito INGV:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014
- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

La finestra cronologica coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

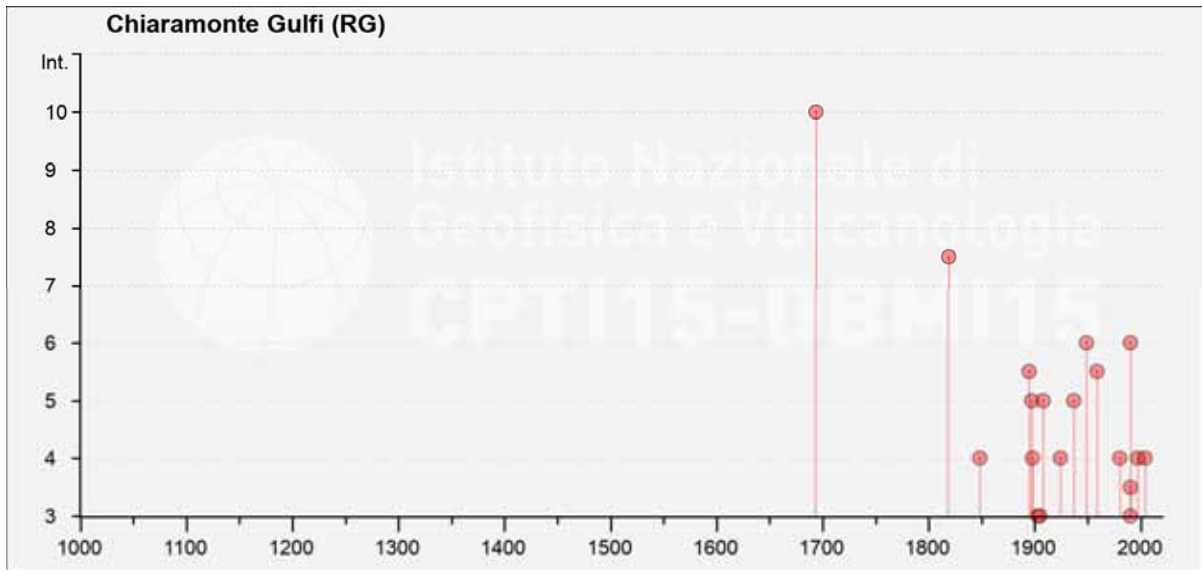
Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

Per i comuni interessati dall'opera in progetto sono stati identificati i seguenti eventi ricavabili dal database dell'INGV:

Seismic history of	Chiaromonte Gulfi
PlaceID	IT_67985
Coordinates (lat, lon)	37.031, 14.702
Municipality (ISTAT 2015)	Chiaromonte Gulfi
Province	Ragusa
Region	Sicilia
No. of reported earthquakes	24

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
10	1693	1	11	13	30		Sicilia sud-orientale		11	7,32	0,1
7-8	1818	3	1	2	45		Monti Iblei		7-8	5,57	0,44
4	1848	1	11	12			Golfo di Catania		7-8	5,51	0,26
5-6	1895	4	13	15	1		Monti Iblei ?		6-7	4,82	0,26
5	1897	5	28	22	40	2	Ionio		6	5,46	0,11
NF	1898	5	14	4	45		Etna - S. Maria Licodia		7-8	4,03	0,36
NF	1898	8	12				Sicilia nord-orientale		6-7	4,82	0,17
4	1898	11	3	5	59		Calatino		5-6	4,51	0,21
3	1903	7	13	8	19		Calatino		5	4,14	0,34
3	1905	9	8	1	43		Calabria centrale		10-11	6,95	0,09
5	1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina		11	7,1	0,18
4	1924	8	17	21	40		Monti Iblei		5	4,74	0,17
5	1937	3	6	1	56		Monti Iblei		5	4,49	0,35
6	1949	10	8	3	8		Sicilia sud-orientale		7	5,1	0,13
5-6	1959	12	23	9	29		Piana di Catania		6-7	5,11	0,15
4	1980	1	23	21			Monti Iblei		5-6	4,39	0,1
3-4	1990	10	29	8	16	14,35	Stretto di Sicilia	23,9		4,79	0,1
6	1990	12	13	0	24	25,68	Sicilia sud-orientale	10		5,61	0,1
3	1990	12	16	13	50	28,68	Ionio meridionale	23,2		4,38	0,16
4	1997	7	30	16	6	37,4	Monti Iblei	30,3	5	4,45	0,15
NF	2000	11	5	17	26	27,04	Etna - Versante meridionale	13,1	5-6	3,85	0,35
NF	2004	5	5	13	39	42,93	Isole Eolie	228,6		5,42	0,07
4	2004	12	30	4	4	50,26	Monti Iblei	15,1	4	3,82	0,13
NF	2005	11	21	10	57	40,23	Sicilia centrale	63,2		4,56	0,07

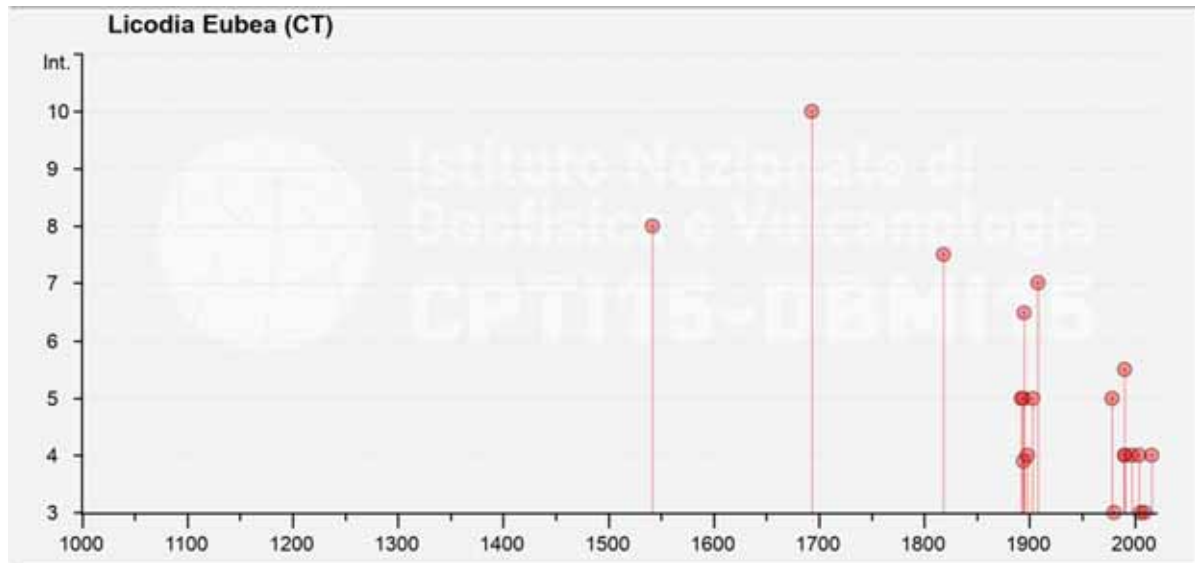
RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2



Seismic history of	Licodia Eubea
PlaceID	IT_67838
Coordinates (lat, lon)	37.155, 14.700
Municipality (ISTAT 2015)	Licodia Eubea
Province	Catania
Region	Sicilia
No. of reported earthquakes	27

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
8	322	1542	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale		10	6,68	0,24
10	551	1693	1	11	13	30		Sicilia sud-orientale		11	7,32	0,1
7-8	1042	1818	3	1	2	45		Monti Iblei		7-8	5,57	0,44
5	1584	1892	1	22	23	47		Monti Iblei		5	4,41	0,27
5	1626	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale		9	6,12	0,1
F	1630	1894	12	27				Filicudi		6	4,99	0,29
6-7	1638	1895	4	13	15	1		Monti Iblei ?		6-7	4,82	0,26
4	1739	1898	11	3	5	59		Calatino		5-6	4,51	0,21
5	1831	1903	7	13	8	19		Calatino		5	4,14	0,34
NF	1883	1905	9	8	1	43		Calabria centrale		10-11	6,95	0,09
NF	1970	1908	12	10	6	20		Monti Peloritani		7	5,11	0,19
7	1972	1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina		11	7,1	0,18
NF	2052	1911	10	29	6	49		Mineo		5	4,16	0,46
NF	2070	1912	12	22	8	5		Stretto di Messina		5-6	4,68	0,24
NF	2622	1947	5	11	6	32	15	Calabria centrale		8	5,7	0,08
5	3194	1978	4	15	23	33	48,15	Golfo di Patti	17,9	8	6,03	0,1
3	3226	1980	1	23	21			Monti Iblei		5-6	4,39	0,1
4	3639	1990	10	29	8	16	14,35	Stretto di Sicilia	23,9		4,79	0,1
5-6	3642	1990	12	13	0	24	25,68	Sicilia sud-orientale	10		5,61	0,1
4	3644	1990	12	16	13	50	28,68	Ionio meridionale	23,2		4,38	0,16
4	3842	1997	7	30	16	6	37,4	Monti Iblei	30,3	5	4,45	0,15
NF	4054	2000	11	5	17	26	27,04	Etna - Versante meridionale	13,1	5-6	3,85	0,35
NF	4234	2004	5	5	13	39	42,93	Isole Eolie	228,6		5,42	0,07
4	4257	2004	12	30	4	4	50,26	Monti Iblei	15,1	4	3,82	0,13
3	4284	2005	11	21	10	57	40,23	Sicilia centrale	63,2		4,56	0,07
3	4418	2009	12	19	9	1	14,58	Etna - Maletto	31,8	6	4,39	0,07
4	4623	2016	2	8	15	35	43,39	Monti Iblei	7,4	5-6	4,44	0,07



Di seguito si riporta una tabella con le massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Ragusa e Catania e una mappa con le stesse massime intensità osservate nella Regione Sicilia (Dipartimento della Protezione Civile 1996), in cui si può osservare come la massima intensità macrosismica registrata per il comune di Chiaromonte Gulfi e Licodia Eubea sia  $I_{max} \geq 10$ . Per intensità macrosismica si intende la misura degli effetti di un terremoto sulle costruzioni, sull'uomo e sull'ambiente, classificandoli in dodici gradi attraverso la scala Mercalli. L'intensità non è quindi una misura dell'energia di un terremoto, ma del grado di danneggiamento, perché le conseguenze dipendono dalla violenza dello scuotimento ma anche da come sono state costruite le case e da quante persone vivono nell'area colpita

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ACATE	19	88	1	37.02535	14.49419	>=10
CHIARAMONTE GULFI	19	88	2	37.03075	14.70247	>=10
COMISO	19	88	3	36.94574	14.60579	>=10
GIARRATANA	19	88	4	37.04778	14.79393	>=10
ISPICA	19	88	5	36.78572	14.90996	>=10
MODICA	19	88	6	36.85835	14.76078	>=10
MONTEROSSO ALMO	19	88	7	37.08897	14.76307	>=10
POZZALLO	19	88	8	36.72706	14.84492	>=10
RAGUSA	19	88	9	36.92523	14.72884	>=10
SANTA CROCE CAMERINA	19	88	10	36.82787	14.52487	>=10
SCICLI	19	88	11	36.79224	14.70578	>=10
VITTORIA	19	88	12	36.95013	14.53175	>=10

Tabella 9-2 Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni della Provincia di Ragusa



**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ACI BONACCORSI	19	87	1	37.59850	15.10790	>=10
ACI CASTELLO	19	87	2	37.55454	15.14676	>=10
ACI CATENA	19	87	3	37.60261	15.14146	>=10
ACIREALE	19	87	4	37.61274	15.16596	>=10
ACI SANT`ANTONIO	19	87	5	37.60576	15.12616	>=10
ADRANO	19	87	6	37.66699	14.83441	8
BELPASSO	19	87	7	37.58998	14.97908	>=10
BIANCAVILLA	19	87	8	37.64316	14.86651	9
BRONTE	19	87	9	37.78593	14.83368	8
CALATABIANO	19	87	10	37.82109	15.22826	>=10
CALTAGIRONE	19	87	11	37.23067	14.52032	9
CAMPOROTONDO ETNEO	19	87	12	37.56648	15.00478	>=10
CASTEL DI IUDICA	19	87	13	37.49362	14.65023	9
CASTIGLIONE DI SICILIA	19	87	14	37.88189	15.12221	9
CATANIA	19	87	15	37.50180	15.08736	>=10
FIUMEFREDDO DI SICILIA	19	87	16	37.79101	15.20470	>=10
GIARRE	19	87	17	37.72401	15.18111	>=10
GRAMMICHELE	19	87	18	37.21411	14.63645	>=10
GRAVINA DI CATANIA	19	87	19	37.56005	15.06521	>=10
LICODIA EUBEA	19	87	20	37.15454	14.70043	>=10
LINGUAGLOSSA	19	87	21	37.84178	15.13927	9
MALETTO	19	87	22	37.82775	14.86589	9
MASCALI	19	87	23	37.75743	15.19538	>=10
MASCALUCIA	19	87	24	37.57414	15.04951	>=10
MILITELLO IN VAL DI CATANIA	19	87	25	37.27309	14.79338	>=10
MILO	19	87	26	37.72221	15.11656	>=10
MINEO	19	87	27	37.26588	14.69067	>=10
MIRABELLA IMBACCARI	19	87	28	37.32536	14.44733	9
MISTERBIANCO	19	87	29	37.51826	15.00889	>=10
MOTTA SANT`ANASTASIA	19	87	30	37.51239	14.96929	>=10
NICOLOSI	19	87	31	37.61376	15.02567	>=10
PALAGONIA	19	87	32	37.32618	14.74557	>=10
PATERNO`	19	87	33	37.56591	14.90173	9
PEDARA	19	87	34	37.61803	15.06150	>=10
PIEDIMONTE ETNEO	19	87	35	37.80667	15.17680	>=10
RADDUSA	19	87	36	37.47357	14.53384	9
RAMACCA	19	87	37	37.38436	14.69364	9
RANDAZZO	19	87	38	37.87692	14.94796	8
RIPOSTO	19	87	39	37.73088	15.20268	>=10
SAN CONO	19	87	40	37.29113	14.36721	8
SAN GIOVANNI LA PUNTA	19	87	41	37.57916	15.09443	>=10
SAN GREGORIO DI CATANIA	19	87	42	37.56535	15.11039	>=10
SAN MICHELE DI GANZARIA	19	87	43	37.28030	14.42756	8
SAN PIETRO CLARENZA	19	87	44	37.56964	15.02233	>=10
SANT`AGATA LI BATTIATI	19	87	45	37.55656	15.08166	>=10
SANT`ALFIO	19	87	46	37.74193	15.14096	>=10
SANTA MARIA DI LICODIA	19	87	47	37.61522	14.88933	9
SANTA VENERINA	19	87	48	37.68661	15.13926	>=10
SCORDIA	19	87	49	37.29552	14.84280	>=10
TRECASTAGNI	19	87	50	37.61464	15.08113	>=10
TREMESTIERI ETNEO	19	87	51	37.57514	15.07286	>=10
VALVERDE	19	87	52	37.57898	15.12454	>=10
VIAGRANDE	19	87	53	37.60981	15.09756	>=10
VIZZINI	19	87	54	37.16244	14.75548	>=10

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

ZAFFERANA ETNEA	19	87	55	37.69225	15.10466	>=10
MAZZARRONE	19	87	56	37.08626	14.56075	>=10
MANIACE	19	87	57	37.88471	14.79795	8
RAGALNA	19	87	58	37.63414	14.94316	9

Tabella 9-3 Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni della Provincia di Catania

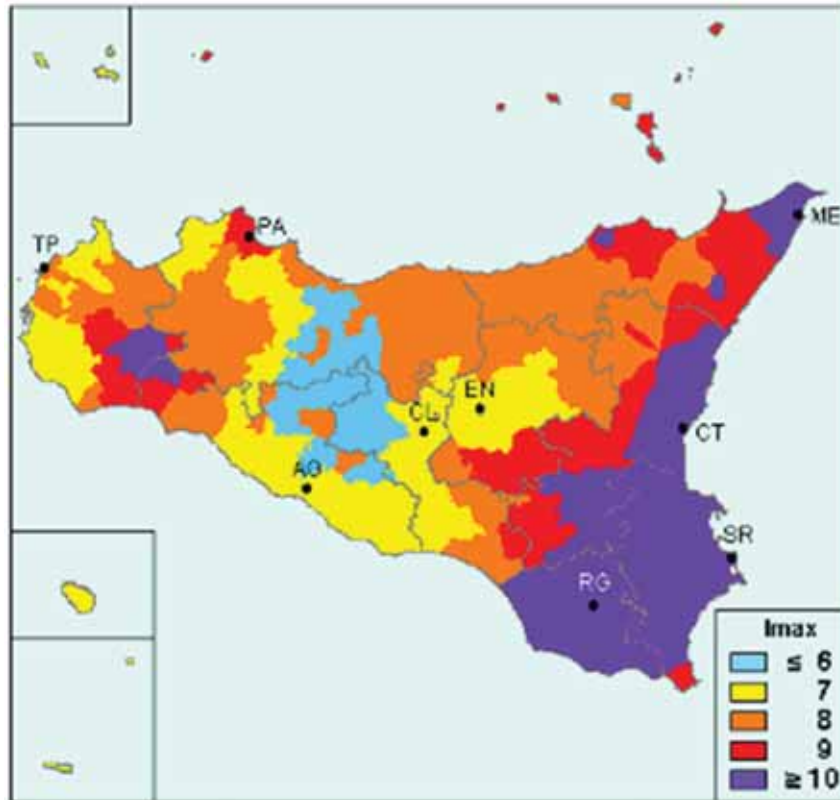


Figura 9.2 Massime Intensità Macrosismiche osservate nella Regione Sicilia (Carta elaborata da D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise per conto del Dipartimento della Protezione Civile – Aprile 1996)

L'evento sismico più importante che ebbe effetti catastrofici è avvenuto l'11 gennaio 1693 con epicentro nella Sicilia orientale. Fu registrata una magnitudo  $M_w=7.32$  con intensità massima risentita di 11 gradi MCS e intensità risentite di X grado MCS nell'area di Chiaromonte Gulfi e Licodia Eubea. Sono stati registrati danni in tutta la Sicilia, Catania è rimasta distrutta, come pure tutti i paesi della Val di Noto.

Un evento risentito a Ragusa e nel settore meridionale della provincia di Catania con intensità rispettivamente di grado VII-VIII MCS ( $M_w=5.51$ ) è quello del 1 marzo 1818 con epicentro sui Monti Iblei.

Un'altra scossa con epicentro a Vizzini è avvenuta il 13 aprile 1895 ( $M_w=4.82$ ) risentita sia a Chiaromonte che a Ragusa ( $I_s=V-VI$  MCS).

Il più recente evento sismico registrato nell'area interessata dal progetto in esame è stato quello del 13 dicembre 1990 con epicentro nella Sicilia sud-orientale; per tale evento è stata registrata una magnitudo  $M_w=5.61$  ed una intensità massima risentita di VII grado MCS. L'intensità risentita è di V-VI grado MCS nell'area di Ragusa.

Un altro catastrofico evento sismico che ha avuto risentimenti anche nell'area di progetto ( $I_s=V-VI$  grado MCS a Ragusa e Chiaromonte Gulfi) è il terremoto del 23 dicembre 1959 ( $M_w=5.11$ ) con epicentro nella Piana di Catania; tale sisma ha avuto una intensità epicentrale di Vi-VII grado MCS.

Tutti gli altri terremoti elencati nelle tabelle riportate hanno avuto risentimenti inferiori al VI grado MCS cioè al di sotto della soglia del danno.

## 9.1 SORGENTI SISMOGENETICHE

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n.3274, All.1, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con l'istituzione del Gruppo di Lavoro del 2004, ha provveduto alla produzione di una mappa di pericolosità sismica di riferimento, elaborando una nuova zonazione sismogenetica (ZS9). Questa nuova zonizzazione sismogenetica è stata definita a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

Le Norme tecniche per le costruzioni del 2008 hanno modificato il ruolo che la classificazione aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

La zonizzazione sismogenetica ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica (ZS), da un meccanismo focale prevalente, da un valore di Magnitudo Momento Massima (Mw), un valore di Magnitudo di Durata massimo (Md) e da un valore di profondità efficace.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

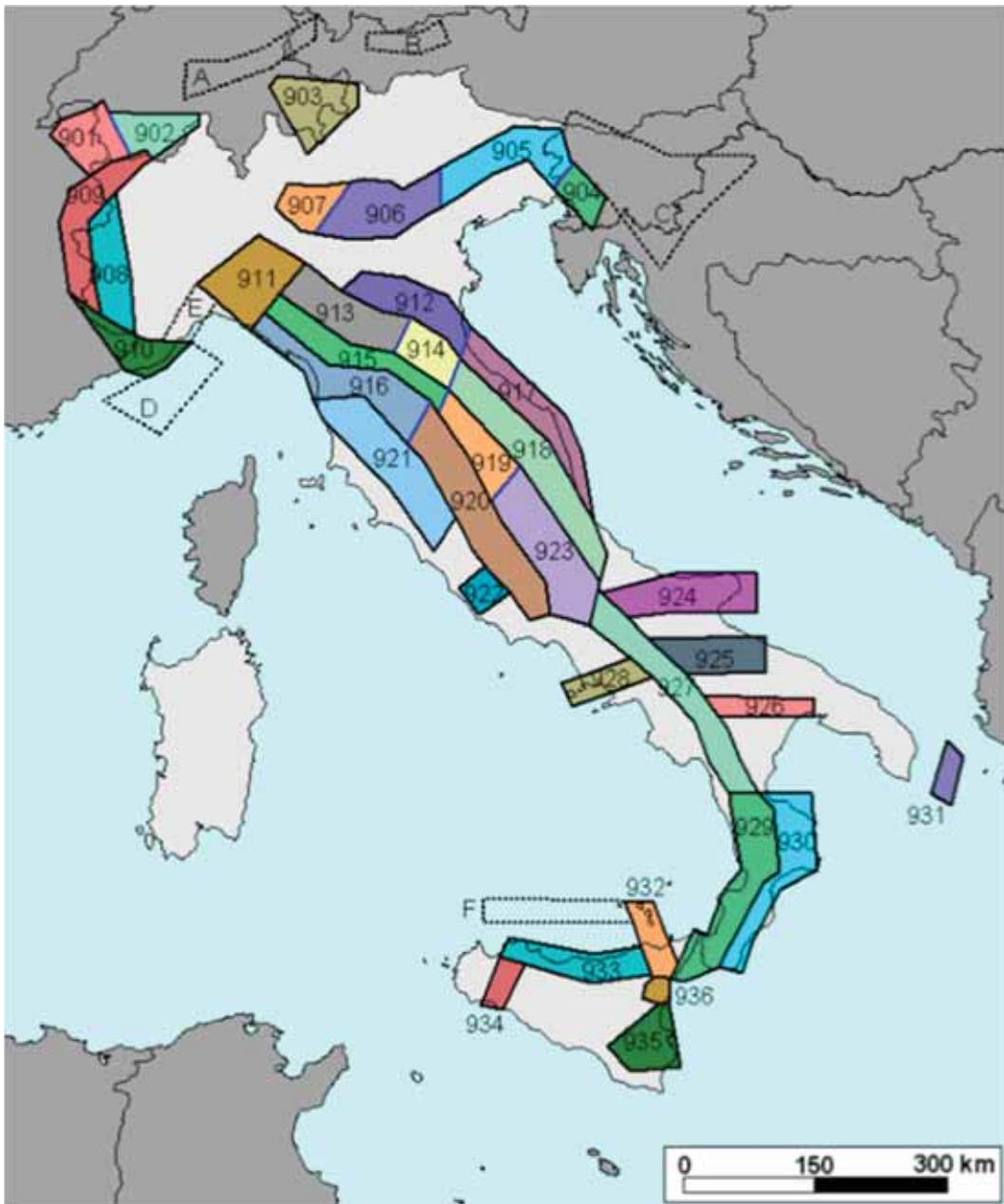


Figura 9.3 Zonazione sismogenetica Z29 del territorio italiano

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

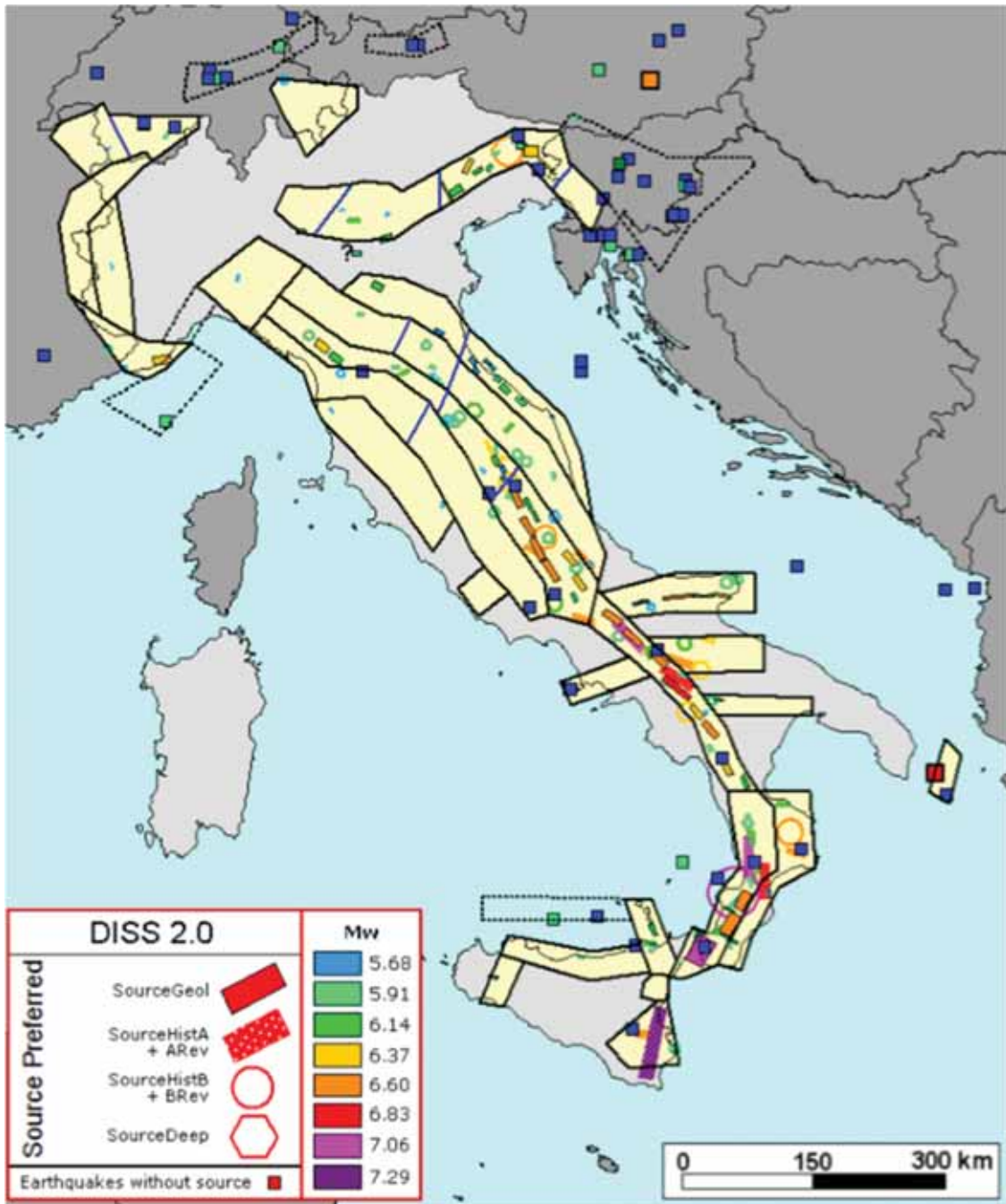


Figura 9.4 Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPT12) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti. Le classi di magnitudo con le quali sono rappresentati i terremoti e le sorgenti sono le stesse utilizzate per il calcolo dei tassi di sismicità.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

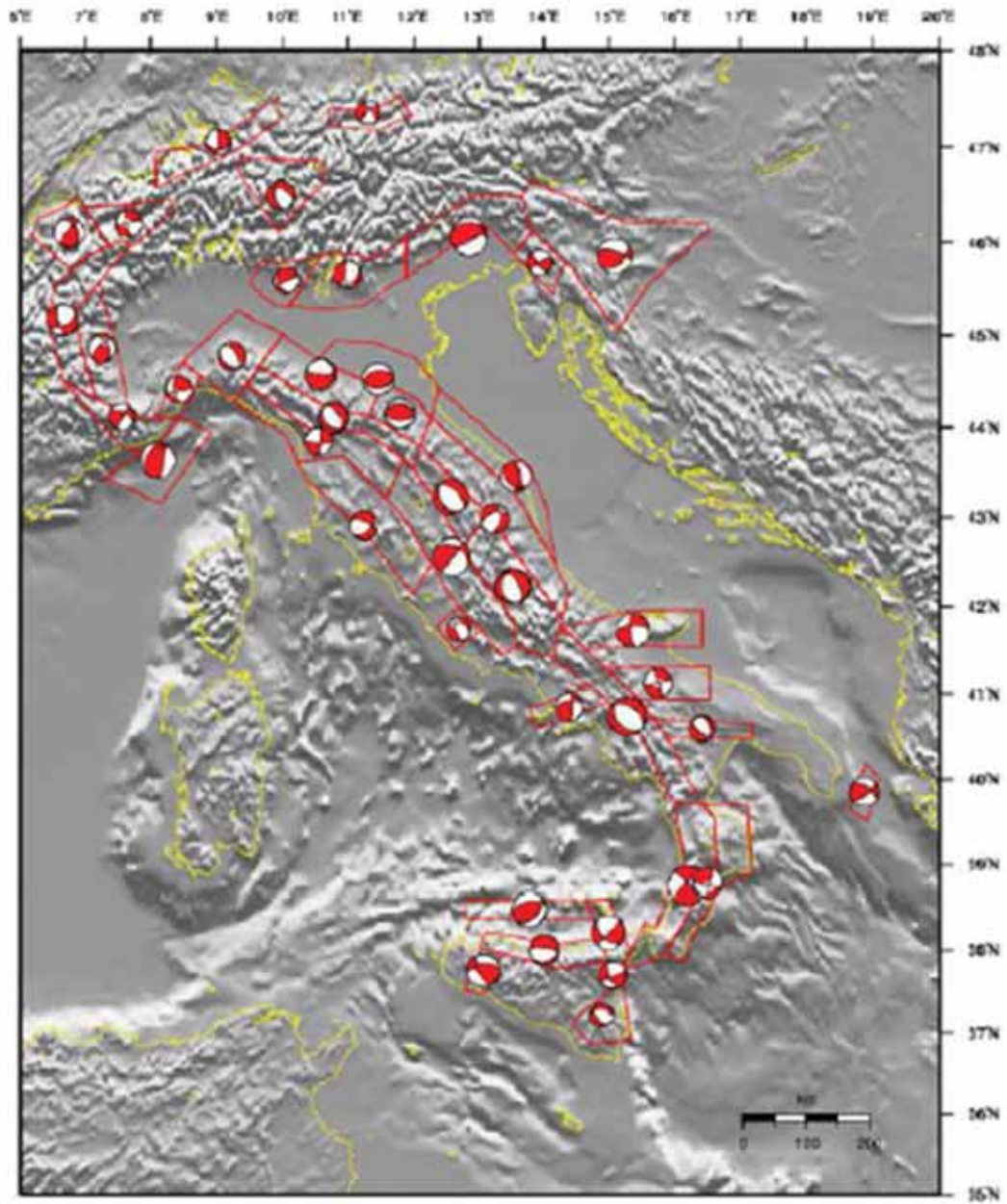


Figura 9.5 Meccanismi focali medi calcolati per tutte le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone

Dalla consultazione della zonizzazione sismogenetica ZS9, emerge che l'area in esame ricade all'interno della zona sismogenetica 935 che comprende tutto il settore Ibleo, all'interno della quale ricadono eventi di elevata magnitudo, prevalentemente caratterizzati da meccanismi trascorrenti con una componente estensionale di entità variabile.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

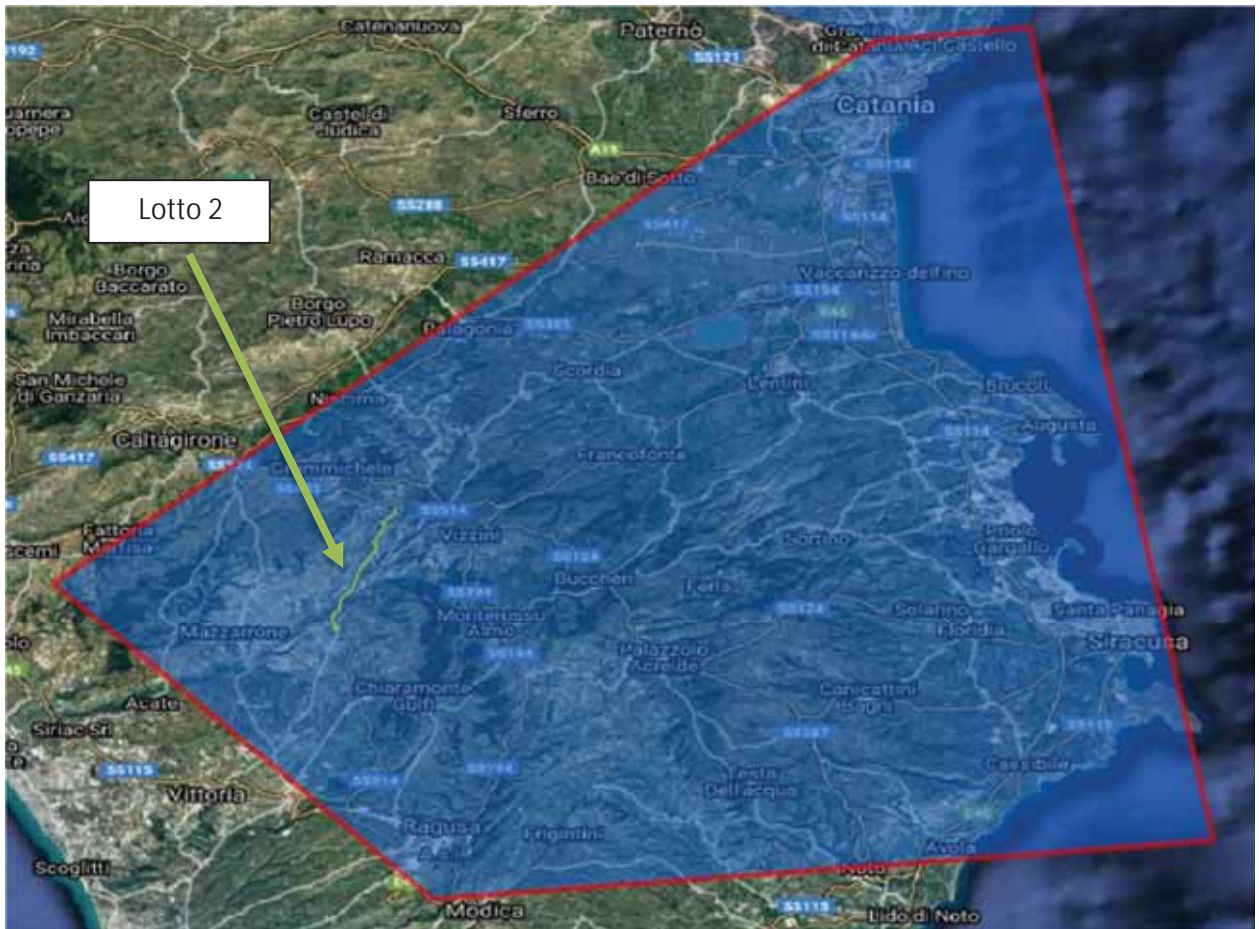


Figura 9.6 Zonazione sismogenetica ZS9 – Zona sismogenetica 935

Dalla consultazione del "Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3" dell'INGV si evidenzia la presenza di strutture sismogenetiche composite nell'area di progetto.

Per sorgente sismogenetica composta si intende "una rappresentazione semplificata e tridimensionale di una faglia crostale contenente un numero imprecisato di sorgenti sismogenetiche non individuabili. Le sorgenti sismogenetiche composite non sono associate a un insieme specifico di terremoti o distribuzione sismica."

In particolare, il progetto ricade all'interno della struttura, identificata da DISS3.2.1, come ITCS035 Ragusa-Palagonia. Tale struttura è caratterizzata da una direzione N-S e da magnitudo fino a 5.6 Richter e profondità comprese tra 1 e 23 km, coinvolge la porzione settentrionale della "Scicli Fault Zone" nel Plateau Ibleo per 70 km in direzione N-S, con inflessione sotto i depositi di avampaese di Gela- Catania. I sismi più antichi risalgono a dicembre 1542 (Mw 6.6) e gennaio 1693 (Mw 7.4) e sono correlabili ad una tettonica ancora attiva: sulla base dei dati disponibili, si può affermare che questa regione è tuttora sottoposta a raccorciamento in direzione NNW.

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

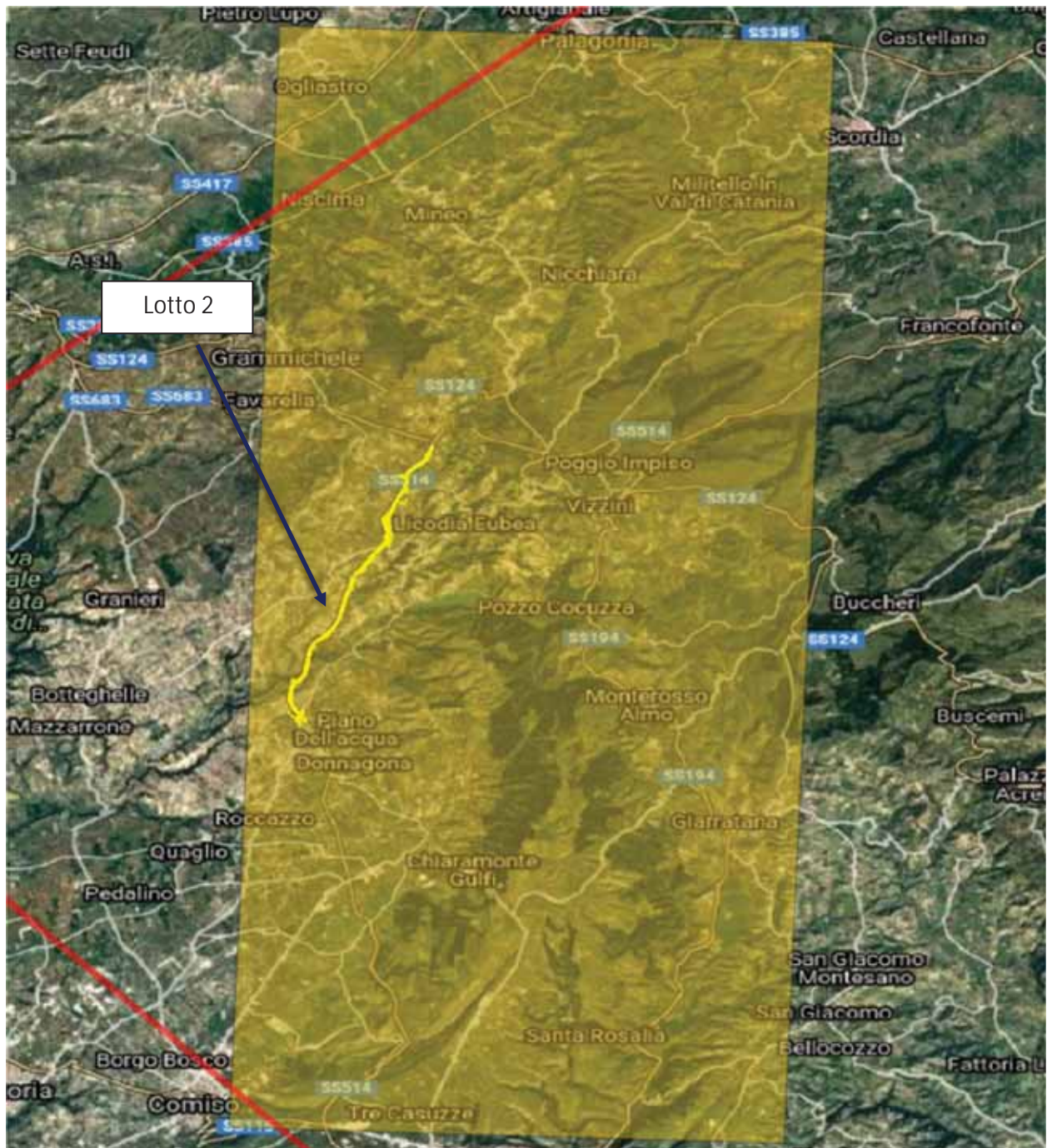


Figura 9.7 Struttura sismogenetica ITCS035 Ragusa Palagonia (DISS 3.2.1)

Le informazioni disponibili per i terremoti storici, quelle di tipo paleosismologico e quelle geologico-strutturali di un'area permettono di individuare le cosiddette "Faglie Capaci", definite come "faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie". L'elenco delle faglie attive e capaci del catalogo Ithaca (ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from Capable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019.) riporta nell'area 2 faglie che interferiscono direttamente con il tracciato di progetto:



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA– LOTTO2

- la faglia normale "Lago Dirillo" – ID 1357, ubicata nel settore sud nel tratto iniziale del progetto, caratterizzata da una direzione media di N225°, una lunghezza di circa 23.1km
- la faglia normale "Licodia Eubea" - ID 1356, ubicata poco a est del tracciato, caratterizzata da una direzione media di N45°, una lunghezza di circa 10.5km;

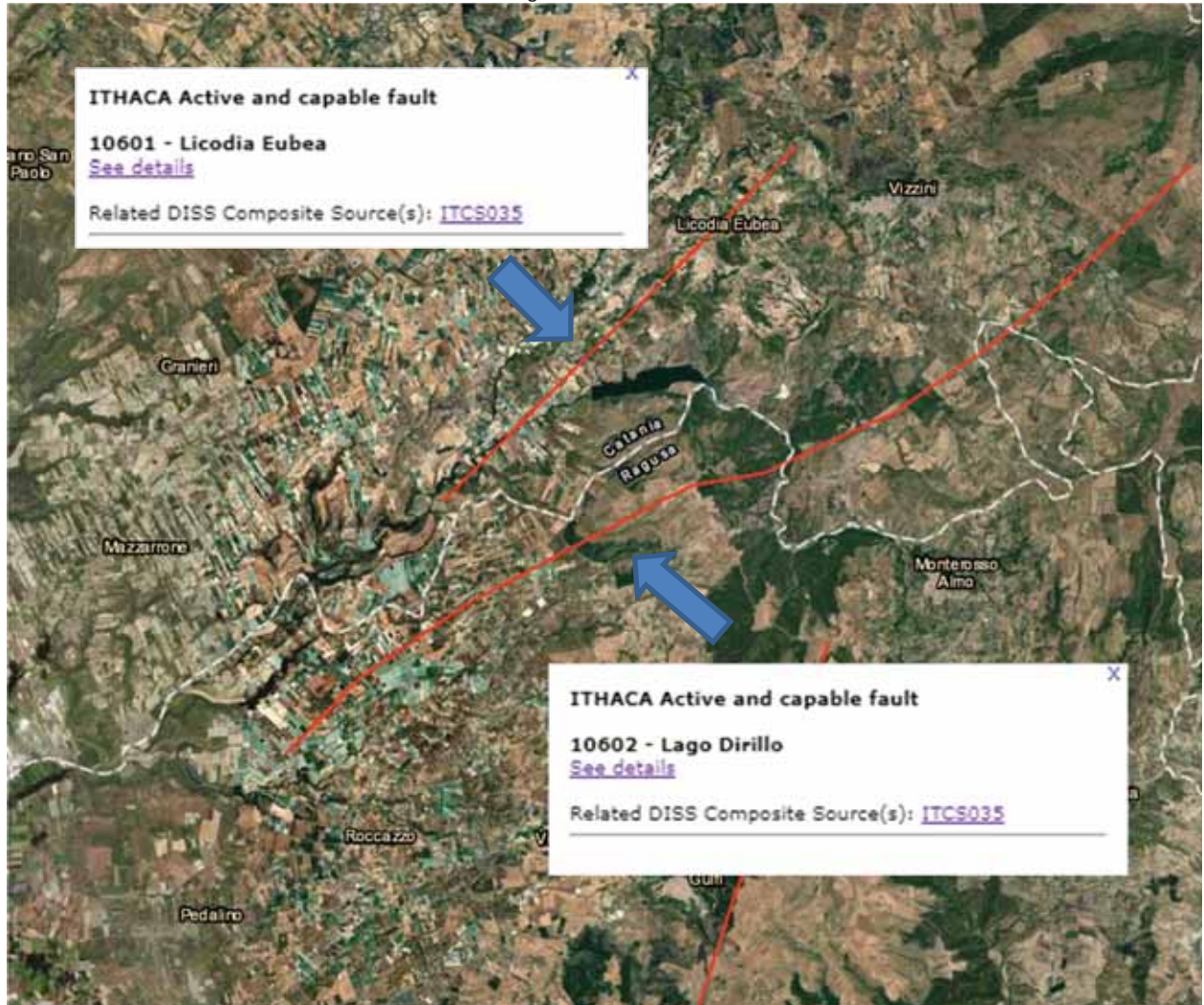


Figura 9.8 Faglie capaci che intersecano il Progetto - ITHACA (ITaly HAZard from Capable faulting) Version December 2019.)

## 9.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica essa è intesa in senso probabilistico come lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

Gli studi di pericolosità sono utilizzati, tra gli altri, nelle analisi di sito, per localizzare opere critiche dal punto di vista della sicurezza, del rischio o dell'importanza strategica. Valutare la pericolosità significa, in

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

questo caso, stabilire la probabilità di occorrenza di un terremoto di magnitudo (o Pga) superiore al valore di soglia stabilito dagli organi politici/decisionali, portando all'eventuale scelta di aree diverse.

Con l'OPCM n. 3519 del 28.04.2006 è stata approvata la "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo (ag max) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/sec).

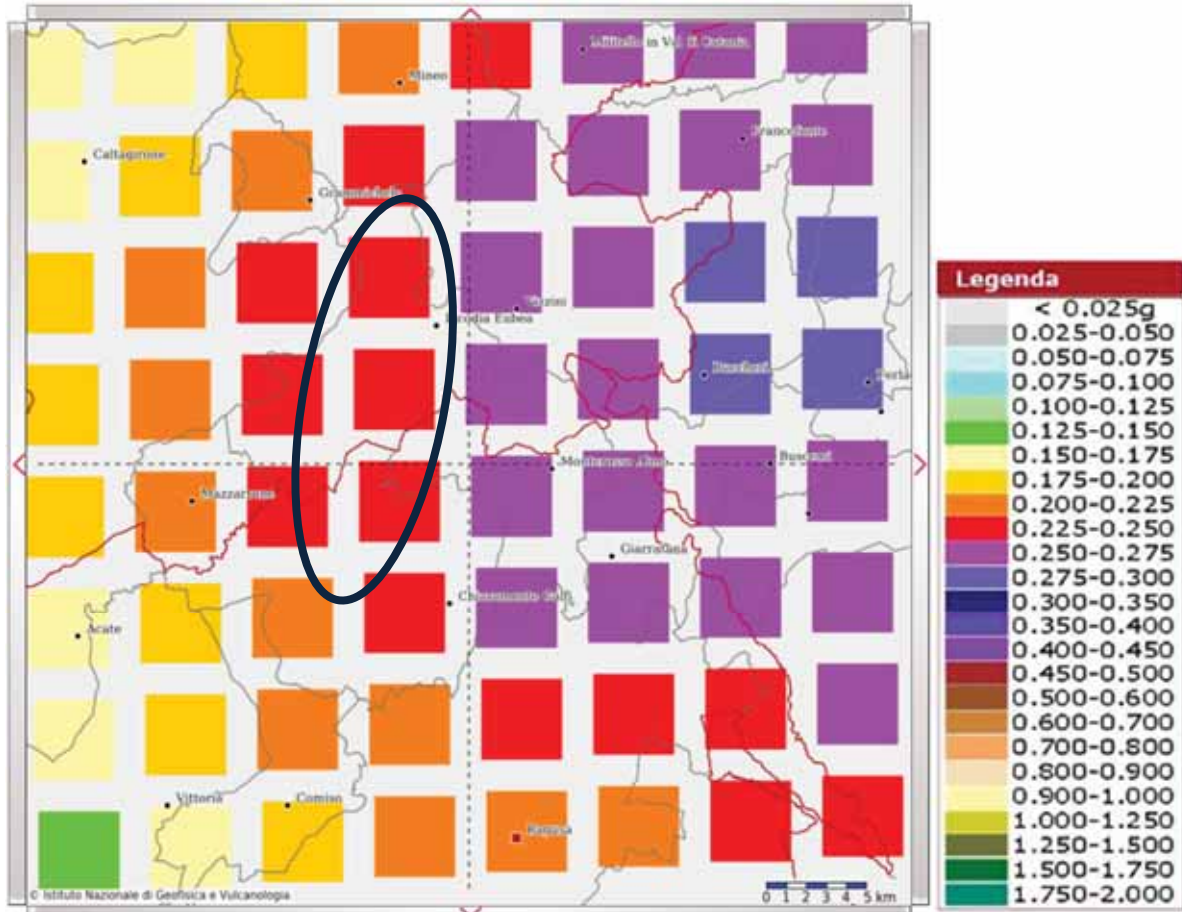


Figura 9.9 Carta della pericolosità sismica nell'area compresa fra i comuni di Chiaromonte Gulfi e Licodia Eubea. Il parametro rappresentato è la PGA (picco di accelerazione del suolo atteso con il 10% di probabilità in 50 anni); INGV 2006

Dall'analisi della "Mappa interattiva della pericolosità sismica" del territorio nazionale, edita dall'INGV, si evince, per il territorio comunale di Chiaromonte Gulfi e Licodia Eubea una probabilità pari al 10% di raggiungimento o superamento di un'accelerazione di picco compresa tra 0.225 e 0.250 (g) su terreno rigido nell'intervallo temporale di 50 anni.

Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro  $a_g$  secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente").

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto,

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest' ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione pianificativa e di controllo dello stesso.

Per il dettaglio sulla caratterizzazione sismica dei terreni in base alle NTC2008 si rimanda alla relazione sismica di progetto (T02GE03GEORE01A).

## 10 ANALISI DEL TRACCIATO

La descrizione che segue analizza le caratteristiche generali dei terreni intercettati dal tracciato in riferimento alle progressive di progetto medie calcolate tra le due carreggiate ed ai corrispondenti elaborati tematici geologici e geomorfologici. All'interno del testo sono utilizzate le seguenti sigle: pk: progressiva chilometrica; P.D.: progetto definitivo; P.P.: progetto preliminare; b.f.: bocca foro sondaggio; le sigle delle formazioni litologiche (riferite alla legenda della cartografia geologica).

### 10.1 Tratta compresa tra inizio lotto (pk 0+000) e la spalla sud del Viadotto Dirillo

Il tracciato dalla pk 0+000 alla pk 0+800 interessa la formazione Qcs e, tra le pk 0+160 e 0+230, un lembo di Qm. Il termine Qcs assume spessori di oltre 20 metri di sedimenti sabbiosi con intercalazioni di lenti ghiaiose e livelli argillosi, così come evidenziato dal S18bis del PP. Dalla pk 0+200 alla pk 0+400 i sedimenti Qcs affiorano e passano inferiormente a sabbie più fini (Qsa) ad una profondità variabile tra i 26 e i 27 metri dal b.f. come evidenziato dai sondaggi S68bis e S68d. Su tutta la citata tratta, specie per l'asse sinistro, il tracciato ricalca i rilevati esistenti.

Dalla pk 0+400 alla pk 0+800 il tracciato stradale si imposta su rilevato che, in base ai dati del sondaggio S69, poggia sulle sabbie ghiaiose quaternarie (Qcs) al di sotto delle quali, ad una profondità di oltre 10 metri, si continua a rilevare la sabbia del Qsa che affiora in un lembo presso la pk. 0+800 e 0+840.

Dalla pk 0+840 alla pk 1+330, il tracciato prosegue in trincea intercettando i sedimenti lacustri quaternari del Qm e, nella parte terminale, le sabbie del Qsa fino alla pk 1+390. In questo segmento i sondaggi S70d ed S70bis (PD) e il S18 (PP), mostrano che ad una profondità di circa 14 metri dal b.f. il Qm passa inferiormente al Qsa che prosegue fino, almeno, alla profondità di fondo foro (30m). Dalla progressiva 1+310 circa la morfologia comincia a degradare verso Catania.

Dalla pk 1+390 fino alla pk 2+280 interessa la formazione alluvionale terrazzata "ar", lambendo la formazione Qs per un breve tratto tra le pk 1+860 e 2+000.

Dalla pk 2+280 alla pk 2+694 interessa i depositi Qs in buona parte coperti da coltre detritica e rilevato esistente. I sedimenti detritici (dt) presentano spessori che variano dai 4 agli 8 metri dal pc (come evidenziato dai sondaggi S76p e S77d). Nello stesso S76p è stata rinvenuta la falda alla profondità di 18.35 m dal b.f.. Solo nella parte finale della trincea (da pk 2+620 a fine tratta) affiorano direttamente le sabbie Qs, seguite dai depositi alluvionali attuali (a).

### 10.2 Viadotto Dirillo

Il viadotto, di una lunghezza totale di 226 m, in carreggiata sinistra si imposta sull'opera esistente, mentre in carreggiata destra sarà di nuova costruzione; l'opera attraversa una incisione che nel versante meridionale si presenta con pendenza significativa. Il versante sud, prevalentemente nelle argille limose sabbiose molto consistenti quaternarie (Qs), scende da una quota di circa 250 metri s.l.m. fino a fondo valle posto a circa 230 metri s.l.m., costituito da sedimenti alluvionali attuali (a), mentre il versante nord, costituito dall'attuale rilevato stradale, risale fino alla quota di circa 245 metri s.l.m..

La valle non è interessata da fenomeni tettonici evidenti.

Carr. DX.	Carr. SX.
Inizio pk 2+685 - Fine pk 2+911	Inizio pk 2+694 - Fine pk 2+920
Spalla sud: poggia su argille limose debolmente sabbiose molto consistenti (Qs). Come evidenziato dal sondaggio S78p bis, alla profondità di circa 20 metri	Spalla sud: poggia su argille limose debolmente sabbiose molto consistenti (Qs). Come evidenziato dal sondaggio S78p bis, alla profondità di circa 20 metri

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

<p>scompare la componente sabbiosa e restano argille limose mediamente consistenti (Pa).</p> <p>Zona delle pile: poggia su sedimenti argillosi attuali dello spessore di circa 5 metri al di sotto dei quali si rinvencono (S78p e S79p) le argille limose mediamente consistenti (Pa) con spessori di oltre 30 metri. La falda è stata individuata alla profondità di 2,38 m (S78p) e 3,12 m (S79p).</p> <p>Zona spalla nord: si poggia sull'attuale rilevato stradale che, in questo punto, ha uno spessore superiore ai 10 metri. Il rilevato poggia sui depositi alluvionali attuali (a) per uno spessore di circa 5 metri e passa inferiormente alle argille limose (Pa) che qui hanno spessori di almeno 25 metri (S80p)</p>	<p>scompare la componente sabbiosa e restano argille limose mediamente consistenti (Pa).</p> <p>Zona delle pile: poggia su sedimenti argillosi attuali dello spessore di circa 5 metri al di sotto dei quali si rinvencono (S78p e S79p) le argille limose mediamente consistenti (Pa) con spessori di oltre 30 metri. La falda è stata individuata alla profondità di 2,38 m (S78p) e 3,12 m (S79p).</p> <p>Zona spalla nord: si poggia sull'attuale rilevato stradale che, in questo punto, ha uno spessore superiore ai 15 metri. Il rilevato poggia sui depositi alluvionali attuali (a) per uno spessore di circa 5 metri e passa inferiormente alle argille limose (Pa) che qui hanno spessori di almeno 25 metri (S80p)</p>
--	--

### 10.3 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Dirillo e la spalla sud del Viadotto passo Mandorlo

La tratta in esame parte da una quota di circa 245 metri s.l.m in corrispondenza della spalla nord del Viadotto Dirillo (pk 2+911 in carreggiata dx) e sale di quota gradualmente.

Dalla pk 2+920 il tracciato torna a interessare i depositi alluvionali attuali (a) per uno spessore di circa 3 metri e passa inferiormente alle argille limose (Pa) che qui hanno spessori di almeno 25 metri (S80d). Le alluvioni permangono con continuità fino alla pk. 4+000, dove sia affiancano per contatto erosivo, alla Formazione dei Trubi (Pm), a tratti coperti dai rilevati esistenti (specie per l'asse sinistro)

Parte del tracciato è impostato su rilevato stradale esistente. Le litologie interessate sono, dall'alto verso il basso, alluvioni attuali (a), argille limose (Pa), i calcari marnosi della formazione dei Trubi (Pm) e i Calcari di base (Mg).

Il nuovo percorso viario poi passa in trincea, non molto approfondita, dalla pk 3+240 alla pk 3+600. La trincea è scavata nelle alluvioni recenti (a) e parzialmente nell'attuale rilevato stradale.

Successivamente il tracciato si sviluppa a cavallo del contatto tra le alluvioni (a) ed i Trubi (Pm) fino alla pk. 4+750 in cui abbandona le alluvioni per permanere unicamente nei Trubi (Pm) coperta da abbondanti coltri detritiche (dt) e rilevati esistenti. In questo tratto, come evidenziato dai sondaggi S82p, S83d, S84p e S85p, lo spessore delle alluvioni attuali (a) supera i 10 metri al di sotto dei quali si rinvencono le argille limose (Pa) con spessori che nei suddetti sondaggi arrivano a fondo foro. All'altezza del sondaggio S86p alla profondità di circa 12 m al di sotto delle alluvioni attuali si rinvencono le marne calcaree appartenenti alla formazione dei Trubi (Pm).

Nei successivi sondaggi (S87i, S89p, S90i, S91i) i Trubi vengono intercettati a profondità inferiori dal metro ai 6 metri s.l.m. In particolare nel sondaggio S89p è stata individuata la falda alla profondità di 10.65 m dal b.f..

Dall'altezza della progressiva 5+420 fino alla 5+580 è stata rilevato un corpo di frana quiescente nelle sabbie e argille ghiaiose con uno spessore di circa 6 metri come evidenziato dal sondaggio S91i.

La tratta successiva è investigata dal sondaggio S92p che evidenzia circa 1 metro di ghiaie sciolte a contatto inferiormente con le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino a fondo foro (30 m). Il relativo piezometro ha rilevato presenza di acqua in foro a meno di un metro di profondità. Al di sotto della copertura detritica i sondaggi S93 e S94 evidenziano le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino almeno alla profondità di fondo foro (30 m).

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Dopo la frana, tra le pk. 5+580 e 6+000, il tracciato continua ad interessare i Trubi mascherati dalla coltre detritica. Tra le pk. 6+000 e 6+100 un altro dissesto (L3\_2), dopo il quale fino alla spalla del viadotto Passo Mandorlo (6+297), il tracciato interessa una vasta coltre di depositi detritici ed eluvio-colluviali (ec) sovrapposti alla Formazione dei Trubi (Pm)

**10.4 Viadotto Passo Mandorlo**

Il viadotto ha una lunghezza totale di circa 380 m; la valle non è interessata da fenomeni tettonici evidenti.

Carr. DX.	Carr. SX.
Inizio pk 6+287 - Fine pk 6+662	Inizio pk 6+288 - Fine pk 6+668
<p>Spalla sud: poggia sulle marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm). Come evidenziato dal sondaggio S97d, al di sotto di una coltre detritica di circa 1,5 metri, le marne hanno uno spessore che arriva oltre i 30 metri dal b.f..</p> <p>Zona delle pile: poggia su coltre detritica e a cavallo della pk 6+360, in corrispondenza del fondo dell'incisione, sono sedimenti alluvionali attuali (a). Il sondaggio S97bis (pk 6+460) unitamente ai dati rilevati in superficie, evidenziano che dalla pk 6+370 alla pk 6+500, al di sotto della coltre detritica sono presenti le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino a 30 metri dal b.f.. Nello stesso sondaggio a 27 metri di profondità è stata individuato il livello di falda.</p> <p>Il sondaggio S98p (pk 6+510) evidenzia ancora, al di sotto della coltre detritica, le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino a 30 metri dal b.f..</p> <p>Zona spalla nord: il sondaggio S99d evidenzia che la spalla, al di sotto di una coltre metrica superficiale, poggia sulle argille marnose con intercalazioni sabbiose del Pleistocene inferiore (Qcb) che passano inferiormente, alla profondità di 3 m dal b.f., alle marne calcaree dei Trubi (Pm) fino a fondo foro.</p>	<p>Spalla sud: poggia sulle marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm). Come evidenziato dal sondaggio S97d, al di sotto di una coltre detritica di circa 1,5 metri, le marne hanno uno spessore che arriva oltre i 30 metri dal b.f..</p> <p>Zona delle pile: poggia su coltre detritica e a cavallo della pk 6+380, in corrispondenza del fondo dell'incisione, sono sedimenti alluvionali attuali (a). Il sondaggio S97bis (pk 6+460) unitamente ai dati rilevati in superficie, evidenziano che dalla pk 6+370 alla pk 6+500, al di sotto della coltre detritica sono presenti le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino a 30 metri dal b.f.. Nello stesso sondaggio a 27 metri di profondità è stata individuato il livello di falda.</p> <p>Il sondaggio S98p (pk 6+510) evidenzia ancora, al di sotto della coltre detritica, le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino a 30 metri dal b.f..</p> <p>Zona spalla nord: il sondaggio S99d evidenzia che la spalla, al di sotto di una coltre metrica superficiale, poggia sulle argille marnose con intercalazioni sabbiose del Pleistocene inferiore (Qcb) che passano inferiormente, alla profondità di 3 m dal b.f., alle marne calcaree dei Trubi (Pm) fino a fondo foro.</p>

**10.5 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Passo Mandorlo e la spalla sud del Viadotto Tenchio**

La tratta in esame analizza il tracciato compreso tra le opere denominate Viadotto Passo Mandorlo e Viadotto Tenchio e parte da una quota di circa 352 metri s.l.m in corrispondenza della spalla nord del Viadotto Passo Mandorlo (pk 6+665 in carreggiata dx) e sale di quota gradualmente fino ai 375 metri s.l.m. della spalla sud del Viadotto Tenchio (pk 7+097 in carreggiata dx); il tracciato stradale, in rilevato, poggia sull'attuale rilevato stradale che assume il suo massimo spessore (circa 20 m) all'altezza della progressiva 6+930 circa. Il sondaggio S100p effettuato alla pk 6+940 alla base del rilevato attuale, trova in affioramento le argille marnose con intercalazioni sabbiose (Qcb) fino a 6,70 m dal b.f., al di sotto ci sono le marne calcaree della Formazione dei Trubi (Pm) fino almeno alla profondità di fondo foro (20 m).

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

**10.6 Viadotto Tenchio**

Il viadotto ha una lunghezza totale di circa 173 m e attraversa una valle molto incisa con pareti subverticali, che ha il suo punto più approfondito in corrispondenza della pk 7+175 circa. La carreggiata sinistra insiste sull'attuale viadotto "Tenchio" esistente e in adeguamento, la carreggiata destra rappresenta la nuova opera. La spalla sud della carreggiata destra è ad una quota di 375 m s.l.m.; la spalla nord invece è ad una quota di 384 m s.l.m..

<b>Carr. DX.</b>	<b>Carr. SX.</b>
Inizio pk 7+097 - Fine pk 7+270	Inizio pk 7+124 - Fine pk 7+276
<p>Spalla sud: poggia in parte sull'attuale rilevato stradale. Il sondaggio S101d (pk 7+125), effettuato alla base dell'attuale rilevato e in corrispondenza della spalla sud, rileva 1 m circa di terreno vegetale sotto al quale c'è un'alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi (Qcb) fino a 4 metri di profondità che passano inferiormente alle marne calcaree dei Trubi (Pm) fino almeno a fondo foro (30 m);</p> <p>Zona delle pile: poggia sulle sabbie limose e limi sabbiosi (Qcb) che costituiscono il terreno affiorante su entrambi i versanti e sul fondovalle; il sondaggio S102p effettuato sul versante nord della valle, sotto una copertura di terreno vegetale di circa 1 metro e dopo uno le argille limose e i limi sabbioso argillosi del Qcb, a circa 6 metri di profondità si passa alle argille marnose del Tellaro (Mm) fino a fondo foro (30 m).</p> <p>Il passaggio laterale alle marne dei Trubi (Pm) sul versante meridionale della valle, giustifica ed evidenzia una faglia subverticale, nascosta dalle coperture quaternarie in affioramento (Qcb) alla pk 7+145 circa, che ribassa il lembo sud relativamente al lembo nord.</p> <p>Zona spalla nord: poggia sull'attuale rilevato stradale che, in questo punto, ha uno spessore di circa 6 metri; il sondaggio S103p evidenzia la presenza di limo argilloso ghiaioso (Qcb) fino alla profondità di 3,4 metri dal b.f.; al di sotto si passa alle argille marnose anche molto consistenti appartenenti alla formazione del Tellaro (Mm) fino a fondo foro (30m).</p>	<p>Spalla sud: poggia in parte sull'attuale rilevato stradale. Il sondaggio S101d (pk 7+125), effettuato alla base dell'attuale rilevato e in corrispondenza della spalla sud, rileva 1 m circa di terreno vegetale sotto al quale c'è un'alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi (Qcb) fino a 4 metri di profondità che passano inferiormente alle marne calcaree dei Trubi (Pm) fino almeno a fondo foro (30 m);</p> <p>Zona delle pile: poggia sulle sabbie limose e limi sabbiosi (Qcb) che costituiscono il terreno affiorante su entrambi i versanti, sul fondovalle invece (dalla pk 7+170 alla pk 7+205 circa) affiorano alluvioni attuali (a) con piccoli spessori; il sondaggio S102p effettuato sul versante nord della valle, sotto una copertura di terreno vegetale di circa 1 metro e dopo uno le argille limose e i limi sabbioso argillosi del Qcb, a circa 6 metri di profondità si passa alle argille marnose del Tellaro (Mm) fino a fondo foro (30 m).</p> <p>Il passaggio laterale alle marne dei Trubi (Pm) sul versante meridionale della valle, giustifica ed evidenzia una faglia subverticale, nascosta dalle coperture quaternarie in affioramento (Qcb) alla pk 7+145 circa, che ribassa il lembo sud relativamente al lembo nord.</p> <p>Fra le pk 7+220 e 7+260 le pile lambiscono il piede di un corpo di frana (L3_3).</p> <p>Zona spalla nord: poggia sul rilevato esistente che, in questo punto, ha uno spessore di circa 8 metri; il sondaggio S103p effettuato alla base del rilevato esistente evidenzia la presenza di limo argilloso ghiaioso (Qcb) fino alla profondità di 3,4 metri dal b.f.; al di sotto si passa alle argille marnose anche molto consistenti appartenenti alla formazione del Tellaro (Mm) fino a fondo foro (30m).</p>

**10.7 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Tenchio e pk. 8+175**

La tratta in esame analizza il tracciato compreso tra le opere denominate Viadotto Tenchio e la pk 8+175. Il tracciato in questa tratta parte dalla quota di 384 m s.l.m. in corrispondenza della spalla nord del Viadotto Tenchio (pk 7+270 in carreggiata destra) e termina alla quota di 424 m s.l.m. in corrispondenza della pk 8+175

## RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2

Dalla spalla nord del viadotto alla pk 7+320 il tracciato passa su rilevato esistente, al di sotto del quale (come evidenziato dal sondaggio S103p) si trova limo argilloso ghiaioso (Qcb) per una profondità di circa 3 metri dal p.c.; inferiormente poi si passa alle argille marnose anche molto consistenti appartenenti alla formazione del Tellaro (Mm) fino a fondo foro (30m).

Dalla pk 7+320 fino a fine lotto i limi argilloso sabbiosi (Qcb) affiorano con continuità e coperti, in particolare sull'asse sinistro, dai rilevati esistenti.

Il sondaggio S105d (pk 7+740, alla quota di 414 m s.l.m.), non in asse con il tracciato, evidenzia sabbia e ghiaia in matrice argillosa passante, alla profondità di circa 2,5 m, ad argille marnose poco consistenti; entrambi questi livelli appartengono alla formazione del Qc(b); alla profondità di 21 m dal b.f., le argille marnose si fanno compatte e appartengono alla formazione del Tellaro (Mm).

Sulla base dei rilevamenti di superficie e dei dati da sondaggio, lo spessore delle argille limoso sabbiose quaternarie Qc(b) aumenta gradualmente verso nord cioè verso la fine del lotto fino a circa 30 metri di spessore.

### 10.8 Tratta compresa tra inizio lotto (pk 8+175) e inizio trincea Licodia Eubea (pk 8+320)

In questa tratta il tracciato si imposta sulle argille siltose del Qc(b) fino all'inizio della trincea.

Il sondaggio S106p (pk 8+250) evidenzia sabbia fine limosa alternata ad argille sabbiose a tratti marnose del Qc(b) fino a fondo foro (35m); nello stesso foro il piezometro ha misurato la falda alla profondità di 25,72 m dal b.f..

Il sondaggio S107d (pk 8+375) attraversa gli stessi terreni, fino ad incontrare alla profondità di 28,6 i calcari di base (Mg).

### 10.9 Trincea Licodia Eubea

La Trincea Licodia Eubea ha una lunghezza di circa 500 m e intercetta verso la fine una faglia verticale che interessa Mg, Mv, Mm e ribassa il lembo settentrionale.

La trincea intercetterà per tutta la tratta le argille sabbiose del Qc(b), intercettando il substrato litoide Mg nella parte bassa e alta dello scavo tra le pk fra 8+675 e 8+750.

Questa zona in trincea è stata investigata dal sondaggio 108P e da alcuni stendimenti di sismica a rifrazione.

### 10.10 Tratta compresa tra la fine trincea Licodia Eubea e la spalla sud del Viadotto Quattro Poggi

La tratta in esame analizza il tracciato compreso tra la trincea precedentemente descritta ed il Viadotto Quattro Poggi e parte da una quota di circa 435 metri s.l.m.

Il tracciato insiste su Qc(b) fino alla pk 8+840 circa, quando attraversa in affioramento i calcari marnosi del Tellaro (Mm) fino alla progressiva 9+750 con un'interruzione situata a cavallo della pk 9+000 dove la tratta viaria attraversa le alluvioni attuali (a) con uno spessore di circa 3 metri (pozzetto 99).

I sondaggi S111i (pk 9+400) e S112d (pk 9+850 circa) indicano una profondità del Tellaro che arriva a fondo foro (30m).

Le marne calcaree (Mm) passano nuovamente alle sabbie argillose Qc(b) tra pk 9+775 alla pk 10+775, quando si attraversano i gessi cristallini (Ms) fino alla pk 10+840 dove tornano in affioramento le sabbie argillose Qc(b); all'altezza di quest'ultima progressiva è supposta una faglia subverticale sepolta sotto Qc(b) che mette in contatto i gessi con le marne calcaree del Tellaro.



**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

In questo segmento il tracciato è in trincea dalla pk 9+625 alla pk 10+350, per poi passare in rilevato e a raso fino alla pk 10+750. Dalla pk 10+750 fino alla spalla del Viadotto Quattro Poggi il tracciato è in trincea (10+900).

**10.11 Viadotto Quattro Poggi**

Il viadotto, di una lunghezza totale di 280 metri, attraversa un'area in frana sulle sabbie argillose del Qc(b). La tettonica evidenziata dai rilevamenti di superficie e dai sondaggi presenti evidenzia una dislocazione diffusa tra Mm, Ms, Mg ed Mv con faglie subverticali ed un'ampia fascia di cataclasite. Le faglie sono sepolte sotto i sedimenti sabbioso argillosi Qc(b) per lo più in frana.

Carr. DX.	Carr. SX.
Inizio pk 10+880- Fine pk 11+200	Inizio pk 10+910 - Fine pk 11+200
<p>Spalla sud: poggia sulle argille limoso sabbiose del Qc(b). Come evidenziato dai sondaggi S117i (pk 10+850) e S118p (pk 10+900) al di sotto del Qc(b), ad una profondità di circa 8 metri, ci sono le marne del Tellaro che, in questo settore, sono altamente tettonizzate perché interessate da due sistemi di faglia (progressive 10+925, 11+200 e 11+250).</p> <p>Zona delle pile: poggia un ampio corpo di frana poco profondo sulle argille sabbiose del Qc(b).</p> <p>Il sondaggio S119i (pk 11+125) conferma uno spessore di Qc(b) in posto fino a circa 2 metri di profondità che passano poi alle marne del Tellaro.</p> <p>Zona spalla nord: poggia, per la coltre superficiale, sulla parte laterale del corpo di frana e poi sulle stesse argille sabbiose del Qc(b) in posto che poggiano a loro volta sulla successione di vulcanoclastiti (Mv) per uno spessore di circa 5-6 metri che passano inferiormente alle marne del Tellaro.</p>	<p>Si imposta sull'attuale viadotto dei Quattro Poggi.</p> <p>Spalla sud: poggia sulle argille limoso sabbiose del Qc(b). Come evidenziato dai sondaggi S117i (pk 10+850) e S118p (pk 10+900) al di sotto del Qc(b), ad una profondità di circa 8 metri, ci sono le marne del Tellaro che, in questo settore, sono altamente tettonizzate perché interessate da due sistemi di faglia (progressive 10+925, 11+200 e 11+250).</p> <p>Zona delle pile: poggia un ampio corpo di frana poco profondo sulle argille sabbiose del Qc(b).</p> <p>Il sondaggio S119i (pk 11+125) conferma uno spessore di Qc(b) in posto fino a circa 2 metri di profondità che passano poi alle marne del Tellaro. In tale settore si rileva la presenza di una vasca che raccoglie, tramite una tubazione sepolta proveniente da nord, le acque di una modesta emergenza sorgentizia (denominata S_C_011 nella carta idrogeologica).</p> <p>Zona spalla nord: poggia, per la coltre superficiale, sulla parte laterale del corpo di frana e poi sulle stesse argille sabbiose del Qc(b) in posto che poggiano a loro volta sulla successione di vulcanoclastiti (Mv) per uno spessore di circa 5-6 metri che passano inferiormente alle marne del Tellaro.</p>

**10.12 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Quattro Poggi e la spalla sud del Viadotto Scorciavittelli**

La tratta in esame analizza il tracciato compreso tra le opere denominate Viadotto Quattro Poggi e Viadotto Scorciavittelli.

Dopo un piccolo lembo di Mg e Mm, il tracciato intercetta con continuità in trincea la formazione Qc(b), parzialmente coperta nella parte finale dal rilevato esistente.

**10.13 Viadotto Scorciavittelli**

Il viadotto ha una lunghezza totale di 140 metri. La carreggiata sinistra insiste sull'attuale viadotto in adeguamento (Scorciavittelli).

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA- LOTTO2**

Carr. DX.	Carr. SX.
Inizio pk 11+650 - Fine pk 11+790	Inizio pk 11+655 - Fine pk 11+795
<p>Spalla sud: poggia su una coltre sottile di sabbie argillose quaternarie Qc(b) al di sotto delle quali ci sono le marne del Tellaro tettonizzate per una faglia subverticale sepolta che, intorno alla progressiva 11+680 circa, mette a contatto laterale le marne del Tellaro (Mm) con i Trubi (Pm).</p> <p>Zona delle pile: poggia sulle sabbie limose e limi sabbiosi Qc(b) che costituiscono il terreno affiorante su entrambi i versanti e sul fondovalle; al di sotto di questa coltre, che in questo settore delle pile supera i 2 metri di spessore, ci sono le marne dei Trubi.</p> <p>Zona spalla nord: poggia sulle sabbie argillose quaternarie Qc(b) che in questo punto superano i 12 metri di spessore per passare inferiormente ai Trubi (Pm).</p>	<p>Spalla sud: poggia su una coltre di sabbie argillose quaternarie Qc(b) che su questo versante raggiungono spessori, sulla verticale, anche di 10 metri. Al di sotto delle quali ci sono le marne del Tellaro tettonizzate per una faglia subverticale sepolta che, intorno alla progressiva 11+6810 circa, mette a contatto laterale le marne del Tellaro (Mm) con i Trubi (Pm).</p> <p>Zona delle pile: poggia sulle sabbie limose e limi sabbiosi Qc(b) che costituiscono il terreno affiorante su entrambi i versanti e sul fondovalle; al di sotto di questa coltre, che in questo settore delle pile supera i 4 metri di spessore, ci sono le marne dei Trubi.</p> <p>Zona spalla nord: poggia sulle sabbie argillose quaternarie Qc(b) che in questo punto superano i 20 metri di spessore per passare inferiormente ai Trubi (Pm).</p>

**10.14 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Scorciavitelli e fine lotto (pk 12+385)**

La tratta in esame analizza il tracciato compreso tra le opere denominate Viadotto Scorciavitelli e la fine del Lotto 2. Il tracciato in questa tratta parte dalla quota di 493 m s.l.m. in corrispondenza della spalla nord del Viadotto Scorciavitelli (pk 11+800) e termina alla quota di 517 m s.l.m. in corrispondenza del fine Lotto 2.

Dalla spalla nord del viadotto alla pk 11+875 il tracciato passa in rilevato ed insiste sulle argille sabbiose limose del Qc(b); inferiormente poi si passa alle marne dei Trubi (Pm) che nel sondaggio (fuori asse) S127p superano i 50 metri dal b.f..

Dalla pk 11+875 alla pk 12+000 il tracciato cammina in trincea; in questo segmento attraversa le marne dei Trubi da pk 11+875 a pk 11+915 per passare, stratigraficamente, alle lave del Pvl e ai sovrastanti sedimenti del Qc(b) in buona parte ricoperti da spessori anche elevati di rilevato esistente.

Dalla pk 12+025 alla pk 12+385 (fine lotto) il tracciato passa in rilevato e localmente a raso interessando i depositi Qc(b) poggianti su (Pm), come evidenziato dal sondaggio S130p, e nella parte finale dalla Formazione del Tellaro (Mm) e dei Trubi (Pm).