

**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 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA895**

**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 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 GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

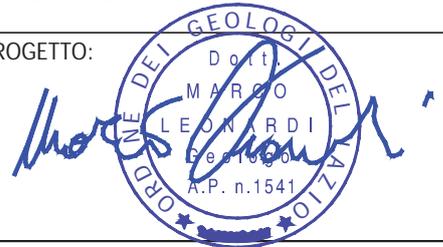
MANDATARIA:

**Sintagma**  
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:

**GP INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.  
Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Bela  
Dott. Arch. E. A. E. Crimi  
Dott. Ing. M. Panfilì  
Dott. Arch. P. Ghirelli  
Dott. Ing. D. Pelle  
**COOPROGETTI**  
Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. C. Consorti  
**ICARIA**  
società di ingegneria  
Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. F. Macchioni  
**OMNISERVICE**  
INGEGNERIA  
Dott. Ing. P. Agnello  
Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente  
Dott. Ing. L. Ragnacci  
Dott. Arch. A. Strati  
Archeol. M. G. Liseno  
Dott. Ing. F. Aloe  
Dott. Ing. A. Salvemini  
Dott. Ing. G. Verini Supplizi  
Dott. Ing. V. Piunno  
Geom. C. Sugaroni

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 1 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 – LOTTO1

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI PREGRESSE</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE</b> .....	<b>9</b>
2.1.1	Campagna indagini 2003 – Fase I.....	9
2.1.2	Campagna indagini 2004 – Fase II.....	9
<b>2.2</b>	<b>CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>PIANO INDAGINI PER IL PROGETTO ESECUTIVO</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>INDAGINI PER LO STUDIO DELLE MISCELE</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>INDAGINI PER LA GESTIONE DELLE MATERIE</b> .....	<b>24</b>
3.3.1	Caratterizzazione ambientale .....	24
3.3.2	Omologa rifiuto.....	25
<b>4</b>	<b>ATTIVITA' GEOLOGICHE PER IL PROGETTO ESECUTIVO</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>RILEVAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>RILEVAMENTO GEOMECCANICO</b> .....	<b>26</b>
4.2.1	STAZIONI GEOMECCANICHE PROGETTO ESECUTIVO .....	27
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA IBLEA</b> .....	<b>28</b>
5.1.1	Successioni mioceniche .....	28
5.1.2	Sedimenti e vulcaniti del Pliocene .....	29
5.1.3	Sedimenti quaternari .....	30
5.1.4	Terrazzi marini e depositi del Pleistocene medio e superiore.....	30
<b>5.2</b>	<b>INQUADRAMENTO STRUTTURALE GENERALE</b> .....	<b>31</b>
5.2.1	Tettonica Mesozoica e Paleogenica.....	31

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

5.2.2	Tettonica Miocenica .....	32
5.2.3	Tettonica Quaternaria .....	33
<b>5.3</b>	<b>STRATIGRAFIA DELL'AREA.....</b>	<b>36</b>
5.3.1	Riporti antropici (R) – (Attuale) .....	38
5.3.2	Depositi eluvio-colluviali (ec) – (Olocene) .....	38
5.3.3	Fasce e coni di detrito (dt) – Pleistocene superiore – Olocene .....	39
5.3.4	Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali (a) – Pleistocene superiore – Olocene... ..	40
5.3.5	Terrazzi fluviali (ar) – Pleistocene superiore – Olocene .....	41
5.3.6	Depositi palustri antichi (p) - Pleistocene medio e superiore .....	42
5.3.7	Depositi limnici, silt e argille lacustri (Qm) – Pleistocene medio.....	43
5.3.8	Sedimenti limnici costituiti da calcari marnosi, silt biancastri e travertini (Ql) – Pleistocene inferiore .....	44
5.3.9	Silt argillosi e arenarie fossilifere (Qs) – Pleistocene inferiore .....	44
5.3.10	Formazione Tellaro (Mm) – Langhiano – Messiniano .....	45
5.3.11	Formazione Ragusa – Membro Irminio (parte mediana – Mcm) – Aquitaniano – Langhiano inferiore .....	45
5.3.12	Formazione Ragusa – Membro Irminio (parte inferiore – Mc) – Aquitaniano – Burdigaliano inferiore .....	46
5.3.13	Formazione Ragusa – Membro Leonardo (Ocm) – Oligocene superiore .....	48
<b>6</b>	<b>CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....</b>	<b>50</b>
6.1	PREMESSA .....	50
6.2	MORFOTIPI RICONOSCIUTI .....	50
6.2.1	Forme strutturali e vulcaniche.....	50
6.2.2	Forme di versante dovute alla gravità .....	50
6.2.3	Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento .....	51
6.2.4	Forme antropiche .....	52

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

6.3	CARATTERI MORFOLOGICI DEL CORRIDOIO DI STUDIO .....	53
6.4	DISSESTI CENSITI DAL PAI (REGIONE SICILIANA) E DALL'IFFI (ISPRA-SINANET) .....	53
6.4.1	Confronto con la Carta dei Dissesti del PAI .....	54
6.4.2	Confronto con la cartografia interattiva dell'IFFI .....	54
6.5	ANALISI DI SUSCETTIBILITÀ DI FRANA .....	54
6.6	DISSESTI CENSITI.....	62
6.6.1	Area a pericolosità di crollo tra le pk. 1+875 e 2+950 .....	62
6.6.2	Lotto 1 pk. 7+500 – 7+650 – Frana L1_1.....	65
6.6.3	Colamenti viabilità secondaria - SEC06.....	69
7	CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA.....	72
7.1	SETTORE SUD-OCCIDENTALE "RAGUSANO" .....	72
7.2	DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI .....	77
7.3	ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL CORRIDOIO DI ANALISI .....	78
7.4	PUNTI D'ACQUA CENSITI.....	79
7.5	MISURE PIEZOMETRICHE .....	85
8	INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE.....	88
9	SISMICITA' DELL'AREA .....	91
9.1	SORGENTI SISMOGENETICHE .....	97
9.2	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	105
10	ANALISI DEL TRACCIATO .....	107
10.1	TRATTA COMPRESA TRA INIZIO LOTTO (PK 0+000) E IL VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE .....	107
10.2	VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE .....	108
10.3	TRATTA COMPRESA TRA IL VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE E LA PK 7+800 .....	109
10.4	TRATTA COMPRESA TRA LA PK 7+800 E LA PK 11+355.....	110
10.5	TRATTA COMPRESA 11+355 E LA SPALLA NORD DEL PONTE SUL TORRENTE PARA .....	111

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

10.6 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL PONTE SUL TORRENTE PARA E LA PK 15+140. 111

10.7 TRATTA COMPRESA TRA LA PK 15+140 E FINE LOTTO (PK 17+911.01) ..... 112

## 1 PREMESSA

Nel presente studio sono stati raccolti e sintetizzati gli aspetti geologici, morfologici ed idrogeologici che caratterizzano il territorio interessato dal lotto 1 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 1 oggetto di studio costituisce l'accorpamento dei lotti denominati 1 e 2 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:

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
	<b>GEOLOGIA</b>	
T01GE01GEORE01A	Relazione geologica ed idrogeologica	-
T01GE01GEORE02A	Relazione geomeccanica	-
T01GE01GEOCG01A	Carta geologica d'insieme - Tav. 1/5	1:5.000
T01GE01GEOCG02A	Carta geologica d'insieme - Tav. 2/5	1:5.000
T01GE01GEOCG03A	Carta geologica d'insieme - Tav. 3/5	1:5.000
T01GE01GEOCG04A	Carta geologica d'insieme - Tav. 4/5	1:5.000
T01GE01GEOCG05A	Carta geologica d'insieme - Tav. 5/5	1:5.000
T01GE01GEOCG06A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 1/11	1:2.000
T01GE01GEOCG07A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 2/11	1:2.000
T01GE01GEOCG08A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 3/11	1:2.000
T01GE01GEOCG09A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 4/11	1:2.000
T01GE01GEOCG10A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 5/11	1:2.000
T01GE01GEOCG11A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 6/11	1:2.000
T01GE01GEOCG12A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 7/11	1:2.000
T01GE01GEOCG13A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 8/11	1:2.000
T01GE01GEOCG14A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 9/11	1:2.000
T01GE01GEOCG15A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 10/11	1:2.000
T01GE01GEOCG16A	Carta geologica di dettaglio - Tav. 11/11	1:2.000
T01GE01GEOCG17A	Carta geomorfologica - Tav. 1/11	1:2.000
T01GE01GEOCG18A	Carta geomorfologica - Tav. 2/11	1:2.000
T01GE01GEOCG19A	Carta geomorfologica - Tav. 3/11	1:2.000
T01GE01GEOCG20A	Carta geomorfologica - Tav. 4/11	1:2.000
T01GE01GEOCG21A	Carta geomorfologica - Tav. 5/11	1:2.000
T01GE01GEOCG22A	Carta geomorfologica - Tav. 6/11	1:2.000
T01GE01GEOCG23A	Carta geomorfologica - Tav. 7/11	1:2.000
T01GE01GEOCG24A	Carta geomorfologica - Tav. 8/11	1:2.000
T01GE01GEOCG25A	Carta geomorfologica - Tav. 9/11	1:2.000
T01GE01GEOCG26A	Carta geomorfologica - Tav. 10/11	1:2.000
T01GE01GEOCG27A	Carta geomorfologica - Tav. 11/11	1:2.000
T01GE01GEOCI01A	Carta idrogeologica - Tav. 1/11	1:2.000
T01GE01GEOCI02A	Carta idrogeologica - Tav. 2/11	1:2.000
T01GE01GEOCI03A	Carta idrogeologica - Tav. 3/11	1:2.000
T01GE01GEOCI04A	Carta idrogeologica - Tav. 4/11	1:2.000
T01GE01GEOCI05A	Carta idrogeologica - Tav. 5/11	1:2.000
T01GE01GEOCI06A	Carta idrogeologica - Tav. 6/11	1:2.000
T01GE01GEOCI07A	Carta idrogeologica - Tav. 7/11	1:2.000
T01GE01GEOCI08A	Carta idrogeologica - Tav. 8/11	1:2.000
T01GE01GEOCI09A	Carta idrogeologica - Tav. 9/11	1:2.000
T01GE01GEOCI10A	Carta idrogeologica - Tav. 10/11	1:2.000
T01GE01GEOCI11A	Carta idrogeologica - Tav. 11/11	1:2.000
T01GE01GEOCG28A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 1/11	1:2.000
T01GE01GEOCG29A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 2/11	1:2.000

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
T01GE01GEOCG30A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 3/11	1:2.000
T01GE01GEOCG31A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 4/11	1:2.000
T01GE01GEOCG32A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 5/11	1:2.000
T01GE01GEOCG33A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 6/11	1:2.000
T01GE01GEOCG34A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 7/11	1:2.000
T01GE01GEOCG35A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 8/11	1:2.000
T01GE01GEOCG36A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 9/11	1:2.000
T01GE01GEOCG37A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 10/11	1:2.000
T01GE01GEOCG38A	Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI - Tav. 11/11	1:2.000
T01GE01GEOFG01A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 1/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG02A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 2/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG03A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 3/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG04A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 4/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG05A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 5/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG06A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 6/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG07A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 7/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG08A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 8/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG09A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 9/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG10A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 10/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG11A	Profilo geologico longitudinale asse RG-CT - Tav. 11/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG12A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 1/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG13A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 2/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG14A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 3/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG15A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 4/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG16A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 5/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG17A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 6/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG18A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 7/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG19A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 8/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG20A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 9/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG21A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 10/11	1:2000/200
T01GE01GEOFG22A	Profilo geologico longitudinale asse CT-RG - Tav. 11/11	1:2000/200
T01GE01GEOSG01A	Sezioni geologiche - Tav. 1/6	Varie
T01GE01GEOSG02A	Sezioni geologiche - Tav. 2/6	Varie
T01GE01GEOSG03A	Sezioni geologiche - Tav. 3/6	Varie
T01GE01GEOSG04A	Sezioni geologiche - Tav. 4/6	Varie
T01GE01GEOSG05A	Sezioni geologiche - Tav. 5/6	Varie
T01GE01GEOSG06A	Sezioni geologiche - Tav. 6/6	Varie
T01GE01GEOSG07A	Frane censite - Sezioni geologiche - Tav. 1/1 - Frana L1_1	Varie
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - GENERALE	
T01GE02GEOPU01A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 1/6	1:2.000
T01GE02GEOPU02A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 2/6	1:2.000
T01GE02GEOPU03A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 3/6	1:2.000
T01GE02GEOPU04A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 4/6	1:2.000
T01GE02GEOPU05A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 5/6	1:2.000

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Codice elaborato	Titolo elaborato	Scala
T01GE02GEOPU06A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 6/6	1:2.000
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PP	
T01GE02GEORE01A	Documentazione indagini geognostiche pregresse	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PD	
T01GE02GEORE02A	Relazione indagini	-
T01GE02GEORE03A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE04A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T01GE02GEORE05A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE06A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T01GE02GEORE07A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE08A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 2 di 2	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA 2021	
T01GE02GEORE09A	Documentazione indagini geognostiche - campagna 2021	-
T01GE02GEORE10A	Documentazione indagini geofisiche - campagna 2021	-
T01GE02GEORE11A	Documentazione prove di laboratorio - campagna 2021	-
	SISMICA	
T01GE03GEORE01A	Relazione sismica	-
T01GE03GEOCS01A	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 1 (ex lotti 1 e 2 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 1 (ex lotti 1 e 2 del PD) rimandando agli specifici elaborati per il dettaglio delle stesse.

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Point Load	Piezometro	Down Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S19	L1(exL2PD)	15.0					2 (rim)	
S20	L1(exL1PD)	25.0	2				3	
S21	L1(exL1PD)	15.0	2				3	
S22	L1(exL1PD)	15.0				x	2	
S23	L1(exL1PD)	35.0		2		x		
S24	L1(exL1PD)	20.0			x			Prova Lugeon

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Point Load	Piezometro	Down Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S26	L1(exL1PD)	25.0			x			
S28	L1(exL1PD)	25.0		2	x			
S28bis	L1(exL1PD)	25.0			x		2	Prova Lugeon
S29	L1(exL1PD)	15.0			x			
S29bis	L1(exL1PD)	15.0			x			
S30	L1(exL1PD)	20.0		1			2	
S31	L1(exL1PD)	10.0		2	x			
S32	L1(exL1PD)	10.0		2	x			

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

Stesa sismica	Lotto	Lunghezza (m)
T8	L1	500
T7	L2/L1	550

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 1 (ex lotti 1 e 2 del PD) sono stati realizzati:

- n. 49 sondaggi geognostici di cui n.28 attrezzati con tubi piezometrici, n.11 tubi per prove Down Hole e n.2 tubi inclinometrici;
- n. 143 prove penetrometriche standard SPT in foro di sondaggio;
- n. 27 prelievi di campioni indisturbati in foro di sondaggio;
- n. 43 prelievi di campioni lapidei da cassetta catalogatrice;
- n. 109 prelievi di campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice;
- n. 3 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;
- n. 3 prove di permeabilità in foro tipo Lugeon;
- n. 3 prove pressiometriche in foro;
- n. 19 prelievi di campioni in alvei fluviali;
- n. 49 pozzetti geognostici;
- n. 15 prove di carico su piastra in pozzetto;
- n. 69 prelievi di campioni rimaneggiati in pozzetto geognostici;
- prove di laboratorio geotecnico e fisico su n. 179 campioni indisturbati, rimaneggiati e litoidi prelevati da sondaggio e su n.68 campioni rimaneggiati prelevati da pozzetto geognostico;
- n. 17 stazioni geomeccaniche

---

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

- n. 31 stendimenti di sismica a rifrazione per un totale di 3565 ml;
- n. 1 stendimento integrativi di sismica a rifrazione per un totale di 55 metri lineari;
- n. 19 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, AASHTO, 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 situ;
- "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):

- 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.).

---

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

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. 28 piezometri per il controllo ed il monitoraggio della falda, n. 2 inclinometri per il controllo ed il monitoraggio delle aree interessate da fenomeni di dissesto reali o potenziali e n. 11 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. 143 prove penetrometriche standard SPT, n. 3 prove pressiometriche). La caratterizzazione dei litotipi è stata approfondita, inoltre, prelevando nei sondaggi n. 27 campioni indisturbati, n. 109 campioni rimaneggiati e n. 43 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. 19 campioni di terreno prelevati in sondaggio geognostico, n. 21 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. 6 prove di permeabilità in foro di sondaggio (n.3 prove Lefranc e n.3 prove Lugeon).

L'assetto stratigrafico è stato approfondito con la realizzazione di n. 31 stendimenti di sismica a rifrazione (3.565 metri lineari) mirati anche alla ricostruzione dello spessore delle coltri detritiche e di copertura oltre che alla definizione della qualità del substrato.

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. 19 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. 49 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico. All'interno di alcuni pozzetti, eseguiti in corrispondenza dei tratti di progetto in rilevato, sono state realizzate n. 15 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. 69) 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

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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	
T01GE02GEOPU01A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 1/6	1:2.000
T01GE02GEOPU02A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 2/6	1:2.000
T01GE02GEOPU03A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 3/6	1:2.000
T01GE02GEOPU04A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 4/6	1:2.000
T01GE02GEOPU05A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 5/6	1:2.000
T01GE02GEOPU06A	Planimetria ubicazione indagini - Tav. 6/6	1:2.000
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PP	
T01GE02GEORE01A	Documentazione indagini geognostiche pregresse	-
	INDAGINI GEOGNOSTICHE - CAMPAGNA PD	
T01GE02GEORE02A	Relazione indagini	-
T01GE02GEORE03A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE04A	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T01GE02GEORE05A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE06A	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Tomo 2 di 2	-
T01GE02GEORE07A	Documentazione prove di laboratorio pregresse - Tomo 1 di 2	-
T01GE02GEORE08A	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 1 (ex lotti 1 e 2 del PD) con le principali informazioni (sigla, opera d'arte, profondità, tipologia prove eseguite, ecc).

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S001	L1 (ex L1 PD) - Svincolo	20				3				
S002	L1 (ex L1 PD) - Trincea	20	P			3				
S005	L1 (ex L1 PD) - Trincea	30	DH	1	5		1			
S006	L1 (ex L1 PD) -Linea	20		1	4		2			
S006bis	L1 (ex L1 PD) -Linea	20	P	1	2		1			
S007	L1 (ex L1 PD) - Cavalcavia	20	P		1	2	2			
S008	L1 (ex L1 PD) -Detriti	20	I		2	2	3			
S009	L1 (ex L1 PD) -Detriti	30	I		2	1	2			

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S010	L1 (ex L1 PD) -Detriti	20	P			3	2			
S011	L1 (ex L1 PD) - Detriti	30	DH		3		4	1		
S012	L1 (ex L1 PD) - Viadotto Vallone delle Coste	30	DH		3	1	2			
S013	L1 (ex L1 PD) - Viadotto Vallone delle Coste	30	P	1	2	1	1			
S014	L1 (ex L1 PD) - Viadotto Vallone delle Coste	30	P			5	2	1		
S015	L1 (ex L1 PD) - Viadotto Vallone delle Coste	30	DH		4	1	5			
S017	L1 (ex L1 PD) - Trincea	25			5		2			
S017bis	L1 (ex L1 PD)	30		2	1	1	7			
S018	L1 (ex L1 PD) - Trincea	15	P	1	5		3			
S021	L1 (ex L1 PD) -Muro di sostegno	20	P		4		4			
S022	L1 (ex L1 PD) - Trincea	30	P			4				
S024	L1 (ex L1 PD) - Rilevato-Muro di sostegno	20	P		3		2			
S025	L1 (ex L1 PD) - Paratia-Rilevato	20			1	2	3			
S029	L1 (ex L1 PD) - Rilevato-Trincea	30	P		1	3	1		1	
S031	L1 (ex L1 PD) - Rilevato	20	P	1	2		4			
S032	L1 (ex L1 PD) - Rilevato	20	P		4		2			
S033	L1 (ex L1 PD) - Trincea	20		1	2		2			
S034	L1 (ex L1 PD) - Rilevato-Trincea	30	DH		2	1	2			
S035	L1 (ex L1 PD) -Muro di sostegno	15	P		1	1	2			
S036	L1 (ex L1 PD) - Sottovia-Rilevato	30	DH	1	3		5		1	
S037	L1 (ex L1 PD) - Viabilità secondaria	20	P		4		2			
S37bis	L1 (ex L1 PD)	7		2	1		2			
S039	L1 (ex L1 PD) - Trincea	15	P		2	1	2			1
S041	L1 (ex L1 PD) - Trincea	30	DH		3	1	3			
S042	L1 (ex L1 PD) - Paratia	20	P		2	1	1			
S043	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	20	P		3		4			
S044	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	30	DH	1	3		5			

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S046	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	20	P	1	3		4			
S048	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	35	P	1	3		5			
S049	L1 (ex L2 PD) - Paratia-Trincea	20	P	1	2		4			1
S051	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	30	DH	1	3		5		1	
S053	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	35	P	2	4		5			
S054	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	20	P	1	2		4			
S056	L1 (ex L2 PD) - Trincea	20	P		1	3	2	1		
S059	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	30	DH	1	3		5			
S060	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	35	P		1	3	3			
S061	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	20	P	1	3		4			
S063	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Trincea	30	DH	3	1		5			
S064	L1 (ex L2 PD) - Trincea	20	P	2			4			1
S065	L1 (ex L2 PD) - Cavalcavia	30	P		1		4			
S066	L1 (ex L2 PD) - Tombino-Rilevato	20			2		4			
<b>TOTALE</b>	<b>49 Sondaggi</b>	<b>1182</b>		<b>27</b>	<b>109</b>	<b>43</b>	<b>143</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Tabella 2-4 Elenco sintetico dei sondaggi eseguiti

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P001a	L1 (ex L1 PD)	3	2	1
P001b	L1 (ex L1 PD)	1	1	
P001c	L1 (ex L1 PD)	1,5	1	
P001	L1 (ex L1 PD)	0,7	1	
P004	L1 (ex L1 PD)	1	1	
P005	L1 (ex L1 PD)	3	2	1
P010	L1 (ex L1 PD)	3	1	1
P014	L1 (ex L1 PD)	2,2	2	
P015	L1 (ex L1 PD)	1,3	1	
P016	L1 (ex L1 PD)	1,1	2	
P017	L1 (ex L1 PD)	2	2	
P019	L1 (ex L1 PD)	0,8	1	
P021	L1 (ex L1 PD)	1,9	2	1

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P023	L1 (ex L1 PD)	1	1	
P024	L1 (ex L1 PD)	0,6	1	
P025	L1 (ex L1 PD)	2	1	
P027	L1 (ex L1 PD)	2,5	2	
P029	L1 (ex L1 PD)	0,4	1	
P031	L1 (ex L1 PD)	0,7	1	
P032	L1 (ex L1 PD)	0,8	1	
P033	L1 (ex L1 PD)	2	2	
P038	L1 (ex L1 PD)	1,2	1	
P039	L1 (ex L1 PD)	2	2	1
P040	L1 (ex L1 PD)	3	1	
P042	L1 (ex L1 PD)	1,5	2	1
P043	L1 (ex L1 PD)	0,5	1	
P044	L1 (ex L1 PD)	1,5	1	
P050	L1 (ex L1 PD)	3	2	
P051	L1 (ex L1 PD)	2,2	1	
P052	L1 (ex L1 PD)	1,5	1	
P053	L1 (ex L1 PD)	1,8	1	
P054	L1 (ex L1 PD)	3	1	
P055	L1 (ex L1 PD)	0,8	1	
P055a	L1 (ex L1 PD)	3	2	1
P055b	L1 (ex L2 PD)	2,3	2	1
P056	L1 (ex L2 PD)	3,2	1	
P057	L1 (ex L2 PD)	3,5	2	1
P060	L1 (ex L2 PD)	3	2	1
P061bis	L1 (ex L2 PD)	1,2	1	
P062	L1 (ex L2 PD)	3	1	1
P064	L1 (ex L2 PD)	3,5	1	
P065	L1 (ex L2 PD)	2,2	1	1
P067	L1 (ex L2 PD)	2,2	2	1
P069	L1 (ex L2 PD)	3,5	2	1
P070	L1 (ex L2 PD)	3,2	2	
P071	L1 (ex L2 PD)	3,5	2	1
P071a	L1 (ex L2 PD)	3,5	2	
P071b	L1 (ex L2 PD)	1,2	1	
P072	L1 (ex L2 PD)	2,1	1	
<b>TOTALE</b>	<b>75 Pozzetti</b>	<b>98.6</b>	<b>69</b>	<b>15</b>

Tabella 2-5 Elenco sintetico dei pozzetti eseguiti

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Corso d'acqua	Lotto	Sigla campioni	Fondo alveo / Sponde
Vallone delle coste	L1 (ex L1 PD)	G01-01	F
		G01-02	F
		G01-03	S
Cava San Marco	L1 (ex L1 PD)	G02-01	F
		G02-02	F
F. Contrada Cassarella	L1 (ex L1 PD)	G03-01	F
		G03-02	F
F. Contrada Coffa	L1 (ex L1 PD)	G04-01	F
		G04-02	F
T. Para	L1 (ex L2 PD)	G05-01	F
		G05-02	S
		G05-03	F
		G05-04	S
F. Contrada Chiavola	L1 (ex L2 PD)	G06-01	F
		G06-02	F
T. Sugarello	L1 (ex L2 PD)	G07-01	F
		G07-02	F
T. Sperlinga	L1 (ex L2 PD)	G08-01	F
		G08-02	F
<b>Totale campioni</b>		<b>19</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.

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
<b>M001</b>	L1 (ex L1 PD)	1047	A	A
<b>M001bis</b>	L1 (ex L1 PD)	974	A	A
<b>M002</b>	L1 (ex L1 PD)	437	B	B
<b>M002bis</b>	L1 (ex L1 PD)	743	B	B
<b>M003</b>	L1 (ex L1 PD)	524	S2	B
<b>M004</b>	L1 (ex L1 PD)	731	S2	B
<b>M005</b>	L1 (ex L1 PD)	682	B	B
<b>M005bis</b>	L1 (ex L1 PD)	704	S2	B
<b>M006</b>	L1 (ex L1 PD)	774	S2	B
<b>M008</b>	L1 (ex L1 PD)	885	A	A

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
M009	L1 (ex L1 PD)	461	B	B
M010	L1 (ex L1 PD)	603	S2	B
M011	L1 (ex L1 PD)	593	B	B
M012	L1 (ex L1 PD)	391	S2	B / C *(1)
M013	L1 (ex L1 PD)	720	B	B
M014	L1 (ex L2 PD)	358	S2	C
M014bis	L1 (ex L2 PD)	391	B	B
M015	L1 (ex L2 PD)	1077	A	A
M015bis	L1 (ex L2 PD)	498	S2	S2

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	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
S005	L1 (ex L1 PD)	718	S2	B
S011	L1 (ex L1 PD)	619	B	B
S012	L1 (ex L1 PD)	716	S2	S2 / B *(1)
S015	L1 (ex L1 PD)	752	S2	S2
S034	L1 (ex L1 PD)	818	A	A
S036	L1 (ex L1 PD)	430	E	E / B *(2)
S041	L1 (ex L1 PD)	841	A	A
S044	L1 (ex L2 PD)	430	S2	S2
S051	L1 (ex L2 PD)	453	S2	S2
S059	L1 (ex L2 PD)	414	S2	S2 / B *(1)
S063	L1 (ex L2 PD)	402	B	B

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	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BS_001	115	L1 (ex L1 PD)
BS_002	115	L1 (ex L1 PD)
BS_003	115	L1 (ex L1 PD)

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BS_004	115	L1 (ex L1 PD)
BS_005	115	L1 (ex L1 PD)
BS_006	115	L1 (ex L1 PD)
BS_007	115	L1 (ex L1 PD)
BS_008	115	L1 (ex L1 PD)
BS_009	115	L1 (ex L1 PD)
BS_010	115	L1 (ex L1 PD)
BS_011	115	L1 (ex L1 PD)
BS_014	115	L1 (ex L1 PD)
BS_016	115	L1 (ex L1 PD)
BS_018	115	L1 (ex L1 PD)
BS_019	115	L1 (ex L1 PD)
BS_020	115	L1 (ex L1 PD)
BS_022	115	L1 (ex L1 PD)
BS_025	115	L1 (ex L1 PD)
BS_026	115	L1 (ex L1 PD)
BS_027	115	L1 (ex L1 PD)
BS_028	115	L1 (ex L1 PD)
BS_030	115	L1 (ex L1 PD)
BS_031	115	L1 (ex L2 PD)
BS_033	115	L1 (ex L2 PD)
BS_034	115	L1 (ex L2 PD)
BS_035	115	L1 (ex L2 PD)
BS_036	115	L1 (ex L2 PD)
BS_037	115	L1 (ex L2 PD)
BS_038	115	L1 (ex L2 PD)
BS_039	115	L1 (ex L2 PD)

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BS_041	115	L1 (ex L2 PD)
TOTALI	3565	31

Tabella 2-9 Tabella riepilogativa delle basi sismiche eseguite

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
TS_01	55	L1 (ex L1 PD)
Totale	55	1

Tabella 2-10 Tabella riepilogativa delle basi sismiche integrative eseguite

Stazioni (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SG1	L1 (ex L1 PD)	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – Calcareniti e calcareniti marnose (Mc)
SG2	L1 (ex L1 PD)	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e calcareniti marnose (Mc)
SG3	L1 (ex L1 PD)	54	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG4	L1 (ex L1 PD)	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG5	L1 (ex L1 PD)	43	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari marnosi (Ocm)
SG6	L1 (ex L1 PD)	48	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

SG7	L1 (ex L1 PD)	59	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)
SG8	L1 (ex L1 PD)	51	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti e calcari marnosi (Ocm)
SG9	L1 (ex L1 PD)	67	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – breccia calcarenitica e marnosa (Mcm)
SG38	L1 (ex L1 PD)	66	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG39	L1 (ex L1 PD)	50	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG40	L1 (ex L1 PD)	42	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG41	L1 (ex L1 PD)	34	IV - ammasso scadente	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG42	L1 (ex L1 PD)	46	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Calcareniti (Mc) i
SG48	L1 (ex L1 PD)	32	IV - ammasso scadente	Formazione Ragusa – Calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG10	L1 (ex L2 PD)	73	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)
SG43	L1 (ex L2 PD)	50	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro – Marne (Mm)

Tabella 2-11 Tabella riepilogativa delle stazioni geomeccaniche pregresse

### 3 PIANO INDAGINI PER IL PROGETTO ESECUTIVO

Il modello geologico-geotecnico definito nelle precedenti fasi progettuali risulta completo e condivisibile. Nella fase di progettazione esecutiva è stato necessario un approfondimento e un dettaglio delle analisi e delle indagini al fine di definire alcuni aspetti stratigrafici ed idrogeologici di dettaglio. Si sono approfonditi alcuni aspetti riguardanti 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 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 eseguite nelle precedenti fasi progettuali, preliminare e definitiva.

L'esecuzione delle indagini è stata 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.

#### 3.1 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Nella fase di progettazione esecutiva è stato 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 state eseguite 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 a dei terreni;
- Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche (SPT);
- Prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

Di seguito si indica la tipologia di prove di laboratorio eseguite:

- 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;

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

- 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 1 (ex lotti 1 e 2 del PD). Per l'ubicazione delle indagini si rimanda agli elaborati grafici.

Lotto 1 (ex lotti 1 e 2 del PD)	Numero (-)	Lunghezza (m)
Sondaggi a carotaggio continuo	13	222
Pozzetti esplorativi	9	18
Piezometri	3	-
Inclinometri	-	-
Prove Down-Hole	2	-
Prove SPT	16	-
Prova di carico su piastra	9	-
Prelievo campioni indisturbati/Lapidei	27	-
Prelievo campioni rimaneggiati da sondaggio	16	-
Prelievo campioni rimaneggiati da pozzetto	9	-
Analisi chimiche per l'aggressività delle terre al cls	3	-
Analisi chimiche per l'aggressività delle acque al cls	1	-

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

### 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.

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.
- 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.

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

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)	74
Campioni da sondaggio (tab 4.1 D.P.R. 120/17)	44
Analisi BTEX e IPA (i campioni sono inclusi nelle categorie precedenti)	75

Tabella 3-2 campioni caratterizzazione ambientale

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 S018, in un punto dell'asse in cui il MGR indica una minore soggiacenza della falda.

### 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)	6
Test di cessione	6

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 T01GE01GEORE02 viene riportato il metodo di analisi e i risultati delle stazioni eseguite.

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

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 PROGETTO ESECUTIVO**

Durante il rilievo geologico di febbraio e maggio 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 (T01GE01GEOCG00 - T01GE02GEOPU00). Nella relazione T01GE01GEORE02 viene riportato il metodo di analisi e i risultati delle stazioni eseguite.

Stazione (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SGe2	L1	71	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SGe4	L1	78	II – ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SGe7	L1	67	II – ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e calcareniti marnose (Mc)
SGe8	L1	73	II – ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e calcareniti marnose (Mc)

## 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).

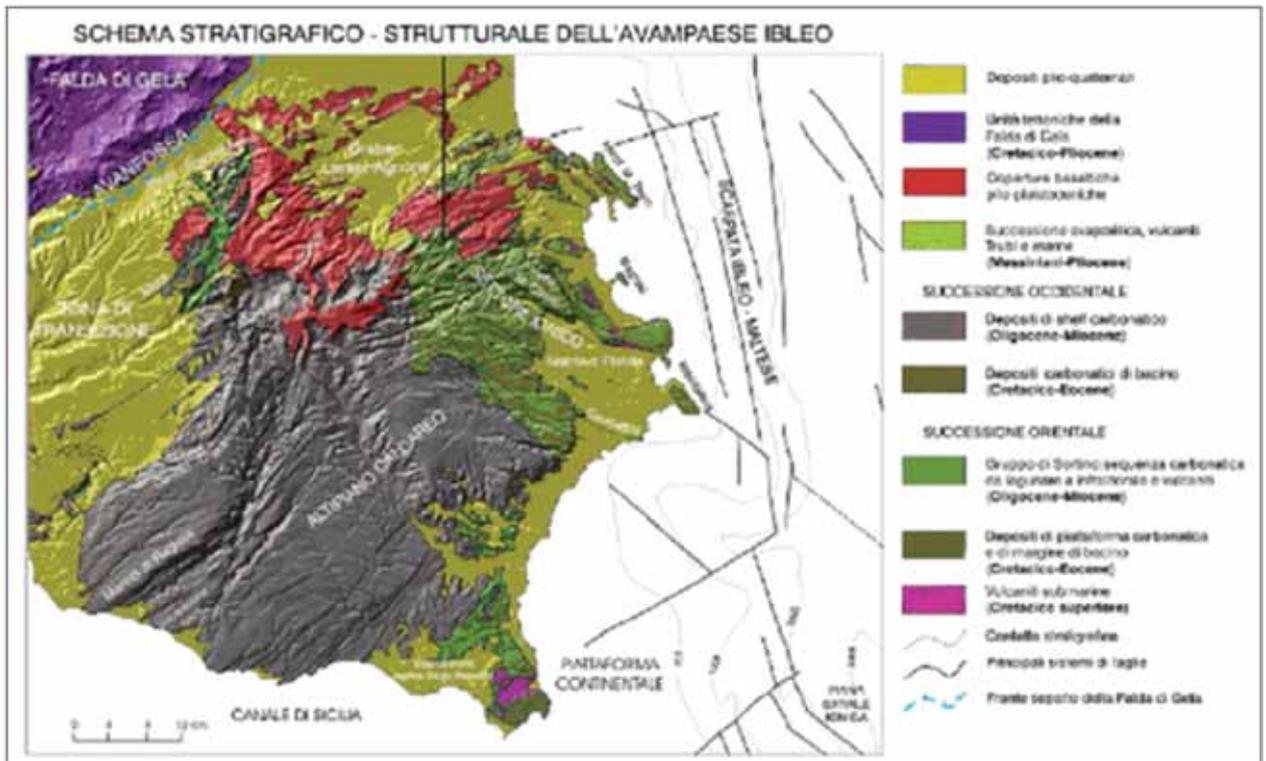


Figura 5.1 Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampae Ibleo

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 calcarenite bioclastiche nella sua parte inferiore e da biolititi algali 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 Pedagaggi 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 vulcanoelastiti 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

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, poggiante su un paleosuolo con resti di vertebrati (Accordi, 1962), affiora con continuità nell'entroterra di Augusta fino a Villasmundo.

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).

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 brecce 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'avampese 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 (stereoplot f in; Linea di Scicli). 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 Floridia. 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 (stereoplot c).

Il Bacino di Floridia 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 (stereoplot d) (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 grigie 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 – LOTTO1

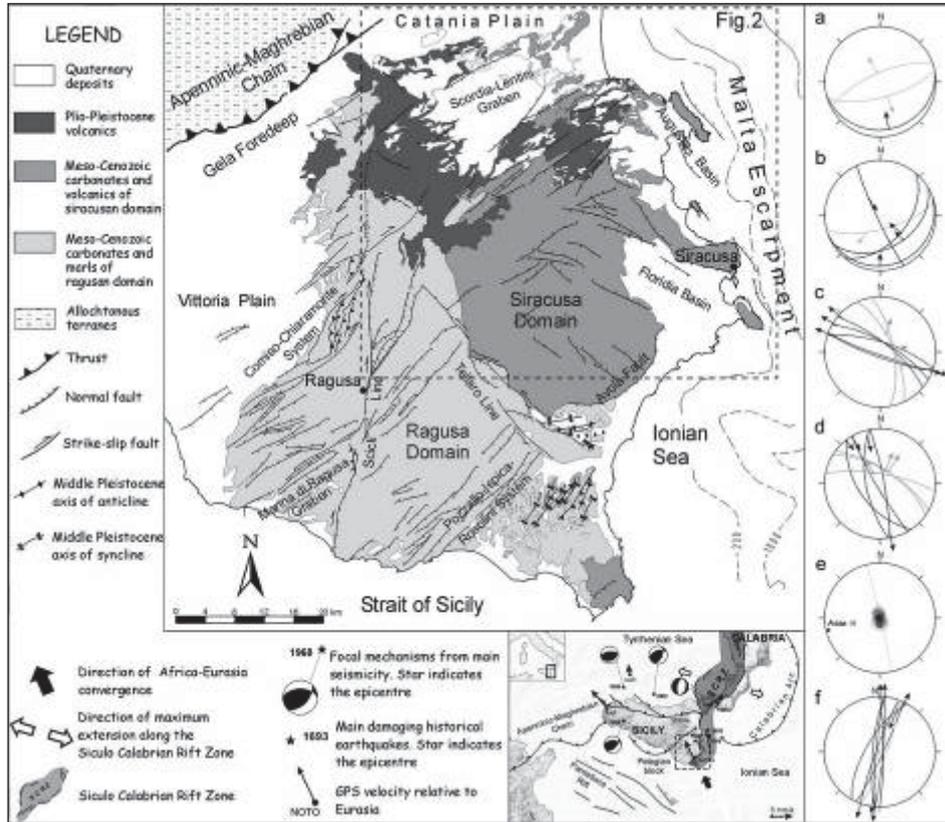


Figura 5.2 Schema geologico-strutturale della Sicilia sud-orientale. Il riquadro mostra il fronte della Catena Appenninico-Maghrebide, le principali faglie quaternarie e la sismicità del Mediterraneo centrale. Gli stereoplots si riferiscono ai dati strutturali misurati lungo diversi lineamenti quaternari del Plateau Ibleo: a-b) Graben di Scordia-Lentini; c) Bacino di Augusta; d) Bacino di Floridia; e) Sistemi a pieghe del margine sud-orientale; f) Linea di Scicli.

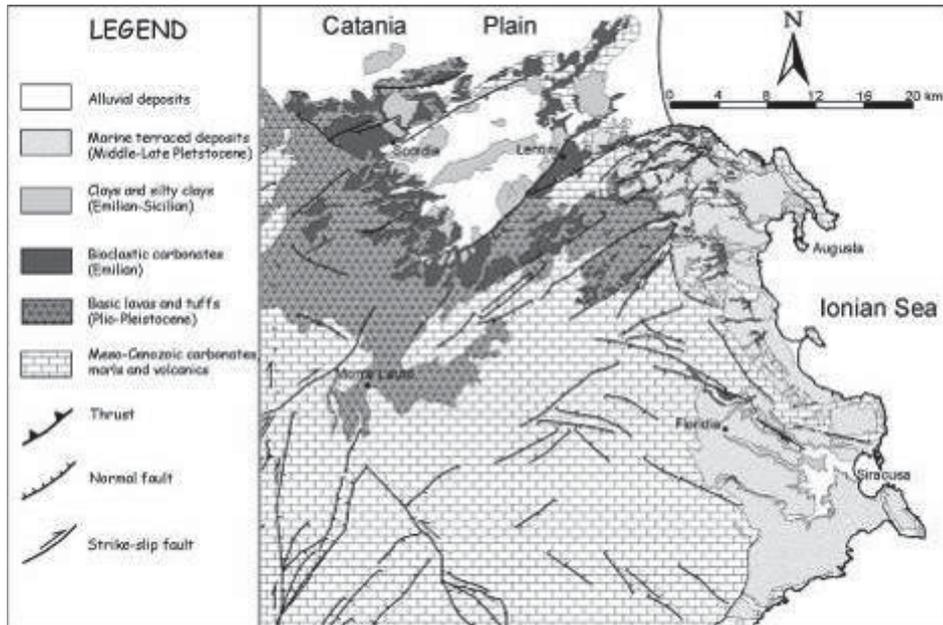


Figura 5.3 Schema geologico-strutturale della porzione nord-orientale del Plateau Ibleo.

---

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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 – LOTTO1

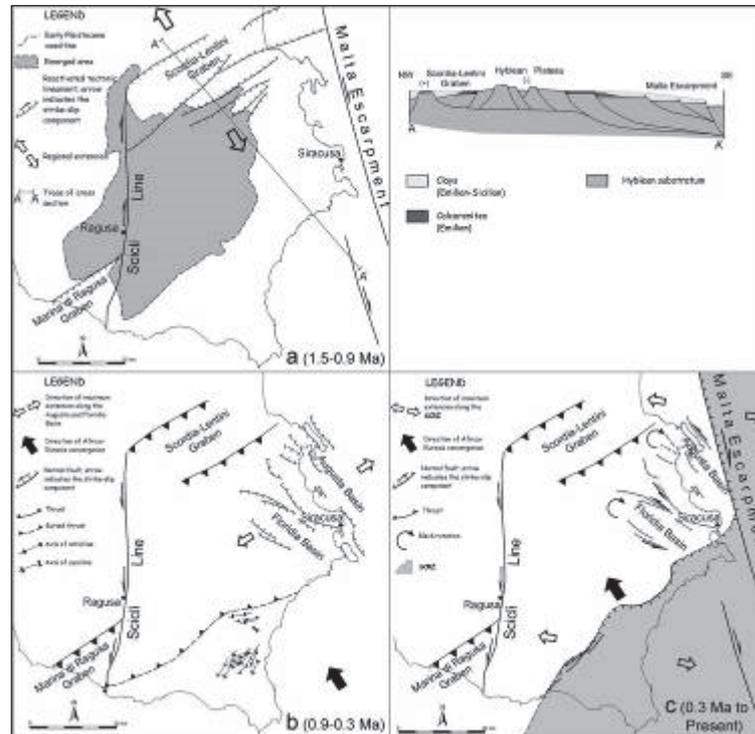


Figura 5.4 Fasi dell'evoluzione tettonica quaternaria del Plateau Ibleo. Nel profilo schematico viene ipotizzata la geometria profonda dei principali lineamenti tettonici nel Pleistocene inferiore, in parte riattivati nelle fasi successive.

Una seconda fase estensionale è responsabile dell'apertura dei bacini di Floridia 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 Floridia. 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.

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Come detto precedentemente, le successioni che affiorano nell'area di interesse sono caratterizzate da sequenze prevalentemente carbonatiche e sabbioso-arenacee.

I termini più antichi sono dati dai litotipi della Formazione Ragusa che in letteratura viene divisa in due: la parte inferiore, Membro Leonardo, costituita da calcisiltiti, calcilutiti e marne calcaree e la parte superiore, Membro Irminio, costituita da calcari marnosi, calcareniti, calciruditi e marne (Figura 5-2)

La Formazione Ragusa passa talvolta gradualmente alle marne medio-mioceniche della Formazione Tellaro in cui la frazione carbonatica è nettamente inferiore anche se sono presenti episodi sporadici di intercalazioni calcarenitico-marnose.

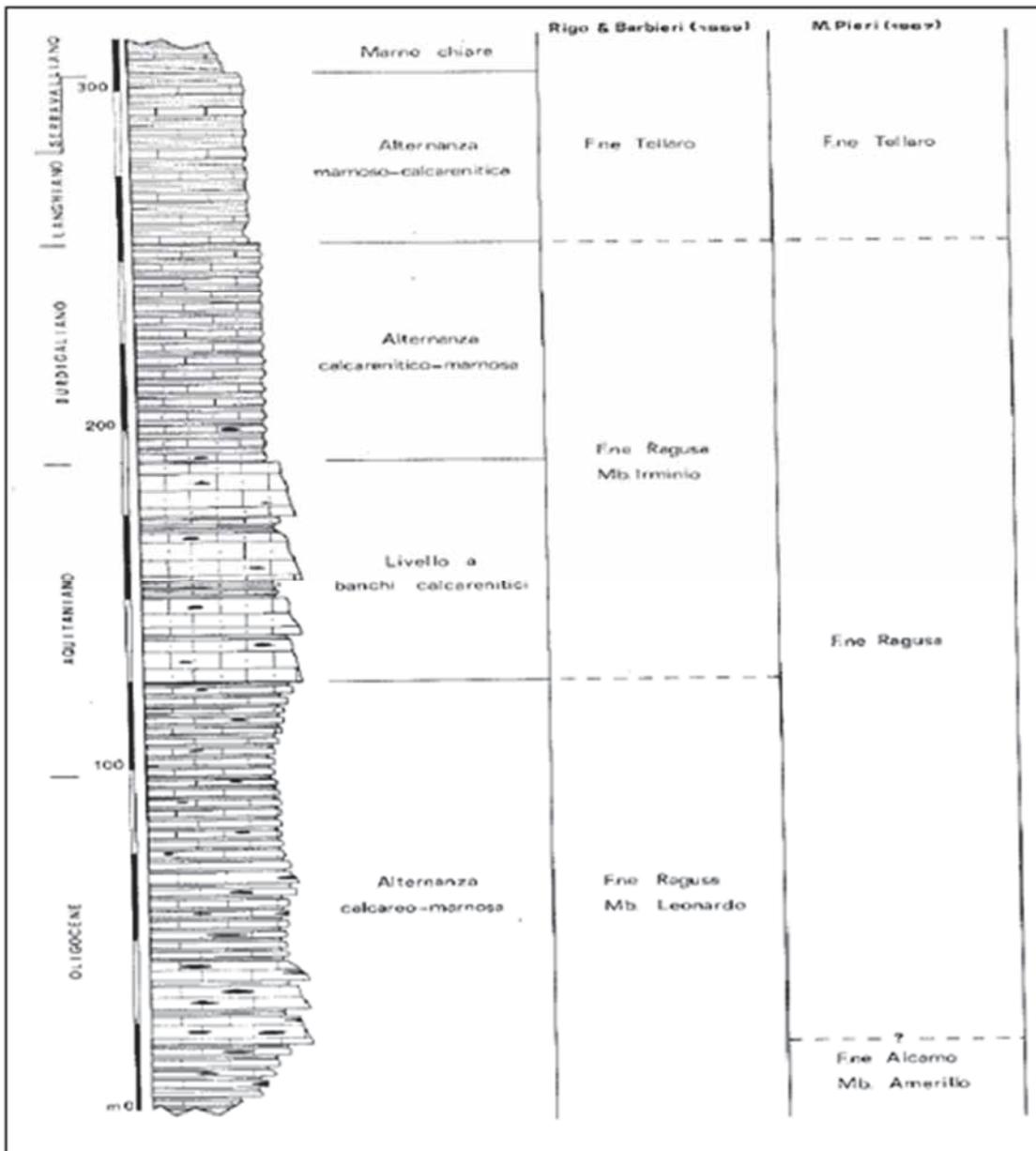


Figura 5.5 Colonna stratigrafica della Formazione Ragusa con suddivisione nei Membri Leonardo e Irminio

---

## RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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.

I depositi quaternari sono costituiti da litotipi biocalcarenici 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.: T01GE01GEOCG01÷ T01GE01GEOCG04) e ad una scala dettagliata 1:2.000 (elab.: T01GE01GEOCG05A÷T01GE01GEOCG16A), 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.



Foto 5-1 Deposito eluvio-colluviale

### 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 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 5-2- 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.



Foto 5-3 Depositi alluvionali in corrispondenza del Viadotto delle Coste

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

### 5.3.6 Depositi palustri antichi (p) - Pleistocene medio e superiore.

I depositi palustri antichi sono costituiti da argille e limi bruno-giallastri e localmente da ghiaia e sabbia e livelli di torba; gli spessori massimi in corrispondenza dell'opera raggiungono i 15 metri.



Foto 5-5 Depositi palustri antichi

### 5.3.7 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 5-4). Lo spessore di questo deposito raggiunge i 50 m.



Foto 5-6 Affioramento formazione Qm

### 5.3.8 Sedimenti limnici costituiti da calcari marnosi, silt biancastri e travertini (QI) – Pleistocene inferiore.

Questi depositi sono costituiti da calcari marnosi, limi e argille con banchi travertinosi contenenti abbondanti resti di molluschi e riconducibili ad una sedimentazione lacustre che si sviluppava nell'area prossima al massiccio miocenico ibleo.

Nell'area di studio sub-affiorano in una limitata area situata nella parte apicale del Fiume Ippari, nel tratto in cui il fiume passa dal massiccio carbonatico costituito dalla Formazione Ragusa alla vasta piana di Vittoria-Comiso.

Lo spessore massimo di questi depositi è pari a circa 50 m.

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

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.

### 5.3.10 Formazione Tellaro (Mm) – Langhiano – Messiniano.

Marne grigio-azzurre a frattura sub-concoide contenenti sporadici orizzonti di un'alternanza calcarenitico-marnosa bianco-crema in strati di 30-50 cm spesso deformati da slumping. Nella parte alta compaiono sovente marne calcaree giallastre; in questo intervallo apicale sono presenti grosse lenti di vulcanoclastiti e di lave submarine basiche di spessore compreso tra 0 e 100 m a volte interdigitate con le marne suddette. Lo spessore varia da poche decine ad alcune centinaia di metri.

La formazione del Tellaro è ampiamente diffusa in tutto il Vallone Salito (Foto E.23 e Foto E.24).



Foto 5-7 Affioramento Formazione Mm

### 5.3.11 Formazione Ragusa – Membro Irminio (parte mediana – Mcm) – Aquitaniano – Langhiano inferiore.

Calcareniti grigiastre spesse mediamente da 30 a 60 cm in alternanza con strati calcareo marnosi di uguale spessore. Lo spessore varia da una decina di metri nelle aree meridionali iblee fino a circa 60 m nelle aree a nord di Ragusa.

La Formazione affiora in diversi settori da inizio Lotto alla zona di testata del Fiume Ippari e in lembi sparsi nella alta piana di Vittoria-Comiso fino alla località Sperlinga (Foto 5.5).



Foto 5-8 Alteranza di strati e banchi calcarenitici e calcareo marnosi, Formazione Mcm

### 5.3.12 Formazione Ragusa – Membro Irminio (parte inferiore – Mc) – Aquitaniano – Burdigaliano inferiore.

Calcareniti e calciruditi bianco-grigiastre o bianco-giallastre di media durezza, in banchi di spessore variabile talvolta fino a 10 metri, separati da sottili livelli marnoso-sabbiosi. Localmente presenta stratificazione incrociata con strutture a spina di pesce. Lo spessore massimo in affioramento non supera i 75 metri; nella parte alta contiene hard-ground fosfatifero di spessore da pochi centimetri fino a qualche decimetro, di colore giallo-brunastro. Nei dintorni di Ragusa questi livelli sono sede di impregnazioni bituminose.

Questa formazione affiora da inizio Lotto nella zona di testata del Fiume Ippari (Foto 5-6 e 5-7).

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1



Foto 5-9 Affioramento massivo di calcareniti formazione Mc



Foto 5-10 dettaglio formaziome Mc

### 5.3.13 Formazione Ragusa – Membro Leonardo (Ocm) – Oligocene superiore.

Alternanza di calcisiltiti di colore biancastro, potenti 30-100 cm e di marne e calcari marnosi biancastri di 5-20 cm di spessore (Foto 5-8 – 5-9). L'intervallo basale della formazione è caratterizzato da imponenti ed estesi fenomeni di slumping. Nell'area di Comiso e Ragusa affiora un'alternanza di calcilutiti in strati di 20-30 cm e di marne in spessori di 10-15 cm di colore bianco-crema. Lo spessore complessivo affiorante è di circa 100 m.



Foto 5-11 Formazione Ragusa, Membro Leonardo

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1



Foto 5-12 Formazione Ragusa, Membro Leonardo

## 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 planoaltimetrico 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 – LOTTO1

- 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 – LOTTO1

- 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 vallecchia 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 tratto compreso tra lo Svincolo sulla S.S. 115 e lo Svincolo n. 2 con la S.P. 7 si presenta relativamente articolato e fortemente condizionato dal complesso sistema di strutture tettoniche presenti. Infatti, il tracciato in questo tratto è interessato, come già detto, da un sistema di faglie noto in letteratura come sistema Comiso - Chiaromonte con direzione NW-SE che con tipiche strutture a Horst e Graben, rispettivamente alti strutturali e depressioni tettoniche, ha condizionato l'evoluzione morfologica dell'area. Il paesaggio è quello tipico pedemontano in cui i terreni affioranti si presentano molto spesso particolarmente alterati e cataclasati soprattutto in corrispondenza delle principali linee di faglia. Le formazioni così disarticolate e tettonizzate, in corrispondenza di scarpate o versanti relativamente acclivi sono sede di fenomeni franosi di crollo localizzati. I rapporti tra morfologia e tettonica vengono evidenziati dall'allineamento dei principali colli che segue appunto il sistema di fratture precedentemente descritto. Infine, il tracciato in questo tratto è ampiamente interessato da tipici accumuli di detrito (coni di deiezione) disposti allo sbocco dei principali torrenti e caratterizzati dalla tipica forma a ventaglio. Per quanto riguarda la compatibilità dell'opera in relazione alle condizioni geomorfologiche dell'area, alla luce dei rilievi eseguiti e per quanto finora detto si può affermare che l'area interessata dal tracciato stradale si presenta generalmente stabile e si osserva la presenza di dissesti franosi di crollo (Frana L1\_1), nell'ambito dei depositi carbonatici miocenici, rilevabili a ridosso dei gomiti torrentizi interessati da erosione di sponda presso le pk 6+900 e 7+600.

Il tracciato ha inizio presso la Contrada la Croce, in corrispondenza di un pianoro che si sviluppa tra le quote di 640 e 670 m s.l.m., per poi discendere nel versante sinistro dell'incisione del Vallone delle Coste caratterizzato da ampi gradini morfologici separati da scarpate di origine tettonica. In questo tratto del versante sinistro della valle si sviluppa un'estesa fascia detritica che degrada su una superficie terrazzata marina quaternaria.

Superata l'incisione del Vallone delle Coste, quota 470 m s.l.m. circa, il tracciato procede in destra idrografica nel settore di testata del Torrente Ippari, procedendo ad una quota compresa tra i 490 ed i 400 m s.l.m.. tra i rilievi di Monte Raci, Monte Scannalupi e Colle Ina.

Raggiunta la chilometrica 7+800 circa il tracciato oltrepassa un'ampia zona di conoidi ed abbandona i rilievi calcarenitici affacciandosi sul bordo orientale dell'ampia superficie terrazzata di Comiso-Vittoria costituita da sedimenti quaternari marini.

In tutta quest'area, caratterizzata da quote che oscillano intorno ai 330-350 m s.l.m., il tracciato oltrepassa ortogonalmente una serie di fossi.

Il tratto compreso tra lo Svincolo n. 2 S.P. 7 e lo Svincolo n. 3 S.P. 5 Licodia Eubea si presenta generalmente sub-pianeggiante con quote che oscillano intorno ai 330 m s.l.m. e con debole pendenza verso occidente in direzione della costa; tale morfologia è attribuibile ai caratteri deposizionali dei sedimenti marini e lacustri di età quaternaria che caratterizzano l'intero lotto.

### 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

La Frana L1\_1, censita nel corso dello studio, non sono indicate sulla Carta dei Dissesti del PAI.

Confermato anche il dissesto PAI 080-7CH-001, situato in prossimità dell'asse destro di progetto alla pk. 7+150 del Lotto 1 e rappresentato da un fenomeno di erosione accelerata nei depositi detritici di versante.

Va evidenziato che un'area contraddistinta dal PAI tra le pk 1+900 e 4+530 del Lotto 1 (dissesto n. 080-7RA-001) ed indicata come frana di scorrimento stabilizzata, è stata in questa sede definita come una vasta conoide (pk 1+900-2+900) seguita da un deposito detritico di versante (dt) (pk. 2+900-4+530) stabilizzato naturalmente e, in alcuni tratti, antropicamente. In tutta l'area sono stati, comunque, installati punti di monitoraggio inclinometrico che, fino alla data attuale, non hanno mostrato segni di deformazione.

Per il dettaglio delle frane censite dal PAI si rimanda allo specifico elaborato "Carta con indicazione delle aree a rischio geomorfologico del PAI" - T01GE01GEOCG28÷ T01GE01GEOCG37.

#### 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.

### 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.

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

- **Classe A**

Comprende formazioni calcaree e gessose e formazioni effusive e vulcanoclastiche

- **Classe B**

Comprende le alluvioni fluviali grossolane, conglomerati e rocce prevalentemente arenitiche

- **Classe C**

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

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.

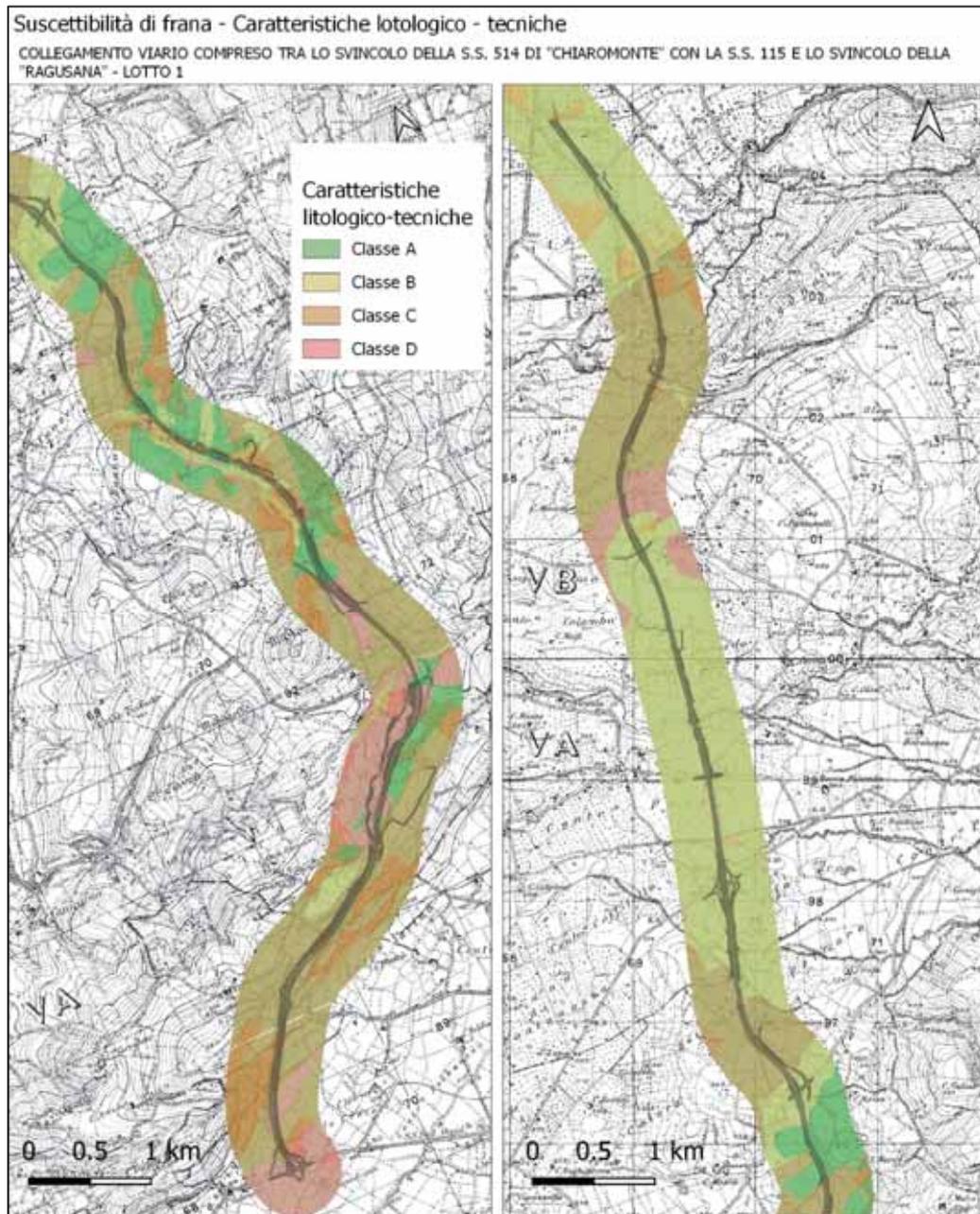


Figura 6.1 Stralcio caratteristiche litologico-tecniche

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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.

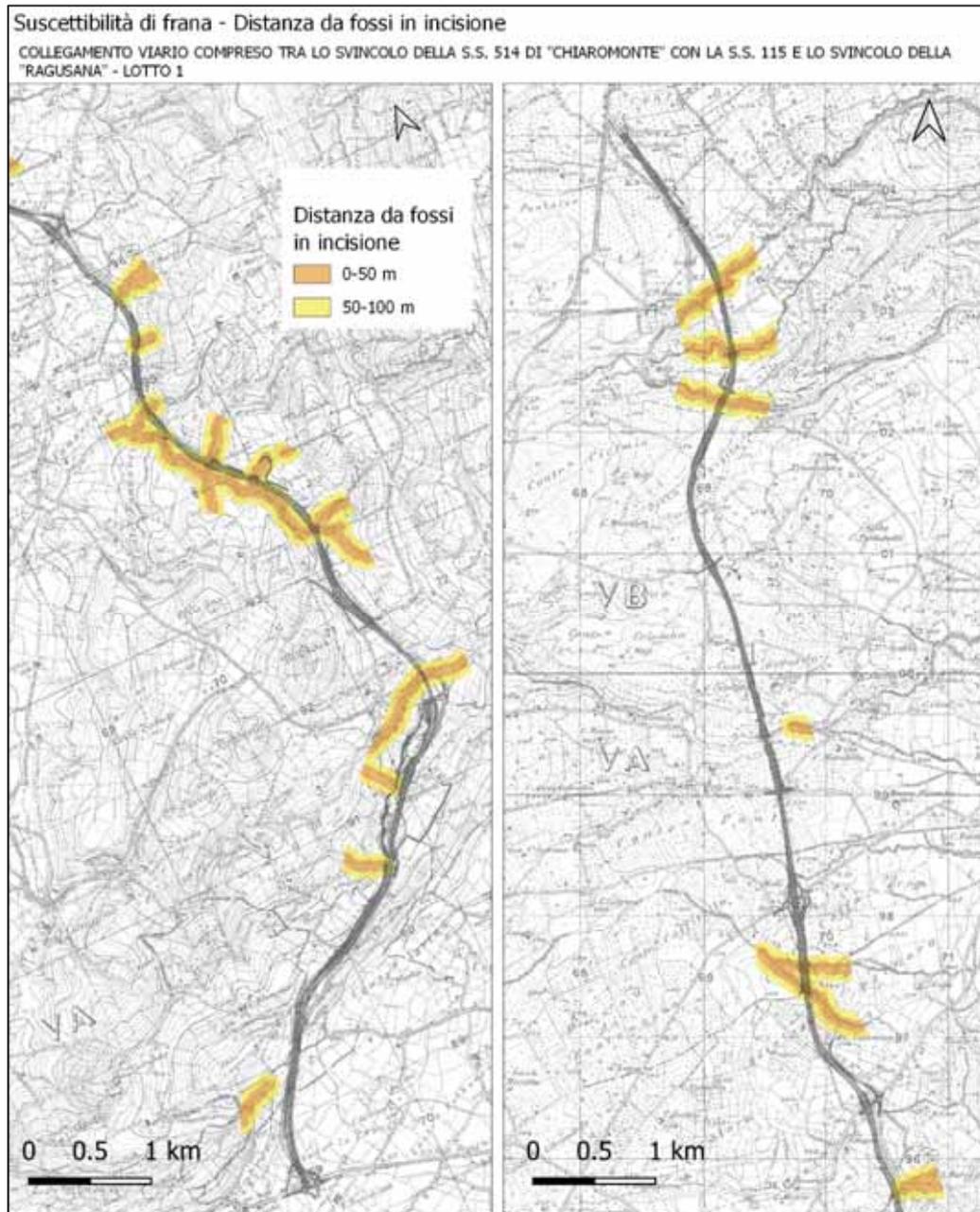


Figura 6.2 Stralcio distanze da fossi in incisione

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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°
- >30°

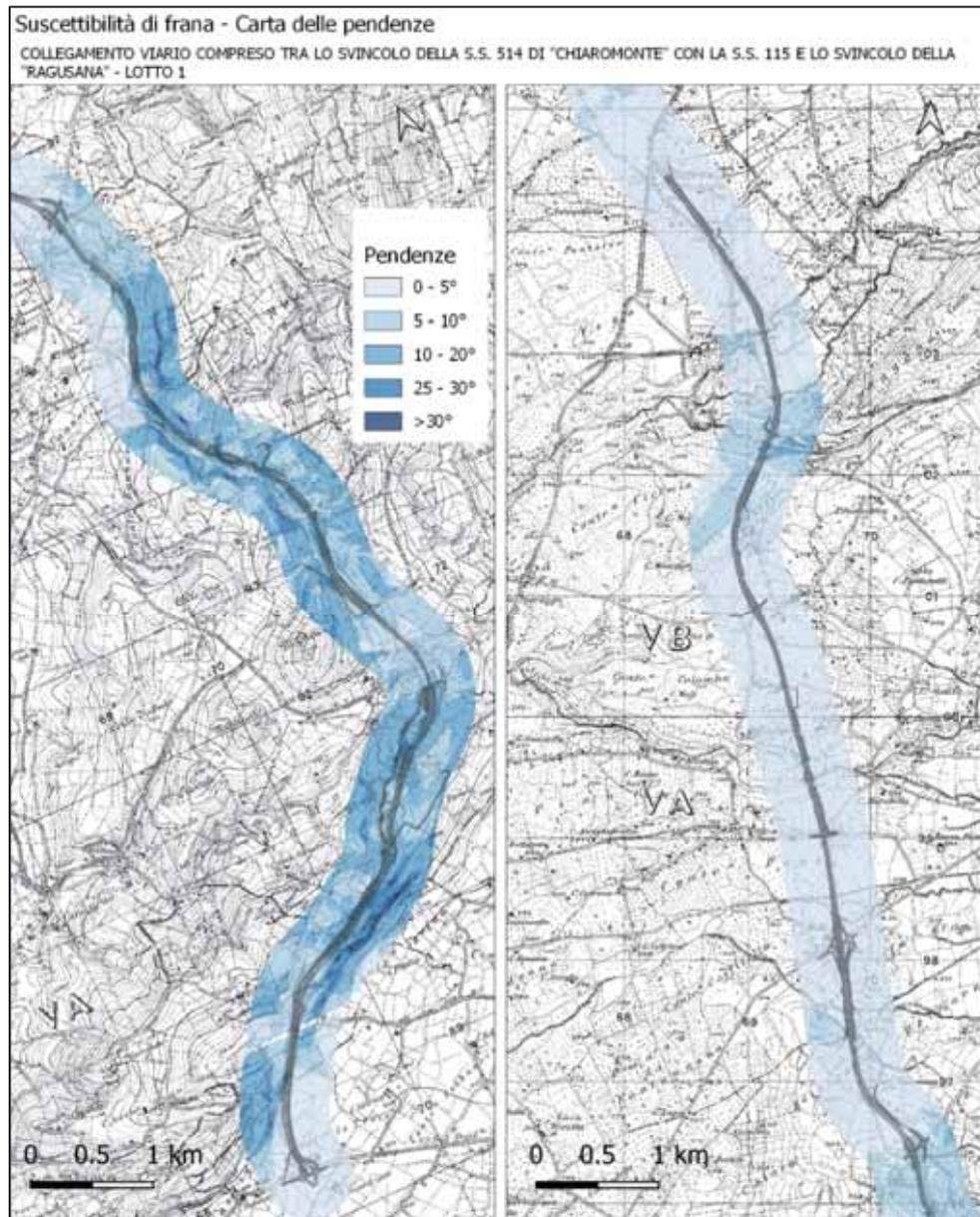


Figura 6.3 Stralcio carta delle pendenze

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

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
- Nord – Nord Est
- Nord Ovest – Sud Est

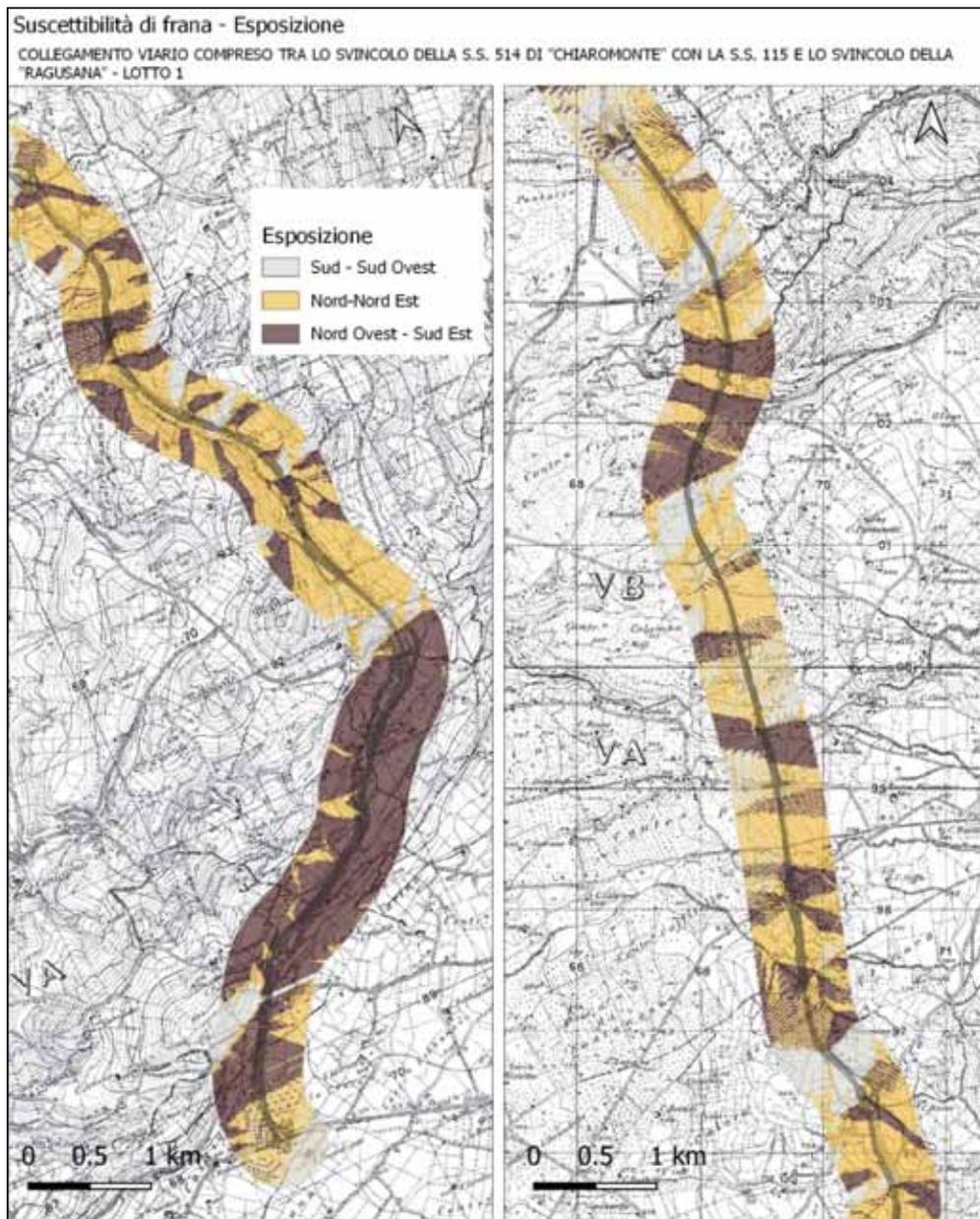


Figura 6.4 Stralcio carta esposizione dei versanti

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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

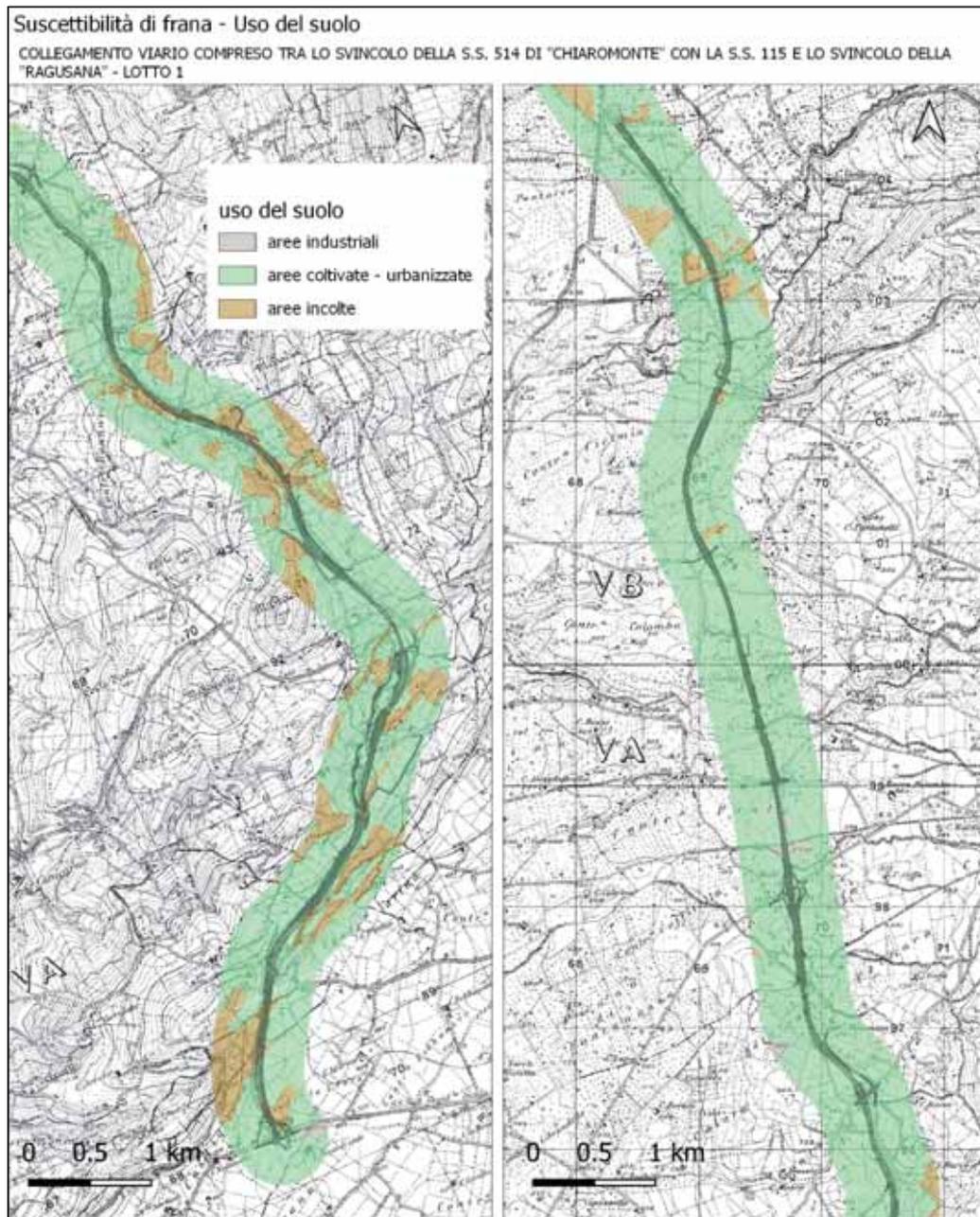


Figura 6.5 Stralcio carta uso del suolo

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 – LOTTO1

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 innescenti

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 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 innescenti da un quadro sulla suscettibilità del territorio all'innesco 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. 0+700 e 1+000, ad Ovest del tracciato alla pr. 2+900 circa, ad Ovest del tracciato tra la pr. 3+600 e 3+800 circa, ad Ovest del tracciato tra la pr. 6+075 e 6+125 circa, ad Ovest del tracciato tra la pr 6+575 6+625 circa.

Suscettibilità di frana - Esito

COLLEGAMENTO VIARIO COMPRESO TRA LO SVINCOLO DELLA S.S. 514 DI "CHIAROMONTE" CON LA S.S. 115 E LO SVINCOLO DELLA "RAGUSANA" - LOTTO 1

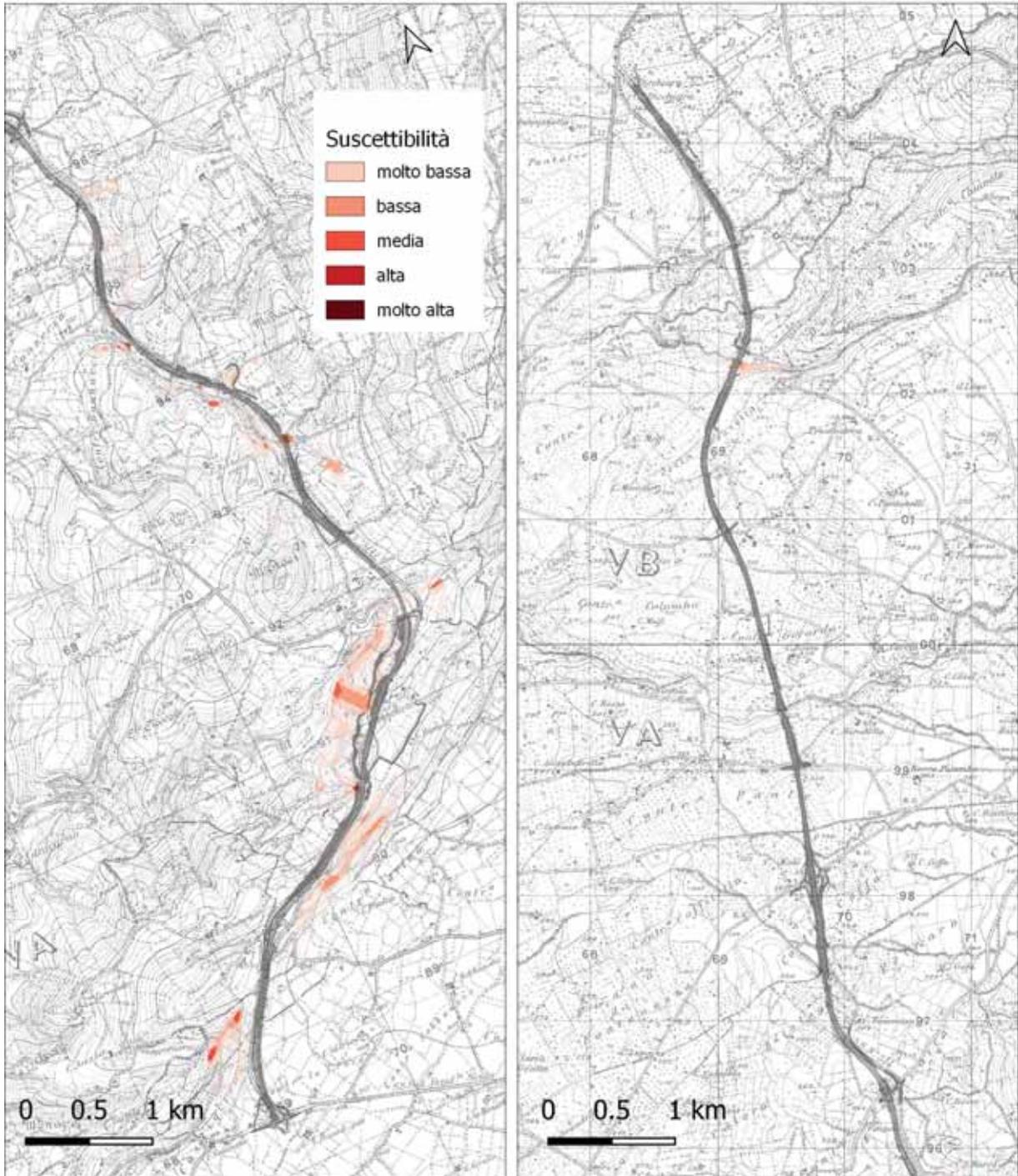


Figura 6.6 Stralcio carta di suscettibilità di frana

## 6.6 DISSESTI CENSITI

Nel presente paragrafo sono state riassunte le peculiarità morfo-evolutive della n. 2 frane sintetizzate in una specifica monografie redatte a seguito della campagna di rilevamenti geologici e delle indagini svolte in questa fase progettuale.

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

La frana L1\_1 censita nel corso dello studio non è indicata nella citata Carta dei Dissesti.

Per contro un'area contraddistinta dal PAI tra le pk. 1+900 e 4+530 del Lotto 1 (dissesto n. 080-7RA-001) ed indicata come frana di scorrimento stabilizzata, è stata in questa sede definita come una vasta conoide (pk. 1+900-2+900) seguita da un deposito detritico di versante (dt) (pk. 2+900-4+530) stabilizzato naturalmente e, in alcuni tratti, antropicamente. In tutta l'area sono stati comunque installati punti di monitoraggio inclinometrico che, fino alla data attuale, non hanno mostrato segni di deformazione.

### 6.6.1 Area a pericolosità di crollo tra le pk. 1+875 e 2+950

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di crollo attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 680 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 90m
<i>Quota minima:</i> 590 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 650 m

#### *Ubicazione:*

L'area a monte dell'asse di progetto compresa tra le pk 1+875 e 2+950 presenta alcune criticità rispetto a fenomeni di crollo.



Foto 6-1 scarpata instabile al limite della porzione di piede del versante

#### *Descrizione:*

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Il versante è caratterizzato da acclività medio alta, localmente terrazzato attraverso muri a secco "contro terra" che negli anni hanno mitigato fenomeni gravitativi superficiali della coltre di copertura; il piede del versante è a bassa inclinazione.

Il substrato, localmente affiorante, è costituito da strati metrici di calcareniti mediamente fratturate, con giacitura a franapoggio con inclinazione minore del versante; tale condizione strutturale favorisce ed è cinematicamente compatibile a frane di crollo per scivolamento planare e per scalzamento, considerate anche le famiglie di discontinuità parallela e ortogonale al versante rilevate in corrispondenza stazioni geomeccaniche SGe7 e SGe8.

Gli affioramenti studiati presentano tutti un alto grado di detensionamento, evidenziato dall'alta apertura dei giunti. Tale condizione favorisce il deterioramento delle scarpate con conseguente distacco di blocchi.

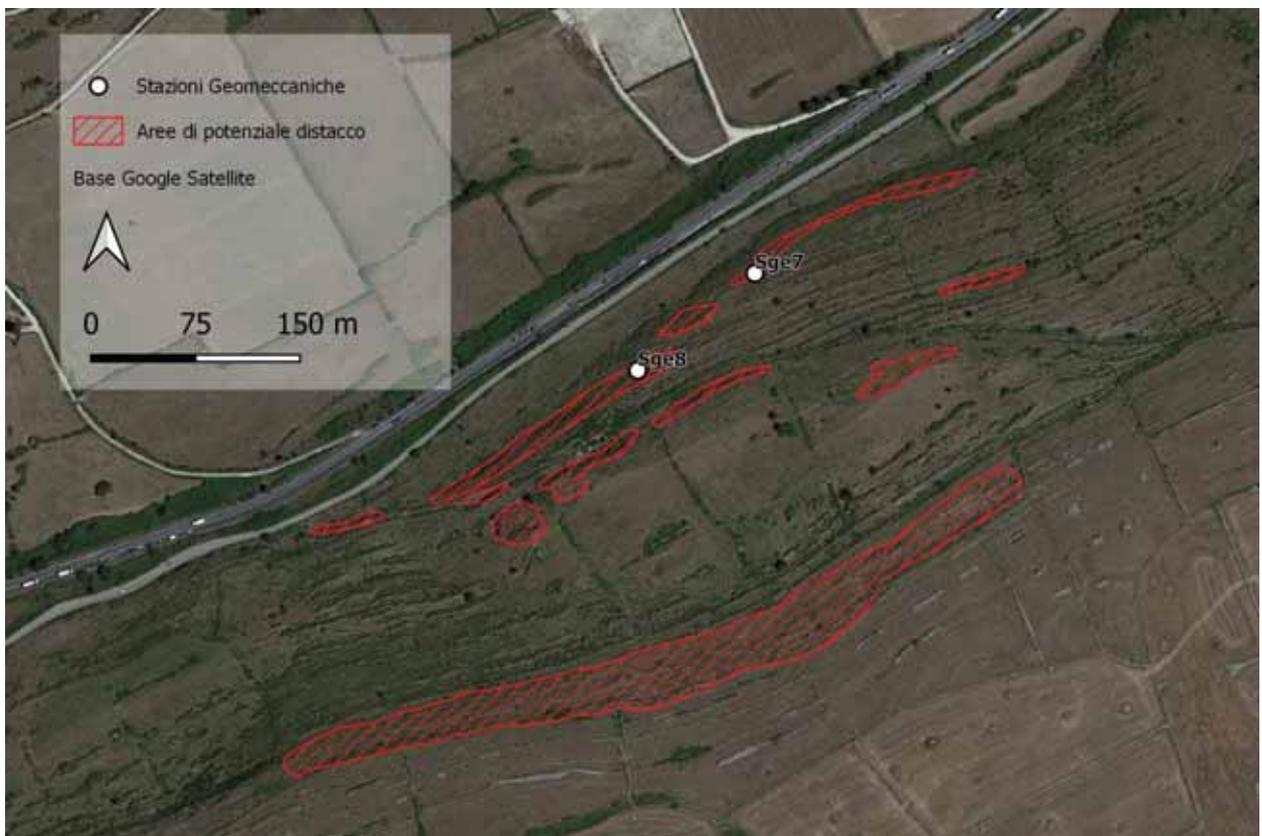


Figura 6.7 aree di potenziale distacco e ubicazione stazioni geomeccaniche



Foto 6-2 Area di distacco nella porzione mediana del versante



Foto 6-3 blocco con volume compreso tra 1 e 1,5 m<sup>3</sup>

In tutta l'area, che si estende tra le quote 576 e 679 m s.l.m. circa, sono stati rilevati depositi di crollo costituiti da blocchi di volume fino a 1,5 m<sup>3</sup>. Le aree di potenziale distacco rilevate sono generalmente in corrispondenza delle scarpate verticali del versante, e sono riportate nella figura 6-7.

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

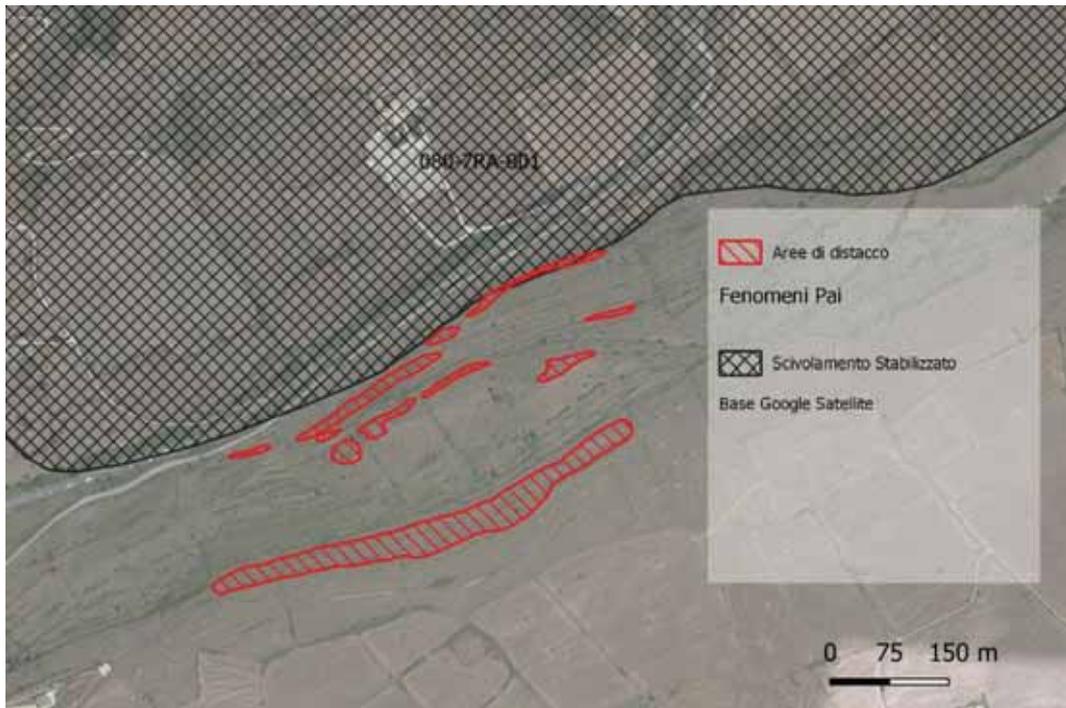


Figura 6.8 Confronto aree PAI

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

Come si evince dalla figura 6-9, l'area a pericolosità di crollo oggetto della seguente sezione non corrisponde ad aree PAI e IFFI, a valle di questa è segnalata con codice 080-7RA-001 un'area in frana stabilizzata.

*Interventi previsti:*

Per mitigare il rischio collegato ai fenomeni di crollo, si è progettato un intervento di protezione da caduta massi posizionato a monte dell'attuale sede stradale.

La direzione di movimento dei blocchi è pressoché ortogonale all'asse del tracciato e l'opera in progetto intercetta le possibili traiettorie di caduta. L'intervento risulta descritto nell'elaborato grafico T01GE00GETDI01A a cui si rimanda.

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

### 6.6.2 Lotto 1 pk. 7+500 – 7+650 – Frana L1\_1

<i>Caratteristiche generali:</i> frana di crollo attiva	
<i>Quota coronamento:</i> 360 m s.l.m.	<i>Dislivello massimo:</i> 15m
<i>Quota minima:</i> 345 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 100 m

*Ubicazione:*

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

La Frana L1\_1 ricade a valle della zona di progetto, in destra idrografica del Torrente Ippari in corrispondenza di un gomito fluviale sito in località Casa Occhipinti (Elaborato T01GE01GEOCG21A). Il fenomeno gravitato si colloca tra le pk. 7+500 e 7+650 in sinistra dell'asse in progetto.

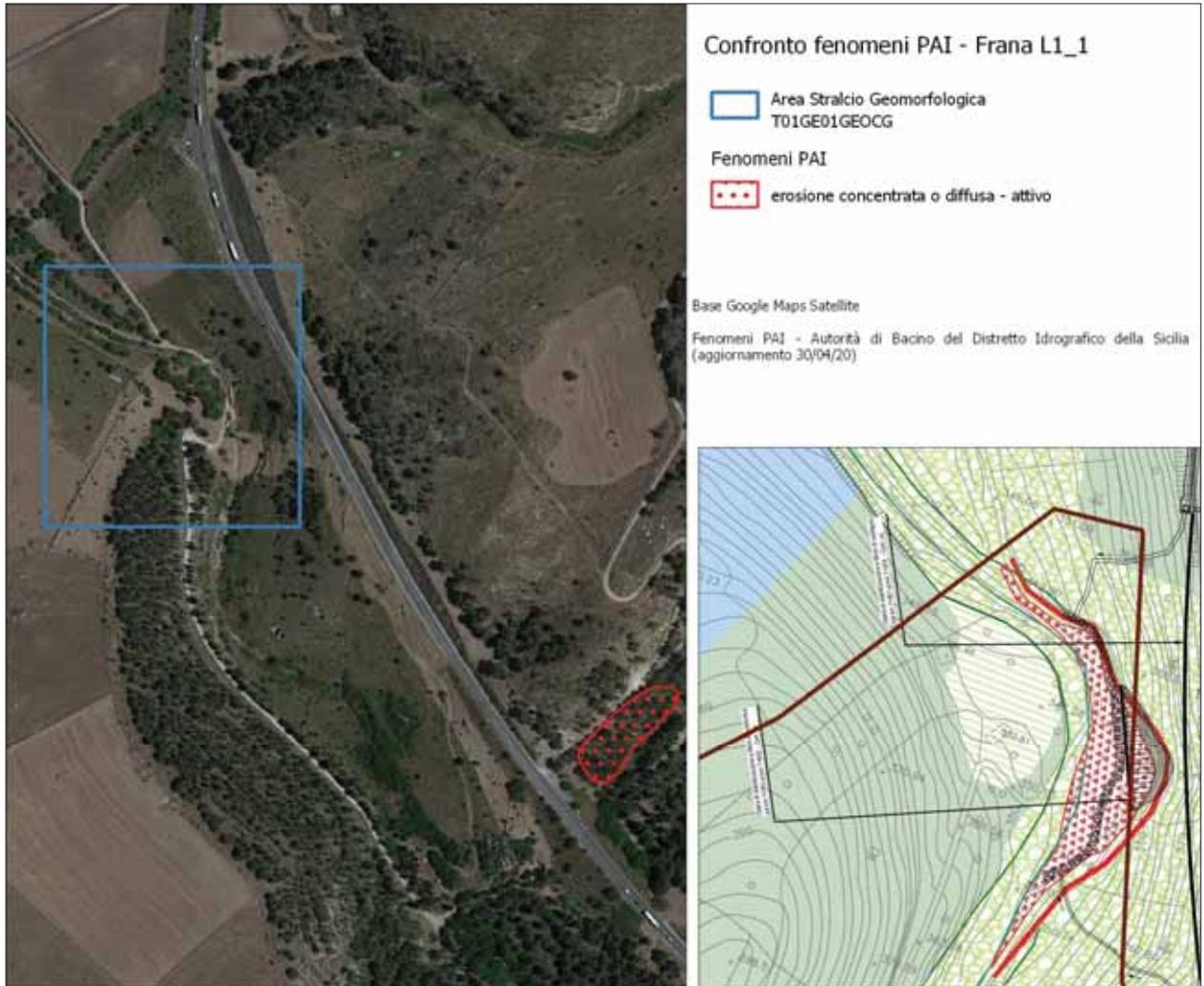


Figura 6.9 Confronto Geomorfologica dissesti PAI

*Descrizione:*

Il dissesto si colloca nell'ambito di un versante ad alta acclività, costituito dai termini carbonatici fortemente tettonizzati attribuibili alla Formazione Ragusa – Membro Leonardo (Ocm), alla cui base scorre il Torrente Ippari che, in corrispondenza di gomito fluviale, ha eroso la porzione basale del pendio determinandone il progressivo dissesto.

Attualmente si osserva un potente accumulo detritico che poggia alla base del versante carbonatico sub-verticale interessato, oltretutto, da evidenti fenomeni erosivi operati dalle acque di ruscellamento.

Nella porzione sommitale del versante ricade l'attuale sede della S.S. 514 che è sostenuta e protetta verso valle da una struttura muraria, in buon stato di conservazione, fondata sui citati calcari. Dal muro

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

fuoriesce un tombino che allo stato attuale contribuisce a concentrare i deflussi idrici provenienti dalla sede stradale in occasione degli eventi meteorici, concorrendo quindi a dilavare il versante in dissesto.



Foto 6-4 panoramica del dissesto; visibile sulla parte alta della foto il muro e la sovrastante SS514.

Si tratta di una frana di crollo la cui direzione di movimento è verso occidente, pressoché ortogonale all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 30 m, una larghezza di circa 100 m ed un dislivello di circa 20 m.

La quota della falda principale nell'area interessata è pari a 300-310 m s.l.m. con deflusso in direzione settentrionale.

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

Come osservabile nella figura 2-1, la Frana L1\_1 non è riportata nei dissesti censiti dal PAI (aggiornamento 30/04/20)

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1



Foto 6-5 visuale dissesto Torrente Ippari da Nord, dettaglio gomito fluviale



Foto 6-6 Particolare del gradino di frana sub-verticale nei termini carbonatici, privi di vegetazione, sul quale poggia il cumulo di blocchi e detriti ricoperti da vegetazione arbustiva.

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

MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

*Interventi previsti*

L'intervento prevede la costruzione di due muri in cemento armato fondati nel terreno tramite l'impiego di pali di grande diametro (Ø1000). Il paramento dei muri, gettato in opera, sarà rifinito superficialmente mediante l'utilizzo pannelli prefabbricati rivestiti con pietra locale con funzione di cassero in fase di getto.

I due muri, nominati "Muro Superiore" e "Muro Inferiore" in funzione della posizione sul versante, si estendono tra i km 7+489.98 e 7+657.23 (muro superiore) e tra i km 7+545.39 e 7+610.48 (muro inferiore) e sono lunghi rispettivamente 169.62 m e 67.17 m.

Data la configurazione geometrica della scarpata, le cui elevate pendenze costringono ad operare in spazi ridotti, la costruzione del muro superiore sarà eseguita solo dopo aver provveduto al sostegno dello scavo di sbancamento mediante una paratia di pali.

Il muro superiore ha uno sviluppo complessivo di 169.62 m ed è caratterizzato da una zattera spessa 1.60 m, larga da 6.00÷8.00 m e da un paramento di altezza variabile tra 4.67÷14.03 m.

Il muro inferiore presenta uno sviluppo complessivo di 67.17 m ed è caratterizzato da una zattera spessa 1.60 m, larga 6.00 m e da un paramento alto 4.62 m. I pali di fondazione sono realizzati con interasse longitudinale di 3.00 m e sono disposti su due allineamenti con distanza trasversale di 4.00 m. La lunghezza dei pali di fondazione è di 20 m.

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

**6.6.3 Colamenti viabilità secondaria - SEC06**

<i>Caratteristiche generali:</i> frane di colamento attive	
<i>Quota coronamento:</i> 498 – 516 mslm	<i>Dislivello massimo:</i> 58 – 96 m
<i>Quota minima:</i> 440 - 420 m s.l.m.	<i>Larghezza massima:</i> 128 – 146 m

*Ubicazione:*

L'area coinvolta dalle due frane di colamento si trova sulla viabilità secondaria SEC06 a NW dall'asse di progetto tra le progressive 3+200 e 4+100, in corrispondenza di un versante a media pendenza esposto verso i quadranti Nord occidentali.

*Descrizione:*

Il versante è caratterizzato da acclività media, localmente terrazzato attraverso muri a secco "contro terra" che hanno parzialmente mitigato i dissesti superficiali.

Il substrato nell'area è rappresentato dalla Formazione di Ragusa ed in particolare dalla parte Inferiore del Membro Irmino e dal Membro Leonardo. L'intero versante è caratterizzato dalla presenza di una coltre superficiale potente da poco più di un metro a massimo 10 di detrito di versante. Su tale versante localmente nel tempo si sono attivati alcuni colamenti, che dai dati diretti e dalle indagini sismiche (BSE-211 e BSE-211bis) coinvolgono i detriti di versante per una porzione compresa tra 2 e 7 m.

Dei vari colamenti rilevati e cartografati, due potrebbero interferire con la viabilità secondaria, di seguito chiamati "colamento 1" e "colamento 2".

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Il colamento 1, non interferisce direttamente con la viabilità, ma nel caso di arretramento del coronamento potrebbe coinvolgerla, dai dati diretti (S009i) la coltre superficiale detritica, potente non più di 3 m in corrispondenza del sondaggio, sovrasta il bedrock che localmente risulta intensamente fratturato, tali evidenze sono confermate dall'indagine sismica (BSE-211bis) eseguita nell'attuale fase progettuale. Dalla ricostruzione (T01GE01GEOSG09) la potenza del colamento non supera i 7 m e solo in caso di arretramento del coronamento potrebbe coinvolgere la viabilità secondaria.

Il colamento 2, interferisce direttamente con la viabilità secondaria e interessa la coltre superficiale detritica che, come confermato dall'indagine sismica eseguita trasversalmente al dissesto (BSE-211), non supera la potenza di 4 m.

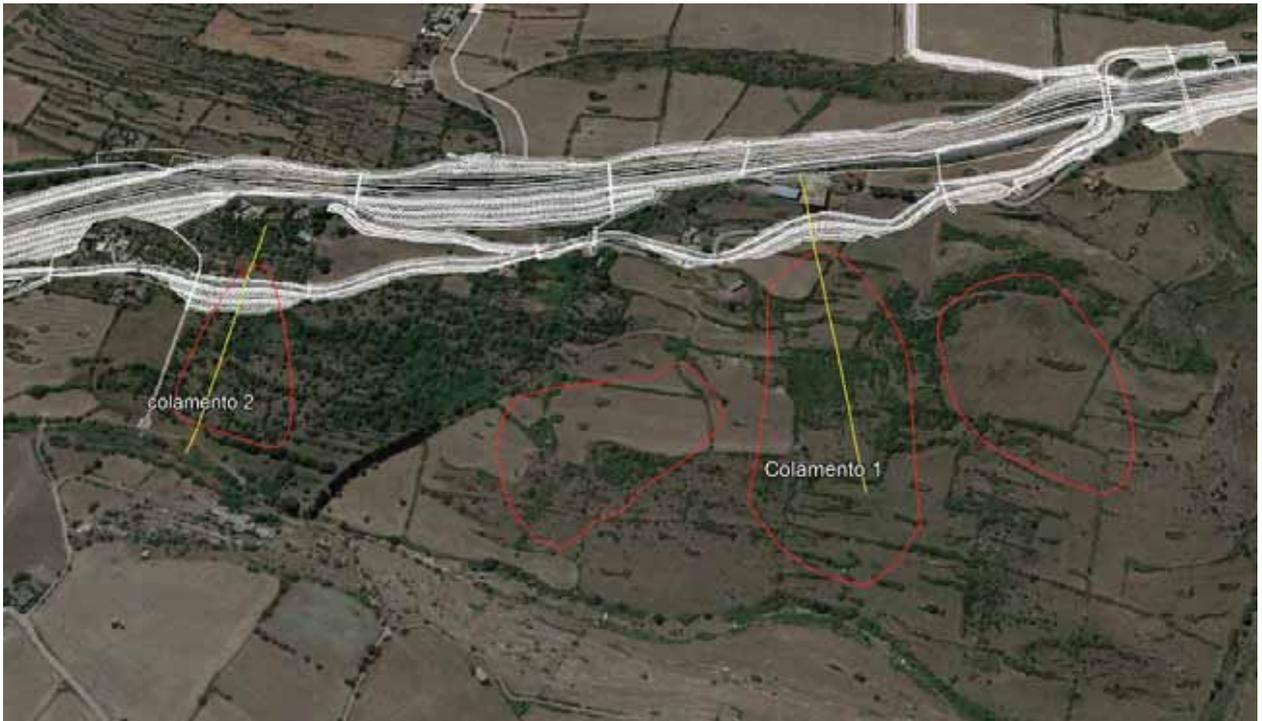


Figura 6.10 dettaglio area colamento 1 - colamento 2

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

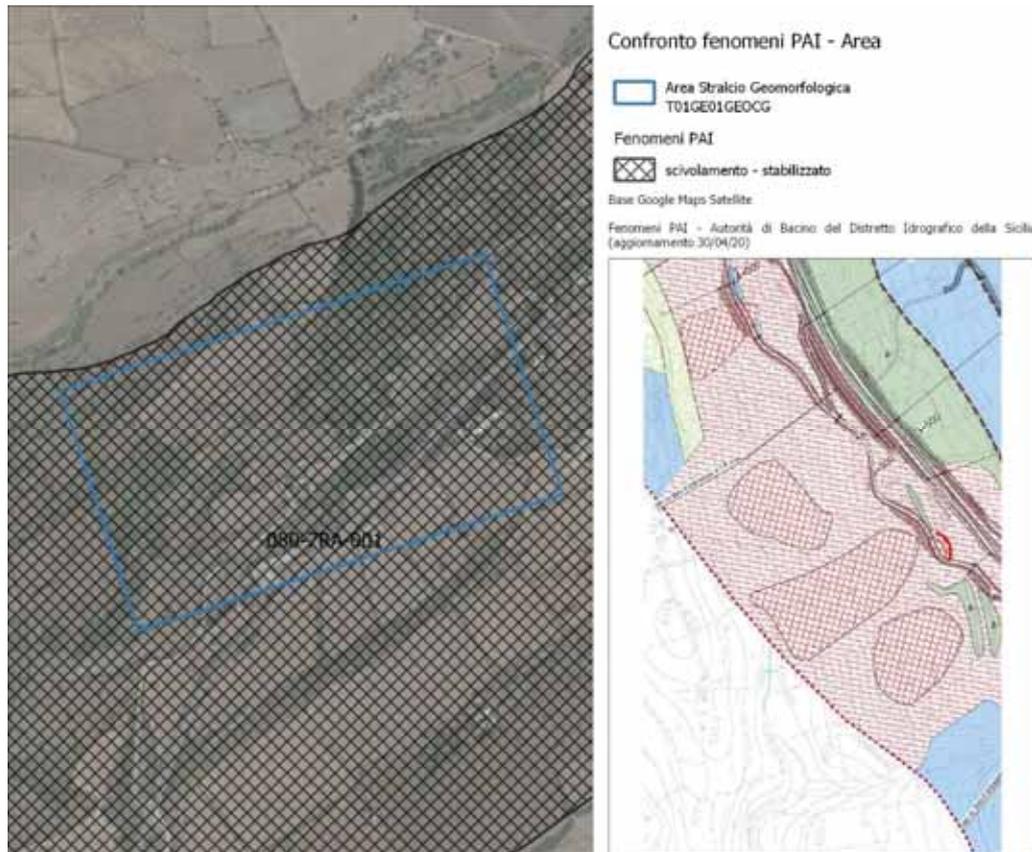


Figura 6.11 confronto aree PAI

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

Come si evince dalla figura 6-11, l'area in questione corrisponde ad un vasto scivolamento stabilizzato catalogato dal PAI con sigla 080-7RA-001.

*Interventi previsti*

L'intervento prevede la realizzazione di una paratia di consolidamento al piede del rilevato tramite l'impiego di micropali di diametro ( $\varnothing 240$ ) di lunghezza pari a 7m.

La paratia si estende tra i km 1+200 e 1+285 per una lunghezza di 85 m.

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

## 7 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 morfodinamici 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 SETTORE SUD-OCCIDENTALE "RAGUSANO"

Si tratta di una struttura omogenea dal punto di vista geologico, costituita da una successione carbonatica in cui la circolazione idrica sotterranea presenta aspetti e caratteristiche diverse, in relazione ai litotipi affioranti. A sua volta, come indicato nella seguente figura, questo settore è stato suddiviso in due corpi idrici: il corpo idrico Ragusano e la piana di Vittoria.

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

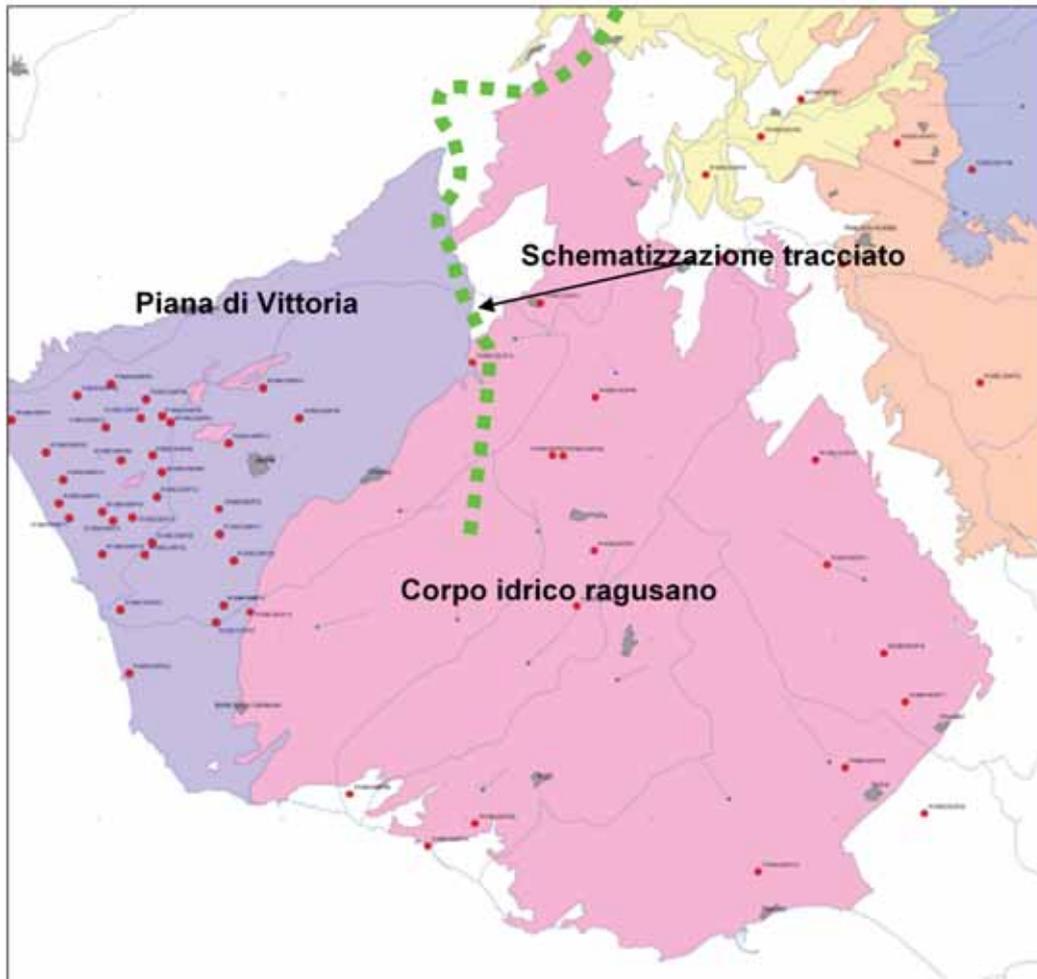


Figura 7.1 Suddivisione del settore Sud-occidentale Ragusano nei due corpi idrici minori: Piana di Vittoria e corpo idrico Ragusano

Nella parte occidentale, costituita dalla piana Comiso-Vittoria, si ha una prima falda acquifera nei terreni calcarenitico-sabbiosi pleistocenici, a media profondità (da 50 a 100 m) e una seconda falda più profonda intorno ai 300-400m, nel substrato carbonatico della Formazione Ragusa, confinato dalle marne della Formazione Tellaro. La profondità di questo secondo acquifero, più produttivo, varia in relazione all'andamento strutturale a blocchi variamente ribassati e rialzati che costituiscono il settore depresso del plateau che fa da transizione all'avanfossa di Gela. Localmente è altresì presente, intercalato fra le suddette falde, un acquifero, non continuo, nei termini della serie evaporitica, contraddistinto da acque dal caratteristico odore solforoso e nel complesso di scarso interesse produttivo.

L'alimentazione del settore occidentale della depressione strutturale di Vittoria proviene sia dalle infiltrazioni efficaci che, soprattutto nella fascia al margine con l'altipiano Ibleo, dal massiccio carbonatico. Si rilevano, infatti, in questa fascia di transizione, alcune fra le principali manifestazioni sorgentizie iblee quali la sorgente Purgatorio (Foto 7-1), la sorgente Scianna Caporali (Foto 7-2÷Foto 7-3) e la sorgente Cifali (Foto 7.4) emergenti per soglia sovrainposta, che hanno come area di alimentazione l'altipiano calcareo.

La sorgente Scianna Caporali, in territorio di Ragusa in c/da Scianna Caporali, di proprietà comunale, è posta a quota 422 m s.l.m. con una portata media derivata di 8 l/s ed un volume medio annuo derivato di 252.300 mc dall'acquedotto di Vittoria.

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

La sorgente Cifali ha una portata media di circa 18 l/s, che per circa il 50% è derivata dall'Acquedotto di Comiso (157.680 mc annui), da origine al Fiume Ippari.



Foto 7-1 Fontanile della sorgente Purgatorio

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1



Foto 7-2 Fontanile della sorgente Scianna Caporali

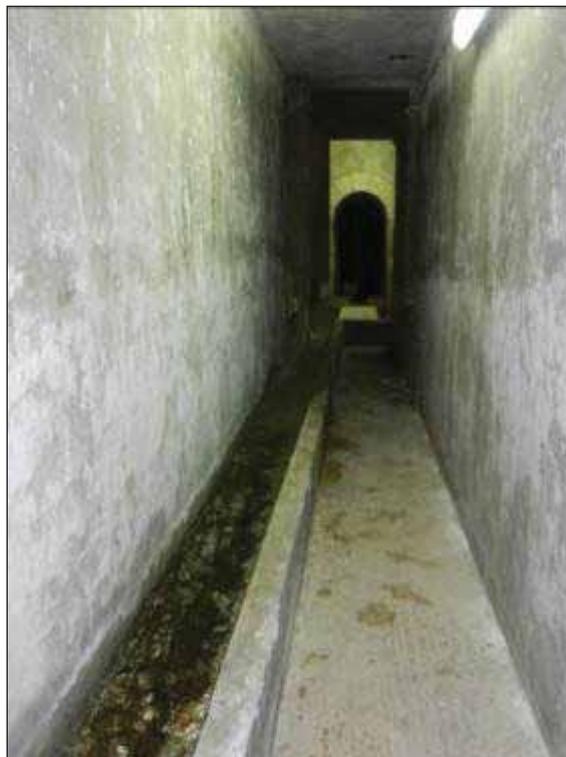


Foto 7-3 Ripresa interna dell'opera di captazione della sorgente Scianna Caporali



Foto 7-4 Opera di captazione Sorgente Cifali

Nel settore Sud-occidentale, interessato prevalentemente dagli affioramenti carbonatici della Formazione Ragusa, si ha un primo acquifero, parzialmente confinato, nella serie calcarenitica del membro Irminio, a profondità media compresa fra 100 e 150 m, cui fa seguito, separato da uno spessore variabile di termini marnoso-argillosi, un acquifero confinato più profondo e più produttivo nella serie calcareo-marnosa del membro Leonardo dell'anzidetta Formazione.

In entrambi i casi la permeabilità è per fratturazione, essendo il contributo della porosità dei termini calcarei quasi nullo. Localmente la presenza di importanti strutture tettoniche regionali mette in contatto idraulico i due acquiferi, mentre in certi casi l'effetto di un notevole carico idraulico determina l'emergenza artesianiana dell'acquifero profondo.

Da scarsa a media produttività sono infine gli acquiferi nei depositi alluvionali e nelle conoidi perché generalmente poco sviluppati, tanto orizzontalmente che verticalmente.

I fenomeni di dissoluzione carsica all'interno della rete di fratture dei calcari ragusani hanno avuto inizio fin dalle prime fasi di sollevamento dell'altipiano, dalla fine del Terziario, e sono continuati nelle aree emerse per tutto il Quaternario, generando un primo sistema epicarsico di drenaggio cui hanno fatto seguito sistemi sempre più articolati di condotti e gallerie. L'approfondimento dei circuiti idrocarsici, condizionata sia dalla tettonica che dalle variazioni climatiche pleistoceniche (fasi eustatiche regressive e trasgressive) è testimoniata da una serie di condotti fossili a vari livelli nella serie calcarea ragusana. Nell'area sono presenti una serie di morfologie carsiche fossili a quote progressivamente decrescenti da monte verso la linea attuale di costa. Correlazioni effettuate fra le quote dei condotti paleocarsici e la distanza dalla linea attuale di costa hanno evidenziato un modello carso-evolutivo concorde con il

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

suddetto quadro tettonico regionale, fornendo, altresì, indicazioni sul verificarsi in alcuni settori di sollevamenti differenziali.

La fossilizzazione dei condotti, avvenuta per approfondimento del livello di base dell'erosione, si lega sia alla riattivazione di vecchie fratture che all'apertura di nuove, causate da fasi distensive quaternarie. La circolazione carsica si è spostata, pertanto, in profondità e allo stesso modo la quota delle risorgive si è raccordata al nuovo livello della erosione di base valliva.

Nel settore sud-occidentale i sollevamenti tettonici e le fasi eustatiche hanno così prodotto due livelli di carsismo, attualmente fossile, che è stato possibile correlare rispettivamente ad episodi di trasgressione infrapleistocenica e mediopleistocenica, attraverso l'analisi e il confronto fra le paleomorfologie ipogee freatiche e le superfici terrazzate attribuite ai suddetti periodi.

## 7.2 DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Ai fini dell'analisi delle successioni idrogeologiche evidenziate lungo il tracciato di progetto, sono stati definiti n. 10 complessi idrogeologici i cui caratteri di permeabilità sono riassunti nella Tabella 7-1 e le cui caratteristiche sono descritte nel seguito.

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

Tabella 7-1 Caratteristiche di permeabilità dei n. 10 complessi idrogeologici individuati

- Complesso Idrogeologico C1: complesso dei depositi calcarei e calcareo-marnosi costituito dai termini attribuibili alla Formazione Ragusa – Membro Leonardo (Ocm) e dai Calcari di base della serie evaporitica (Mg); permeabilità di tipo secondario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C2: rappresentato dai depositi calcarenitico-marnosi dei due termini della Formazione Ragusa – Membro Irminio, parte inferiore (Mc) e parte mediana (Mcm); permeabilità di tipo secondario a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C3: di cui fanno parte i depositi marnosi e calcareo-marnosi della Formazione del Tellaro (Mm); permeabilità di tipo misto a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C4: comprende i depositi in facies limoso-ghiaiosa sedimentari quaternari (Qm); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.

## RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

- Complesso Idrogeologico C5: include i depositi quaternari (Qs) di natura prevalentemente sabbiosa, arenacea, calcarenitica e calciruditica; permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C6: costituito dai depositi prevalentemente argillosi pliocenici e quaternari (Pa-Qa-p); permeabilità di tipo primario a grado basso.
- Complesso Idrogeologico C7: raggruppa i depositi in facies prevalentemente sabbioso-ghiaiosa quaternari (Qcs-Qsa); permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C8: racchiude i depositi alluvionali attuali e recenti (a-ar) e fluvio-lacustri (Ql); permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C9: costituito dai termini detritici (dt), dalle conoidi, dai depositi di frana e dai riporti antropici; permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-alto.
- Complesso Idrogeologici C10: che rappresenta l'insieme delle coperture eluvio-colluviali (ec); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.

### 7.3 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 7.4, 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" (Elab.: T01GE01GEOCI01A ÷ T01GE01GEOCI11A);

Il Lotto 1 è caratterizzato da una falda principale ad andamento tabulare che si sviluppa nell'ambito dei depositi carbonatici rappresentati dai complessi idrogeologici litoidi C1-C2; le quote piezometriche variano da un massimo di 600 m s.l.m. rilevate nel tratto iniziale del lotto e si estendono sub parallelamente al tracciato in tutta la Contrada Varino. Le quote decrescono verso l'incisione del Vallone le Coste (pk. 4+550) ove raggiungono, in prossimità del tracciato, la quota di 450 m s.l.m.; i deflussi sono ortogonali agli assi di progetto. In questo tratto la falda emerge in corrispondenza della sorgente Purgatorio.

Superato il vallone le Coste si incontra dapprima uno spartiacque idrogeologico (quota poco superiore a 450 m s.l.m.), che si sviluppa lungo la congiungente tra il rilievo di Monte Raci e Coste Burgio, che delimita i deflussi verso il citato vallone ed i deflussi verso la Piana di Vittoria.

In questo tratto la falda si presenta maggiormente articolata rispetto alla tratta precedente e mostra un deflusso pressoché parallelo al tracciato decrescendo da quota 450 m s.l.m. a quota 300 m s.l.m..

In questo settore la falda presenta una minor soggiacenza rispetto al tratto precedente, infatti nel settore di testata del Torrente Ippari (pk 5+650÷7+700) si rileva la presenza della sorgente Sciannacapurali e di alcuni pozzi idropotabili (PC01-PC02-PC03), che alimentano l'acquedotto del Comune di Vittoria. Poco più a valle (pk 8+200) si incontra la sorgente Cifali, captata dal medesimo comune.

Superata la sorgente Cifali il tracciato si sviluppa nella zona di raccordo tra i rilievi carbonatici e la Piana di Vittoria, in cui predomina il complesso C4 che poggia sul C2, area in cui le isopieze mostrano quote variabili tra 350 e 300 m s.l.m.. La falda è drenata dalle aste torrentizie dell'area di testata del Torrente Ippari.

Proseguendo in tracciato si sviluppa al margine interno della Piana di Vittoria in adiacenza al massiccio carbonatico Ibleo, si riscontra la presenza diffusa dei complessi C4, C7, C9 i quali poggiano sui complessi idrogeologici litoidi C2 e C3.

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

La piezometrica appare fortemente più articolata in funzione dell'azione drenante operata dalle aste torrentizie dei settori di testata dei corsi del T. Para e del T. Sperlinga; la piezometrica oscilla intorno ai 250 – 300 m s.l.m. e si rileva la presenza di uno spartiacque sotterraneo, che mostra direzione est-ovest, ubicato tra i due citati corsi d'acqua in corrispondenza della località "Serra Berreta". La direzione di deflusso idrico sotterraneo è pressoché ortogonale agli assi stradali con diffuse modeste variazioni azimutali legate ai drenaggi operati dai corsi d'acqua.

#### 7.4 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, e dei punti i punti d'acqua denunciati presso i seguenti Enti:

- 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) sempre seguiti da una numerazione progressiva.

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 (Tabella 7-2).

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" (T01GE01GEOCI01÷ T01GE01GEOCI02), contraddistinte dalla relativa quota assoluta.

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-001	RG	Ragusa			620		80	540	
P_RG-002	RG	Ragusa			640		70	570	
P_RG-003	RG	Ragusa			640		70	570	

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-004	RG	Ragusa							
P_RG-005	RG	Ragusa							
P_RG-006	RG	Ragusa			535		104	431	
P_RG-007	RG	Ragusa							
P_RG-008	RG	Ragusa			522		60	462	
P_RG-009	RG	Ragusa			526		49	477	
P_RG-010	RG	Ragusa			535				
P_RG-011	RG	Ragusa			512		60	450	
P_RG-012	RG	Ragusa							
P_RG-013	RG	Ragusa			470		80	390	
P_RG-014	RG	Ragusa			462		24	438	
P_RG-015	RG	Ragusa			491		50	441	
P_RG-016	RG	Ragusa			492	85	42	450	
P_RG-017	RG	Ragusa			497	100	75	422	
P_RG-018	RG	Ragusa			496	70	42	454	
P_RG-019	RG	Ragusa							
P_RG-020	RG	Ragusa			528		60	468	
P_RG-021	RG	Ragusa			457		40	417	
P_RG-022	RG	Ragusa							
P_RG-023	RG	Ragusa			27		60	367	
P_RG-024	RG	Ragusa			405		100	305	
P_RG-025	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-026	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-027	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-028	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-029	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-030	RG	Chiaromonte Gulfi			506		58	448	
P_RG-031	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-032	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-033	RG	Chiaromonte Gulfi			364	80	45	319	
P_RG-034	RG	Chiaromonte Gulfi			377	80	20	357	
P_RG-035	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-036	RG	Chiaromonte Gulfi			351		38	323	
P_RG-037	RG	Chiaromonte Gulfi			361		40	321	
P_RG-038	RG	Chiaromonte Gulfi			360	50	40	320	

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-039	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-040	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-041	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-042	RG	Chiaromonte Gulfi			363		40	323	
P_RG-043	RG	Chiaromonte Gulfi			348		38	310	
P_RG-044	RG	Chiaromonte Gulfi			360		50	310	
P_RG-045	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-046	RG	Chiaromonte Gulfi			341		40	301	
P_RG-047	RG	Chiaromonte Gulfi			350		20	330	
P_RG-048	RG	Chiaromonte Gulfi			325		40	285	
P_RG-049	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-050	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-051	RG	Chiaromonte Gulfi			321		50	271	
P_RG-052	RG	Chiaromonte Gulfi			318		16	302	
P_RG-053	RG	Chiaromonte Gulfi			318		23,5	294,5	
P_RG-054	RG	Chiaromonte Gulfi			318		35	283	
P_RG-055	RG	Chiaromonte Gulfi			322		25	297	
P_RG-056	RG	Chiaromonte Gulfi			323		35	288	
P_RG-057	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-058	RG	Chiaromonte Gulfi			318		55	263	
P_RG-059	RG	Chiaromonte Gulfi			322		25	297	
P_RG-060	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-061	RG	Chiaromonte Gulfi			311		17	294	
P_RG-062	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-063	RG	Chiaromonte Gulfi			328	28	16	312	
P_RG-064	RG	Chiaromonte Gulfi			340	40			
P_RG-065	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-066	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-067	RG	Chiaromonte Gulfi			324				
P_RG-068	RG	Chiaromonte Gulfi			330	100	70	260	

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-069	RG	Chiaromonte Gulfi			325		22	303	
P_RG-070	RG	Chiaromonte Gulfi			324		55	269	
P_RG-071	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-072	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-073	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-074	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-075	RG	Chiaromonte Gulfi			307		9	298	
P_RG-076	RG	Chiaromonte Gulfi			326		11,5	315	
P_RG-077	RG	Chiaromonte Gulfi			326		4	322	
P_RG-078	RG	Chiaromonte Gulfi			328		6	322	
P_RG-079	RG	Chiaromonte Gulfi			329		6,2	323	
P_RG-080	RG	Chiaromonte Gulfi			322		24	298	
P_RG-081	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-082	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-083	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-084	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-085	RG	Chiaromonte Gulfi			325		6	319	
P_RG-086	RG	Chiaromonte Gulfi			324		45	279	
P_RG-087	RG	Chiaromonte Gulfi			321	22	10	311	
P_RG-088	RG	Chiaromonte Gulfi			318		48	270	
P_RG-089	RG	Chiaromonte Gulfi			318		48	270	
P_RG-090	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-091	RG	Chiaromonte Gulfi			318		20	298	
P_RG-092	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-093	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-094	RG	Chiaromonte Gulfi			321		40	281	
P_RG-095	RG	Chiaromonte Gulfi			315	50	35	280	
P_RG-096	RG	Chiaromonte Gulfi			322		28	294	
P_RG-097	RG	Chiaromonte Gulfi			325	60	30	295	
P_RG-098	RG	Chiaromonte Gulfi			332	60	58	280	

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-099	RG	Chiaromonte Gulfi			321				
P_RG-100	RG	Chiaromonte Gulfi			322	60	35	287	
P_RG-101	RG	Chiaromonte Gulfi			332	90	30	302	
P_RG-102	RG	Chiaromonte Gulfi			325	45	29	296	
P_RG-103	RG	Chiaromonte Gulfi			324	55	30	294	
P_RG-104	RG	Chiaromonte Gulfi			329		16	313	
P_RG-105	RG	Chiaromonte Gulfi			324		35	289	
P_RG-106	RG	Chiaromonte Gulfi			324		50	274	
P_RG-107	RG	Chiaromonte Gulfi			324		35	289	
P_RG-108	RG	Chiaromonte Gulfi			338		90	248	
P_RG-109	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-110	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-111	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-112	RG	Chiaromonte Gulfi			360		80	320	
P_RG-113	RG	Chiaromonte Gulfi			362		90	272	
P_RG-114	RG	Chiaromonte Gulfi			344	150	100	244	
P_RG-115	RG	Chiaromonte Gulfi			344	34	24	320	
P_RG-116	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-117	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-118	RG	Chiaromonte Gulfi			341	130	105	236	
P_RG-119	RG	Chiaromonte Gulfi			341	115	80	261	
P_RG-120	RG	Chiaromonte Gulfi			350	140	120	230	
P_RG-121	RG	Chiaromonte Gulfi			358	150	120	238	
P_RG-122	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-123	RG	Chiaromonte Gulfi			323		63	260	
P_RG-124	RG	Chiaromonte Gulfi			310		24	286	
P_RG-125	RG	Chiaromonte Gulfi			321		30	291	
P_RG-126	RG	Chiaromonte Gulfi			324		70	254	
P_RG-127	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-128	RG	Chiaromonte Gulfi			327		37	290	

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-129	RG	Chiaromonte Gulfi			332	100	82	250	
P_RG-130	RG	Chiaromonte Gulfi			315	80	35	280	
P_RG-131	RG	Chiaromonte Gulfi				300			
P_RG-132	RG	Chiaromonte Gulfi				135			
P_RG-133	RG	Chiaromonte Gulfi			348		98	250	
P_RG-134	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-135	RG	Chiaromonte Gulfi			332		70	262	
P_RG-136	RG	Chiaromonte Gulfi			335	100	82	253	
P_RG-137	RG	Chiaromonte Gulfi			354	70	-		
P_RG-138	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-139	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-140	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-141	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-142	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-143	RG	Chiaromonte Gulfi			335		13,5	321,5	
P_RG-144	RG	Chiaromonte Gulfi							
P_RG-145	RG	Chiaromonte Gulfi			325	60	15	310	
P_RG-146	RG	Chiaromonte Gulfi			322	58	45	277	
P_RG-147	RG	Chiaromonte Gulfi			332	45	18	314	
P_RG-148	RG	Chiaromonte Gulfi			333	40	25	308	
P_RG-149	RG	Chiaromonte Gulfi							
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							

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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-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							
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							

Tabella 7-2

## 7.5 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. Sono stati inoltre aggiunti ulteriori n°3 piezometri: SE06, SE07 e SE12, i primi due strumentati con

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

piezometro di Casagrande, il terzo con piezometro a tubo aperto. Tutti i nuovi strumenti sia in fase di installazione, che nelle due misure successive eseguite a metà settembre e nei primi giorni del mese di ottobre 2021 risultano secchi, nella tabella 7-4 sono riportati i dettagli.

Sondaggio	Profondità	Data di installazione	Misura Febbraio 2021
S2	20	22/02/2013	assente
S6Bis	20	22/02/2013	Non trovato
S07	20	29/01/2013	assente
S10	20	12/01/2013	assente
S13	30	07/02/2013	Non trovato
S14	30	16/12/2012	Non trovato
S18	15	14/02/2013	5,77
S21	20	14/01/2013	Non trovato
S22	30	04/02/2013	assente
S24	20	23/02/2013	assente
S29	30	01/02/2013	assente
S31	20	15/02/2013	Non trovato
S32	20	21/02/2013	Cementato
S35	15	23/02/2013	Non Accessibile
S37	20	11/01/2013	Non trovato
S39	15	10/01/2013	Non trovato
S42	20	15/02/2013	assente
S43	20	21/01/2013	assente
S46	20	09/01/2013	Non trovato
S48	35	14/01/2013	Demolito
S49	20	15/02/2013	Assente
S53	35	27/01/2013	demolito
S54	20	26/02/2013	assente
S56	20	27/02/2013	Non trovato
S60	35	01/03/2013	28,06
S61	20	03/03/2013	6,24
S64	20	12/12/2012	assente
S65	30	14/12/2012	Non trovato

Tabella 7-3 misure piezometriche mese di febbraio

Sondaggio	Profondità	Data di installazione	Misura 17 settembre	Misura 4/5 ottobre
SE06	20	12/07/21	assente	assente

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Sondaggio	Profondità	Data di installazione	Misura 17 settembre	Misura 4/5 ottobre
SE07	30	08/07/21	assente	assente
SE12	30	28/06/21	assente	assente

Tabella 7-4 misure piezometriche degli strumenti installati nel 2021

## 8 INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE

Nel corso delle campagne di indagine sono state effettuate 23 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 [-]
1a	3	9.13	124.38	0.073
5	3	24.67	NR	-
10	3	8.20	1492.50	0.005
21	1.9	2985.00	1492.50	2.000
39	2	9.79	NR	-
42	1.5	5.96	149.25	0.040
55a	3	8.91	NR	-
55b	2.3	11.57	229.62	0.050
57	3.5	10.78	102.931	0.105
60	3	20.45	NR	-
62	3	12.04	NR	-
65	2.2	26.42	597.00	0.044
67	2.2	13.57	NR	-
69	3.5	7.96	331.67	0.024
71	3.5	8.00	151.11	0.053
PE-15_AG	0.5	24.6	50.8	0.48
PE-17_AG	0.5	19.4	40	0.48
PE46_G	0.3	50.8	600	0.08
PE47_AG	0.3	14.4	176.5	0.08
PE53_AG(*)	0.3	11.5	187.5	0.06
PE60_AG(*)	0.5	30.3	61.2	0.49
PE67_AG	0.3	33	333.3	0.1
PE-69_AG	0.5	21.6	142.9	0.15

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.. Inoltre 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)
0.0	0+200	0.5	0.2	0.3

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore coltre vegetale (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)
0+200	0+606	0.5	0.2	0.3
0+606	1+453	0.5	0.2	0.3
1+453	1+756	0.5	0.2	0.3
1+756	2+876	0.5	0.2	0.3
2+876	3+006	0.3	0.2	0.1
3+006	3+126	0.4	0.2	0.2
3+126	3+256	0.2	0.2	-
3+256	3+376	0.4	0.2	0.2
3+376	3+706	0.3	0.2	0.1
3+706	4+006	0.2	0.2	-
4+006	4+106	0.2	0.2	-
4+106	4+676	0.2	0.2	-
4+676	5+076	0.2	0.2	-
5+076	5+556	0.3	0.2	0.1
5+556	6+021	0.3	0.2	0.1
6+021	6+166	0.4	0.2	0.2
6+166	6+506	0.5	0.2	0.3
6+506	6+656	0.5	0.2	0.3
6+656	6+706	0.5	0.2	0.3
6+706	6+828	0.5	0.2	0.3
6+828	7+036	0.4	0.2	0.2
7+036	7+206	0.5	0.2	0.3
7+206	7+804	0.3	0.2	0.1
7+804	7+902	0.3	0.2	0.1
7+902	8+351	0.4	0.2	0.2
8+351	8+731	0.3	0.2	0.1
8+731	8+821	0.5	0.2	0.3
8+821	9+101	0.4	0.2	0.2
9+101	9+251	0.5	0.2	0.3
9+251	9+501	0.5	0.2	0.3
9+501	9+781	0.5	0.2	0.3
9+781	10+471	0.8	0.2	0.6
10+471	10+961	1.0	0.2	0.8
10+961	11+161	0.3	0.2	0.1
11+161	11+361	0.9	0.2	0.7
11+361	11+531	0.9	0.2	0.7
11+531	11+881	0.3	0.2	0.1
11+881	12+625	0.4	0.2	0.2
12+625	12+741	0.4	0.2	0.2

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore coltre vegetale (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)
12+741	12+791	0.4	0.2	0.2
12+791	12+881	0.4	0.2	0.2
12+881	13+531	0.5	0.2	0.3
13+531	13+726	0.8	0.2	0.6
13+726	14+176	0.7	0.2	0.5
14+176	14+551	0.7	0.2	0.5
14+551	14+781	0.5	0.2	0.3
14+781	15+101	0.2	0.2	-
15+101	15+441	0.6	0.2	0.4
15+441	15+526	0.6	0.2	0.4
15+526	15+681	0.6	0.2	0.4
15+681	15+761	0.6	0.2	0.4
15+761	15+781	0.7	0.2	0.5
15+781	15+886	1.2	0.2	1.0
15+886	16+031	0.7	0.2	0.5
16+031	16+221	1.2	0.2	1.0
16+221	16+641	1.2	0.2	1.0
16+641	17+201	0.8	0.2	0.6
17+201	17+881	1.0	0.2	0.8
17+881	17+911	1.1	0.2	0.9

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.

	Prog.Iniz.	Prog. Fin.	Spessore coltre vegetale (m)	Scotico (0,2 m)	Bonifica (m)
SV01			0.4	0.2	0.2
SV02 - Rampa 1	21.0	106.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 3	0.0	92.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rot 01	0.0	107.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 2	25.0	227.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 4	0.0	235.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 5	26.0	143.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 6	0.0	104.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rampa 7	0.0	60.0	0.8	0.2	0.6
SV02 - Rot 02	0.0	138.0	0.8	0.2	0.6

Tabella 8-3 Indicazioni progettuali bonifiche viabilità secondarie e 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 Ragusa 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
Ragusa	2	2	X
Chiaromonte Gulfi	2	2	X

Tabella 9-1 Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

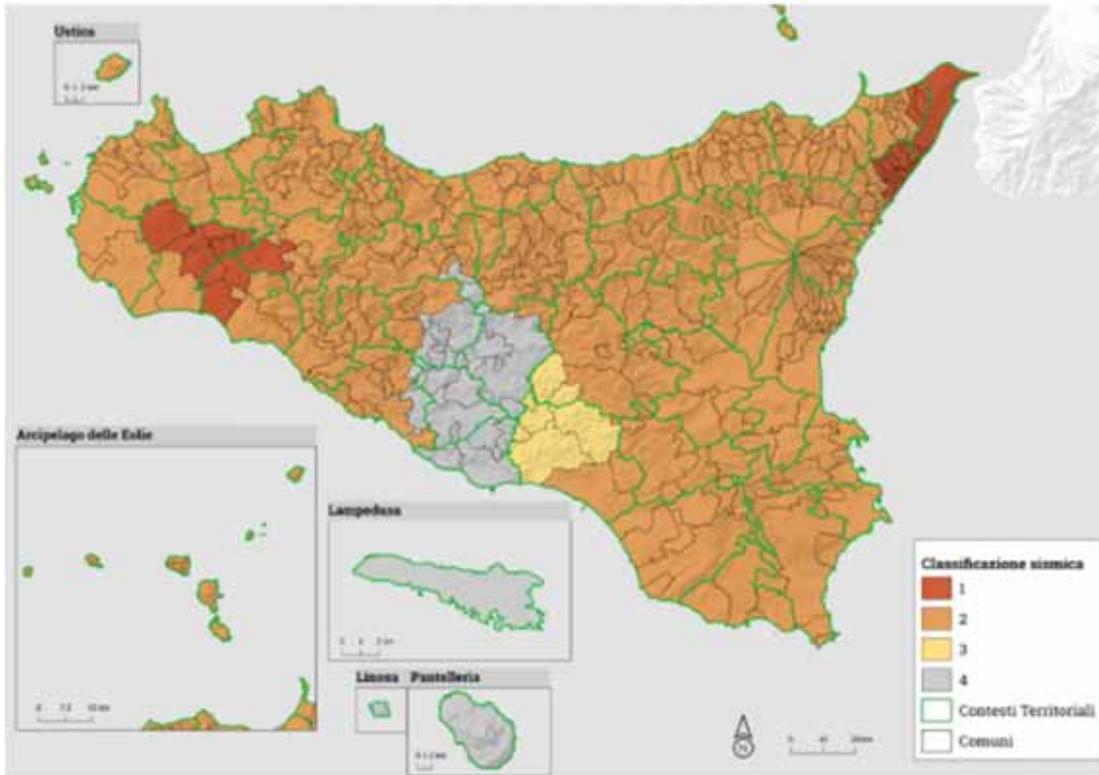


Figura 9.1 Classificazione sismica della Regione Sicilia secondo la Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003

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 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

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

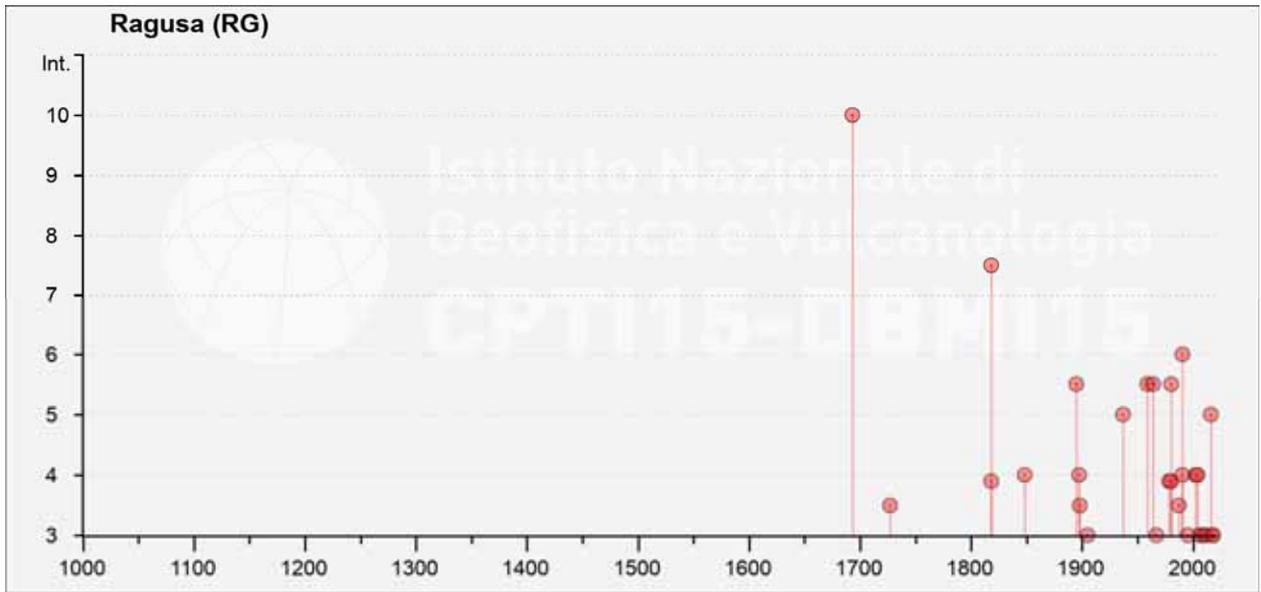
Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

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

Seismic history of	Ragusa
PlaceID	IT_68019
Coordinates (lat, lon)	36.926, 14.729
Municipality (ISTAT 20	Ragusa
Province	Ragusa
Region	Sicilia
No. of reported earthq	36

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
NC	1542	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale		10	6,68	0,24
10	1693	1	11	13	30		Sicilia sud-orientale		11	7,32	0,1
3-4	1727	1	7				Val di Noto		6-7	4,64	0,26
F	1818	2	20	18	15		Catanese		9-10	6,28	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
4	1897	2	11	23	33	7	Ionio meridionale		5	5,03	0,18
NF	1898	8	12				Sicilia nord-orientale		6-7	4,82	0,17
3-4	1898	11	3	5	59		Calatino		5-6	4,51	0,21
NF	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	1937	3	6	1	56		Monti Iblei		5	4,49	0,35
5-6	1959	12	23	9	29		Piana di Catania		6-7	5,11	0,15
5-6	1964	5	2	11	32		Monti Iblei		5	4,2	0,34
3	1967	10	31	21	8	7	Monti Nebrodi		8	5,33	0,14
F	1978	4	15	23	33	48,15	Golfo di Patti	17,9	8	6,03	0,1
5-6	1980	1	23	21			Monti Iblei		5-6	4,39	0,1
F	1980	5	28	19	51	20,04	Tirreno meridionale	18,9	5-6	5,66	0,1
3-4	1987	2	2	16	8	44,2	Sicilia centro-orientale	13,5		4,44	0,14
2-3	1987	8	13	7	22	9,91	Etna - Maletto		6	4,75	0,1
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
2-3	1990	12	16	13	50	28,68	Ionio meridionale	23,2		4,38	0,16
3	1995	2	10	8	15	45	Etna - Versante occidentale	10,4	5	4,31	0,37
2	2000	11	5	17	26	27,04	Etna - Versante meridionale	13,1	5-6	3,85	0,35
4	2002	9	6	1	21	27,25	Tirreno meridionale	9,6	6	5,92	0,07
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
3	2006	4	23	14	42	38,19	Siracusano	23,9	4	4,05	0,13
NF	2006	12	19	14	58	5,94	Etna - Versante nord-occidentale	23,6	6	4,19	0,07
3	2009	12	19	9	1	14,58	Etna - Maletto	31,8	6	4,39	0,07
3	2012	6	27	1	14	20,24	Monti Iblei	5	5	3,9	0,13
5	2016	2	8	15	35	43,39	Monti Iblei	7,4	5-6	4,44	0,07
3	2018	10	6	0	34	19	Etna - Versante sud-occidentale	6	7-8	4,72	0,07
3	2018	12	26	2	19	14	Etna - Fleri	-0,3	8	5,02	0,07

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

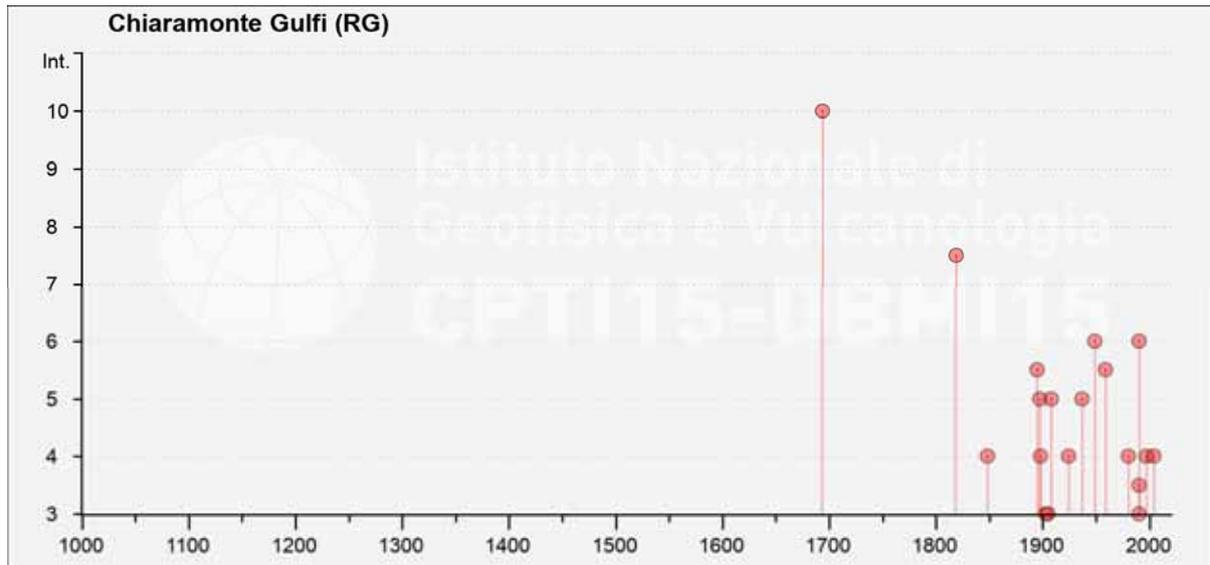


RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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 – LOTTO1



Di seguito si riporta una tabella con le massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Ragusa 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 Ragusa e per il comune di Chiaromonte Gulfi 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

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

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

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

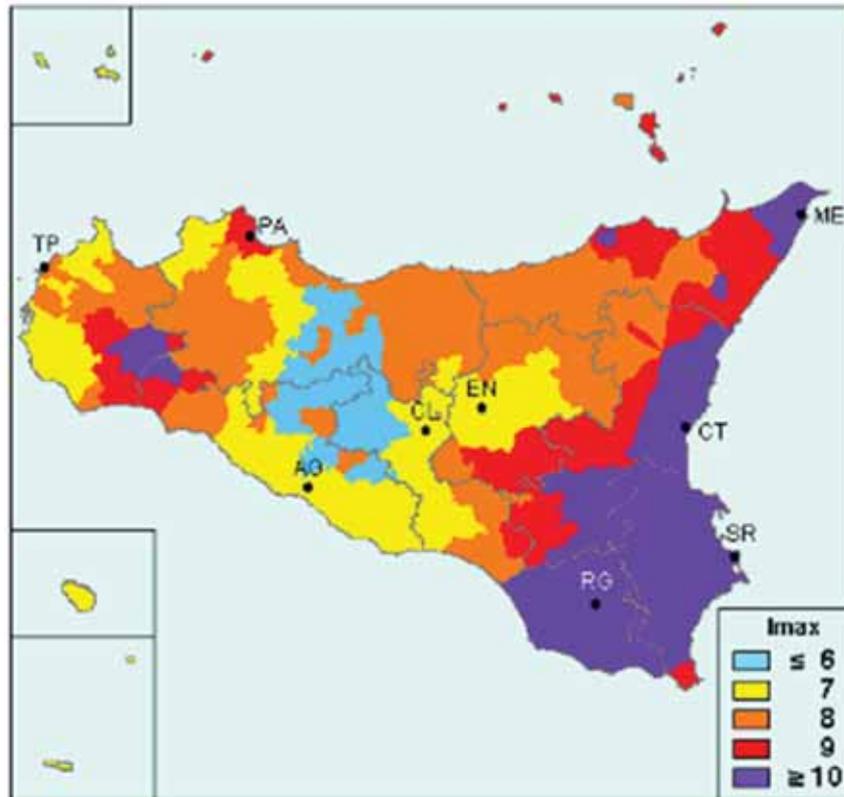


Figura 9.2 Massime Intensità Macrosismiche osservate nella Regione Sicilia (Carta elaborata da D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise per conto del Dipartimento della Protezione Civile – Aprile 1996)

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 Ragusa. 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 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

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

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 massima (Md) e da un valore di profondità efficace.

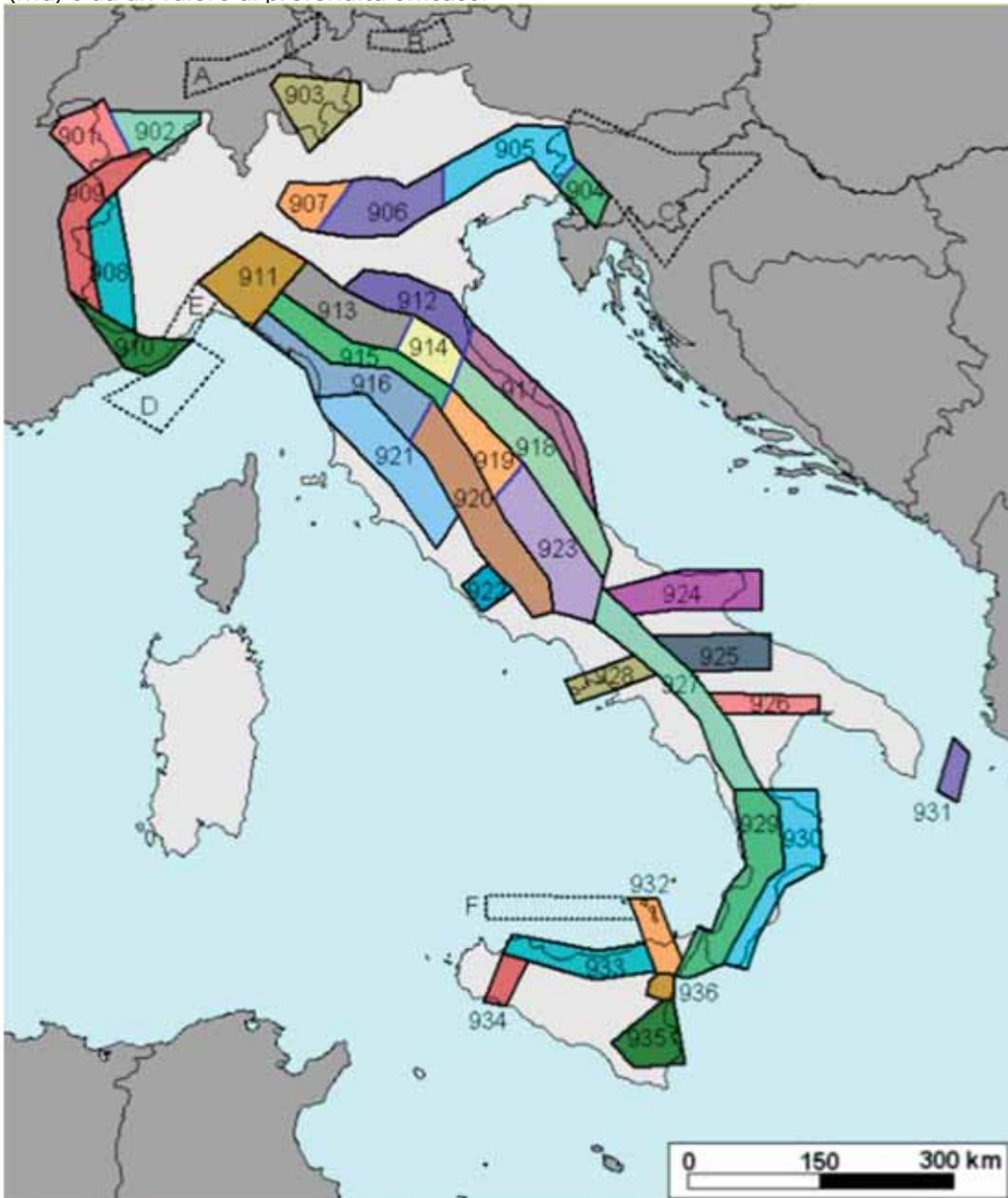


Figura 9.3 Zonazione sismogenetica Z29 del territorio italiano

MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

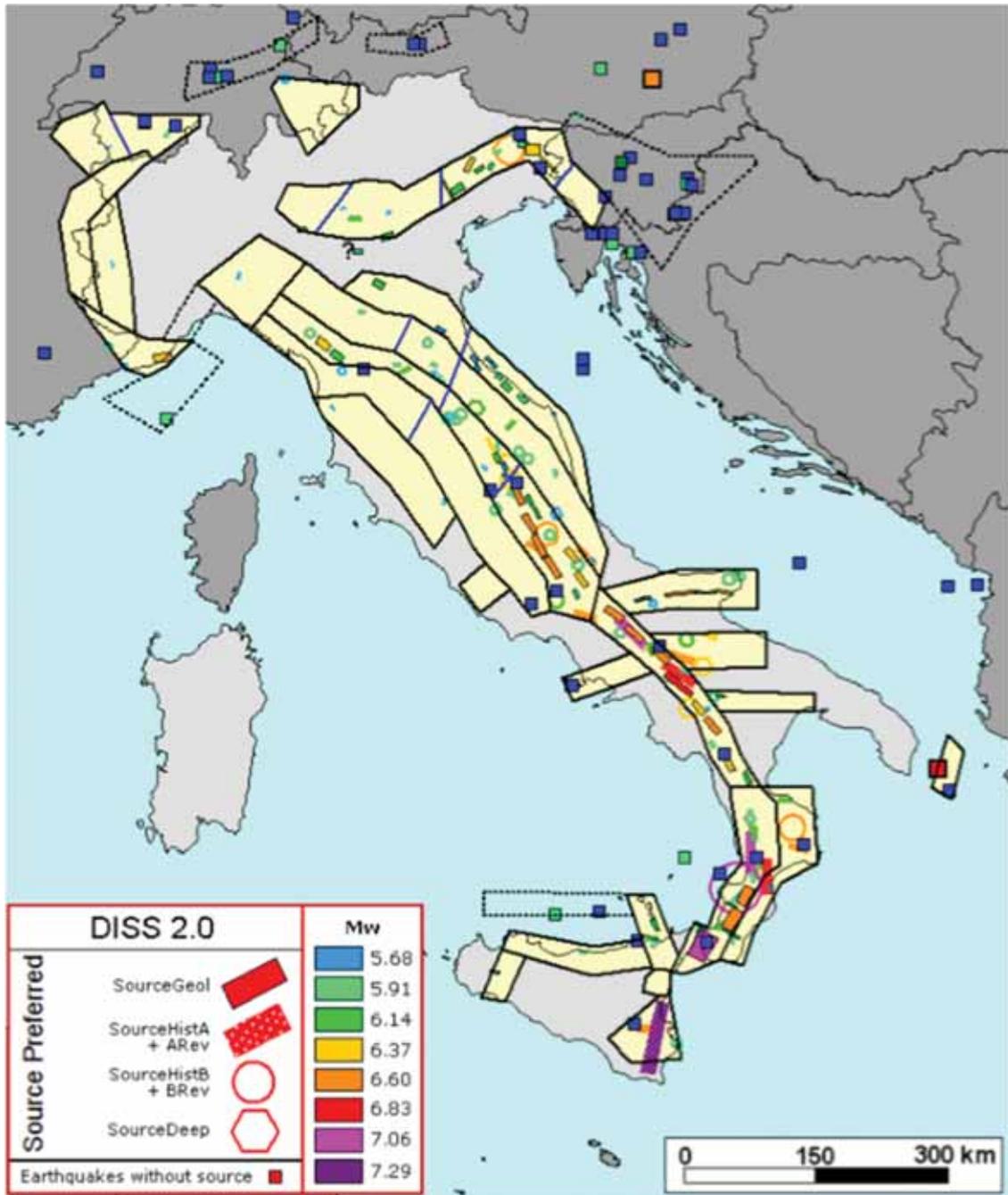


Figura 9.4 Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti 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 – LOTTO1

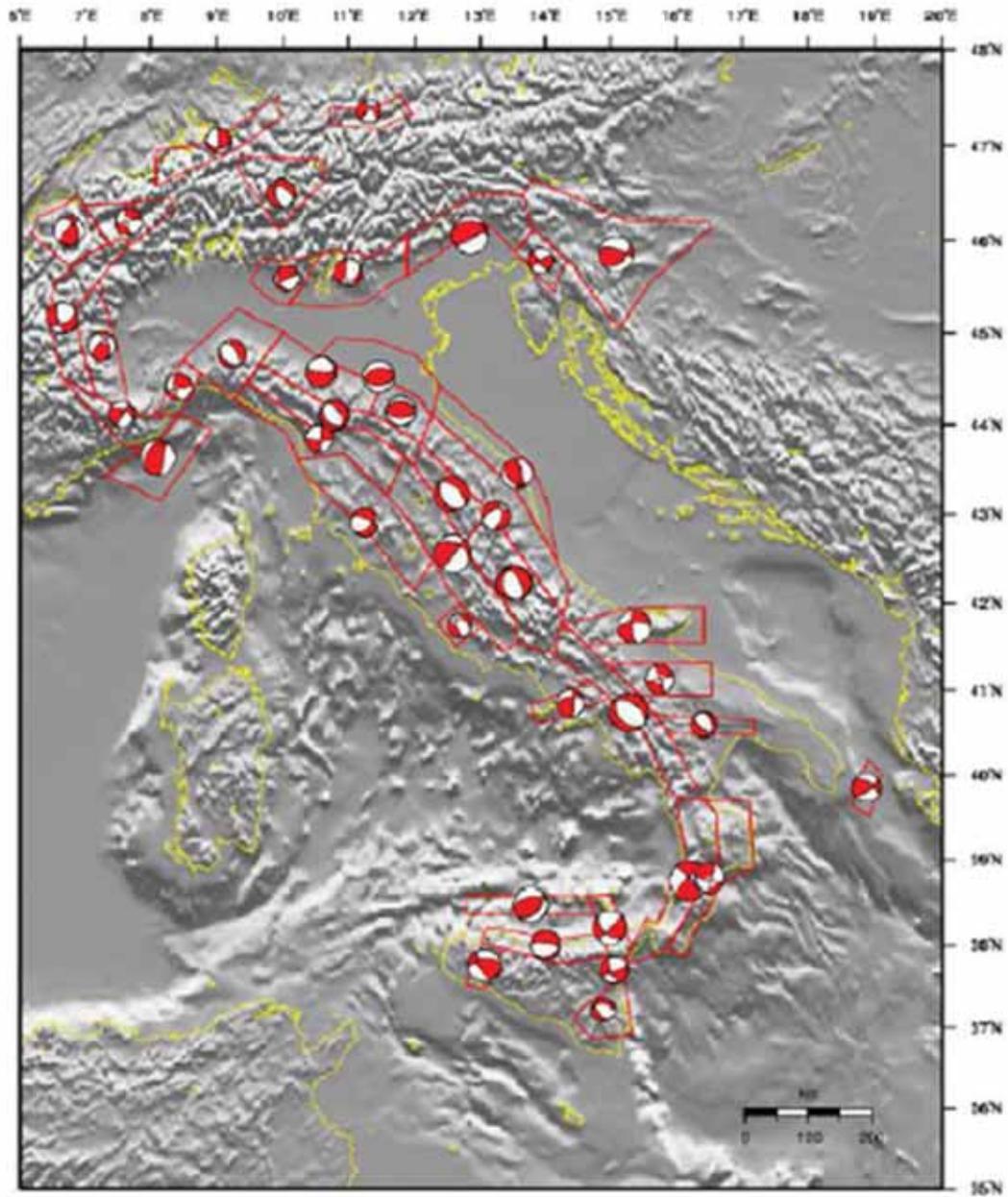


Figura 9.5 Meccanismi focali medi calcolati per tutte le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone

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.

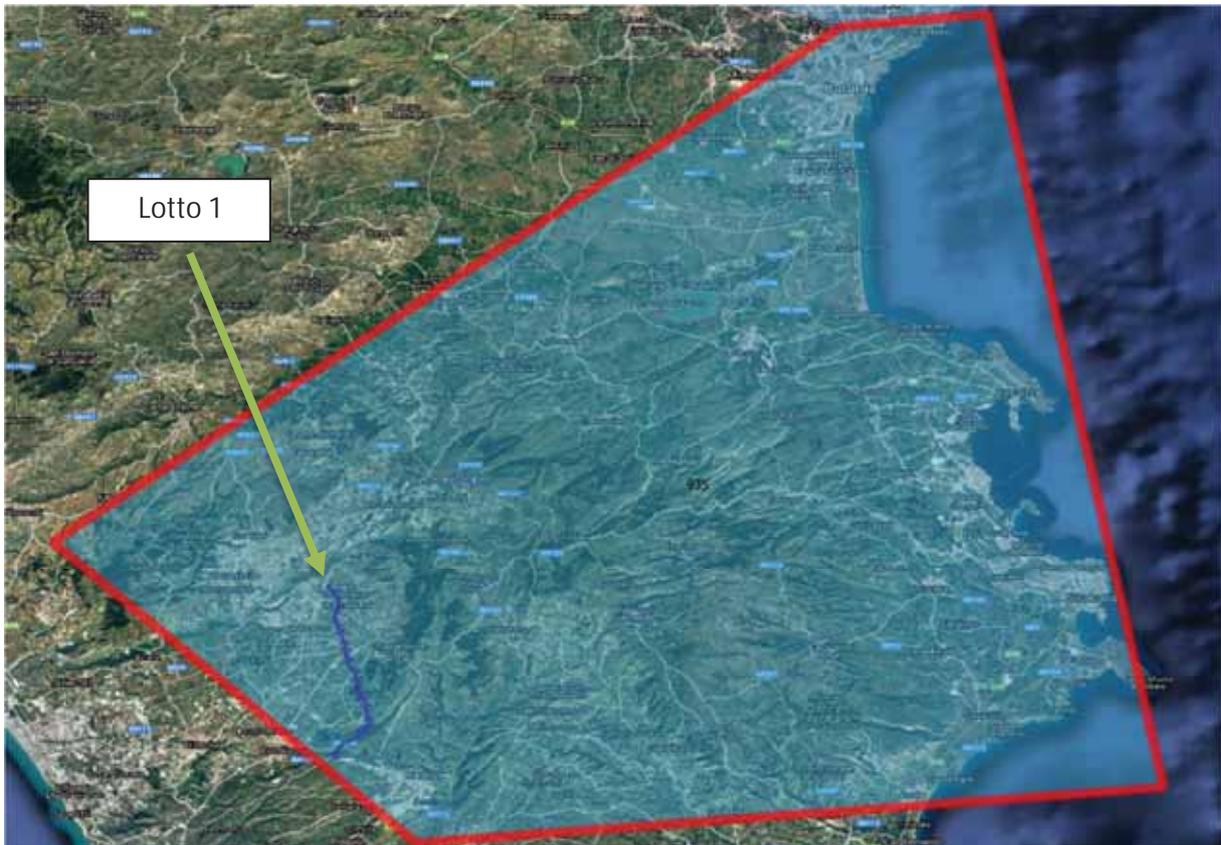


Figura 9.6 Zonazione sismogenetica ZS9 – Zona sismogenetica 935

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.

Poco più a sud il database DISS (Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3.1.1) dell'INGV (INGV, 2015; Basili et al., 2008) individua un altro sistema faglia, considerato attivo dal catalogo, con il nome di ITCS017 Scicli – Giarratana, ed associata a moderata pericolosità, con rilascio di energia massima intorno a M 5.5. Tuttavia, l'aspetto importante tettonico della Faglia di Scicli-Ragusa è che essa interseca depositi carbonatici fino al Miocene superiore e depositi vulcanici datati fino al Pleistocene (Pellegrino et al., 2016).

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

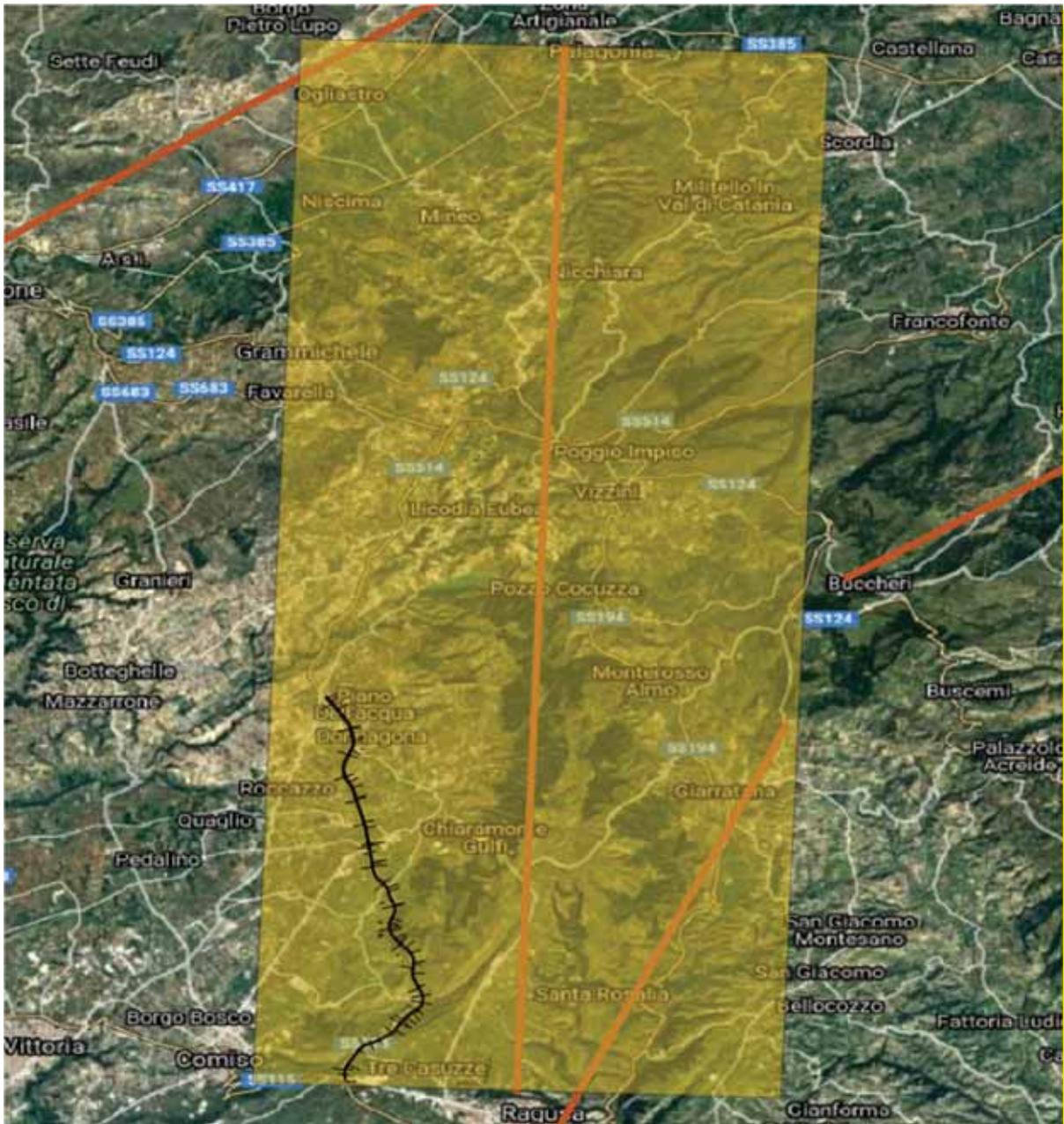


Figura 9.7 Struttura sismogenetica ITCS035 Ragusa Palagonia (DISS 3.2.1)

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1



Figura 9.8 Struttura sismogenetica ITCS017 Scicli Giarratana

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:

- la faglia normale "Comiso" - ID 541, ubicata parte meridionale del tracciato, caratterizzata da una direzione media di N230°, con immersione WNW, una lunghezza di circa 31.1km;

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

- la faglia normale "Lago Dirillo" – ID 1357, ubicata nel settore nord nella parte terminale del tracciato, caratterizzata da una direzione media di N225°, una lunghezza di circa 23.1km

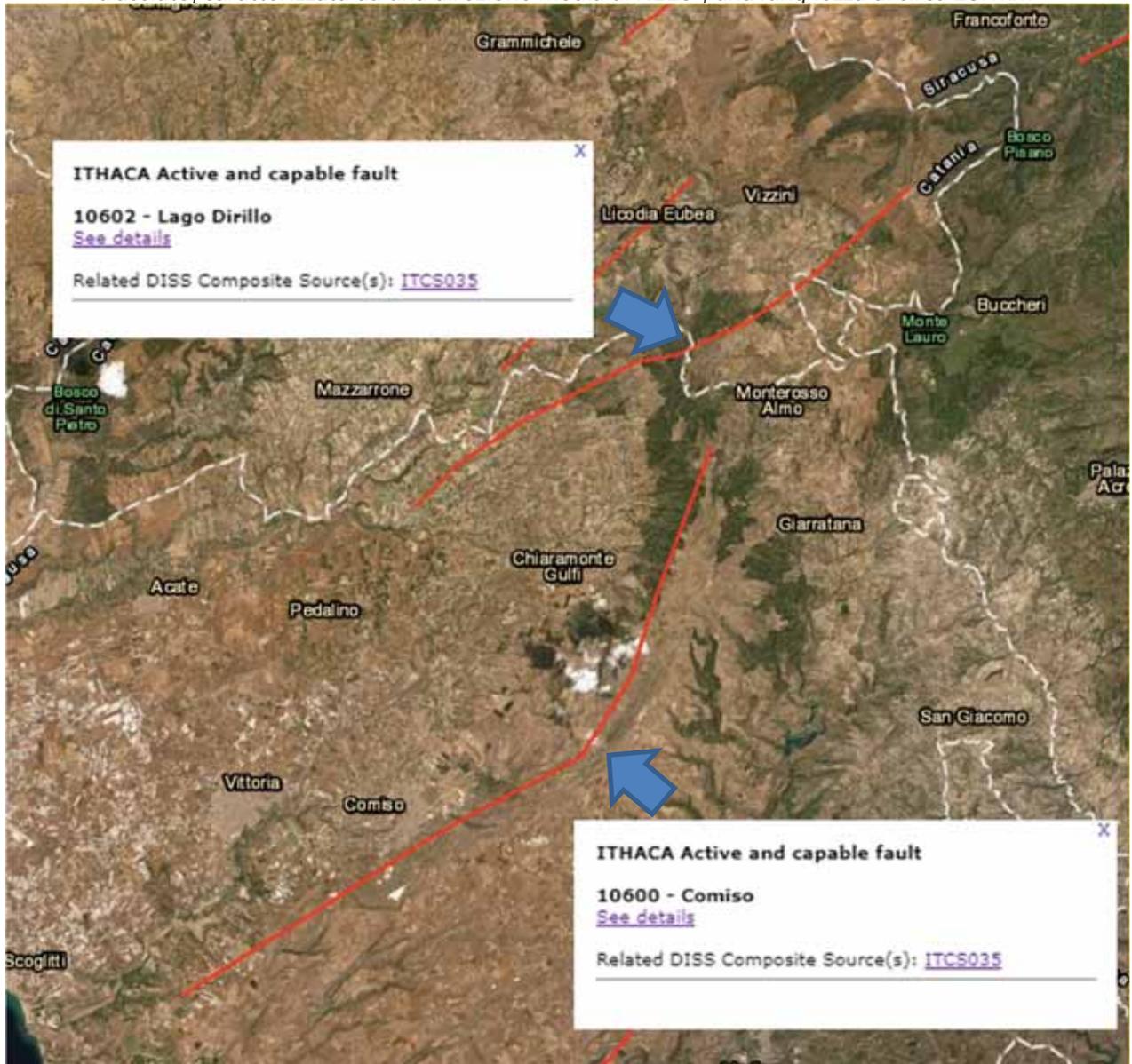


Figura 9.9 Faglie capaci che intersecano il Progetto - ITHACA (ITaly Hazard from Capable faulting) Version December 2019.)

Dal rilievo geologico di dettaglio e da approfondimenti bibliografici la faglia di Comiso risulterebbe avere una componente, oltre che estensionale, anche trascorrente destra, nell'area la direzione è circa N230° con immersione WNW, essa è ubicata esattamente sul margine occidentale del Plateau Ibleo a monte della spalla 1 del Viadotto Vallone delle Coste.

La faglia di Dirillo, che i dati bibliografici indicano come una faglia diretta direzione di immersione incerta, intercetta il progetto in un settore in cui si prevede la realizzazione di modeste trincee e rilevati.

## 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 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).

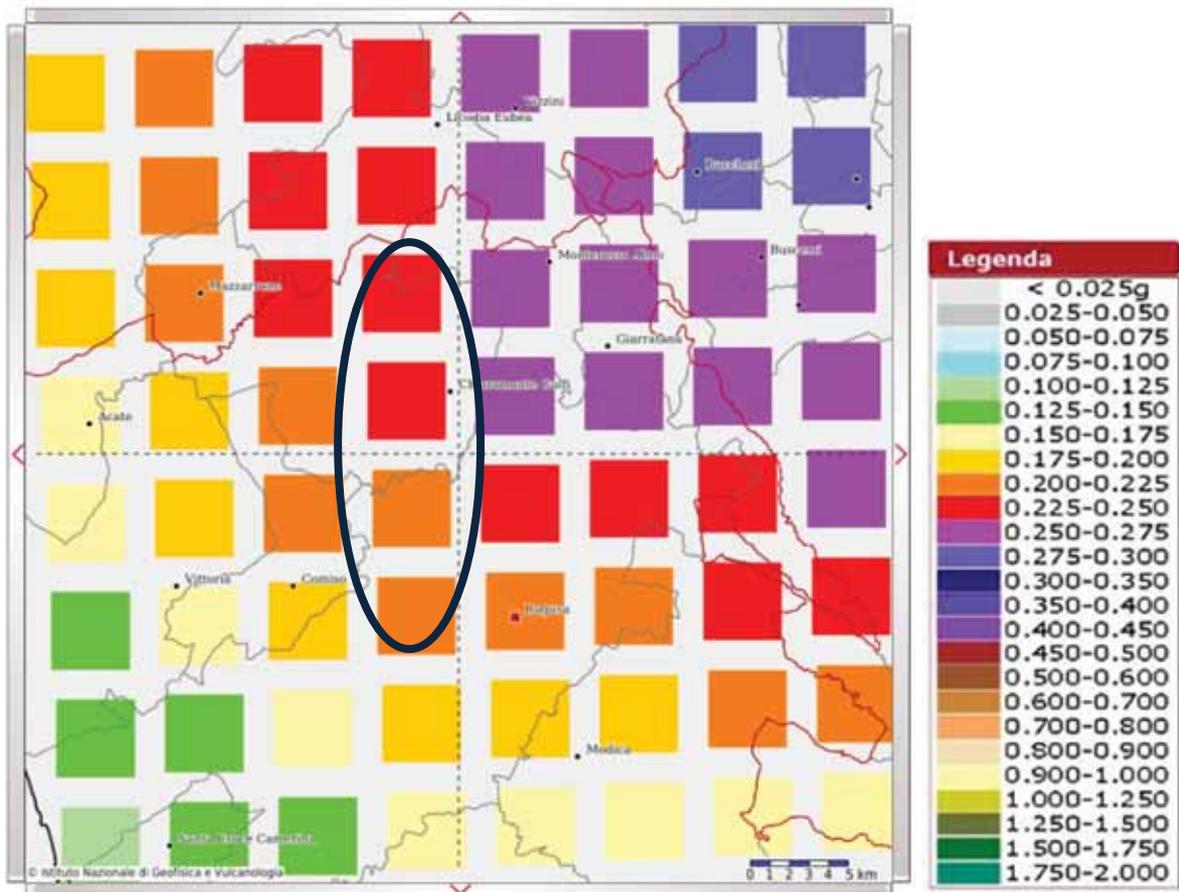


Figura 9.10 Carta della pericolosità sismica nell'area compresa fra i comuni di Francofonte, Lentini e Carlentini. Il parametro rappresentato è la PGA (picco di accelerazione del suolo atteso con il 10% di probabilità in 50 anni) ; INGV 2006

Dall'analisi della "Mappa interattiva della pericolosità sismica" del territorio nazionale, edita dall'INGV, si evince, per il territorio comunale di Ragusa e Chiaromonte Gulfi una probabilità pari al 10% di

---

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

raggiungimento o superamento di un'accelerazione di picco compresa tra 0.200 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, 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 (T01GE03GEORE01).

## 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 IL VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE

Questa porzione di tracciato si sviluppa su una morfologia di versante, relativa ai rilievi dei Monti Iblei a nord ovest di Ragusa, all'interno dei bacini idrografici afferenti al F. Ippari. In tale tratta il tracciato cammina sul versante dei rilievi, tra le quote di circa 637 metri s.l.m (pk 0+000) e 516 metri s.l.m. (pk 4+000) e in pendenza quindi verso Catania, sviluppando tratti a raso, in rilevato e in trincea. Si raggiunge il Vallone delle Coste ove si imposta il Viadotto Vallone delle Coste (pk 4+362). Il tracciato interessa le litologie Oligoceniche e Mioceniche della Formazione Ragusa (Membro Irminio mediano (Mcm), Membro Irminio inferiore (Mc), Membro Leonardo (Ocm) e alcuni terreni quaternari (depositi eluvio colluviali (ec), coltri detritiche (dt), conoidi di detrito e i contatti litologici sono di tipo tettonico, stratigrafico ed erosivo.

Dalla pk 0+000 alla pk 0+190 l'intervento si sviluppa sul rilevato stradale già esistente, che si appoggia sui terreni calcarenitici e marnosi del Membro Irminio mediano (Mcm). Il tracciato prosegue poi in trincea, dalla pk 0+190 alla pk 0+660 circa, sempre all'interno della stessa formazione incontrando superficialmente, dalla pk 0+380 alla pk 0+580, un limitato spessore di depositi eluvio-colluviali (ec).

Dopo un piccolo tratto in rilevato, il tracciato ritorna in trincea dalla pk 0+800 nel Membro Irminio mediano (Mcm) e intercetta due faglie distensive, alle pk 0+900 e pk 1+240 circa, che mettono in contatto rispettivamente i terreni del Membro Irminio mediano con quelli più biocalcarenitici del Membro Irminio inferiore (Mc) e, poi, viceversa.

La trincea prosegue nel Membro Irminio mediano (Mcm) fino alla progressiva pk 1+760 circa dove intercetta una faglia sub-verticale, con area cataclasata nell'intorno, che mette in contatto il Membro Irminio mediano (Mcm) con quello inferiore (Mc).

Dalla pk 1+760 alla pk 1+940 il tracciato passa in rilevato sui terreni del Membro Irminio inferiore (Mc) e proseguendo si sviluppa sul rilevato stradale esistente fino alla pk 2+810, al di sotto del quale vi è un rilevante spessore di depositi di conoidi. Superata una piccola incisione ancora nelle conoidi di detrito, che si incontrano fino alla pk 2+880 circa, il tracciato riprende sul rilevato stradale esistente che poggia sui termini litologici del Membro Irminio inferiore (Mc).

Dalla pk 2+880 alla pk 3+400 circa il tracciato torna in trincea sviluppandosi dapprima nei terreni del Membro Irminio inferiore (Mc), a tratti mascherati da depositi detritici, passando, alla pk 3+040 a causa di una presunta faglia sub-verticale, nei terreni calcisiltitici, marnosi e calcareo marnosi del Membro Leonardo (Ocm).

Dalla pk 3+400 circa alla pk 3+850 circa il tracciato torna sul rilevato stradale esistente a cui segue una piccola trincea in asse sinistro, tra la pk 3+850 e la pk 3+950, in cui i terreni sottostanti ed attraversati appartengono al Membro Leonardo (Ocm), e che si rinviene ancora sul bordo interno del versante della valle fino alla faglia diretta posta alla pk 4+030 circa. Segue la valle del Vallone delle Coste, impostata in un'area tettonicamente ribassata da faglie dirette, occupata da terreni detritici (dt) ed alluvionali (a-ar) che poggiano sul Membro Irminio inferiore (Mc) anche affiorante, in parte, sui versanti. In questa tratta è realizzato il rilevato di approccio al successivo Viadotto Vallone delle Coste (pk 4+364).

Sul tracciato descritto sono stati eseguiti i seguenti sondaggi:

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

- P.P.: S32, S31, S30;
- P.D.: S01, S2p, S5d, S6, S6bis, S7p, S8i, S10p, S11d.

## 10.2 VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE

Il viadotto attraversa l'incisione del corso d'acqua del Vallone delle Coste, e di un suo affluente, in un tratto caratterizzato da versanti con pendenze non molto elevate. Il versante sud degrada da una quota di circa 516 metri s.l.m. fino a fondo valle posto a 469 metri s.l.m. mentre il versante nord risale fino alla quota di circa 494 metri s.l.m. La valle è tettonicamente ribassata da faglie dirette nei termini dei membri della Formazione Ragusa, ove si rinviene una circolazione idrica alla profondità di circa 27.48 e 24.20 metri dai b.f. (rispettivamente nei sondaggi del P.D. S13p e S14p, letture marzo 2013). Le litologie incontrate sono i terreni quaternari (depositi fluviali terrazzati (ar), coltri detritiche (dt), depositi alluvionali (a)) e i termini della Formazione Ragusa (Membro Irminio mediano (Mcm), Membro Irminio inferiore (Mc), Membro Leonardo (Ocm)) e i contatti litologici sono di tipo tettonico, stratigrafico ed erosivo.

Carr. DX.	Carr. SX.
Inizio pk 4+364 - Fine pk 4+657	Inizio pk 4+364 - Fine pk 4+652
<p><i>Zona spalla sud, 4+364:</i> la spalla fonda sui termini del Membro Irminio inferiore (Mc) che è in contatto tettonico (diretto e con pendenza verso valle), con il sottostante Membro Leonardo (Ocm). E' presente il sondaggio del P.D. S12d.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+364 alla pk 4+425:</i> si rinvengono i termini del Membro Irminio inferiore (Mc). Sono presenti i sondaggi del P.D. S13p, con il livello della falda alla profondità di circa 27.48 metri dal b.f., e del P.P. 29p.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+425 alla pk 4+575:</i> al di sotto di una limitata coltre detritica (dt) e dei depositi alluvionali (a) di non elevato spessore che si chiudono alla pk 4+580, si passa ai sottostanti termini litologici del Membro Irminio inferiore (Mc). Sono presenti i sondaggi del P.D. S14p con il livello della falda alla profondità di circa 24.20 metri dal b.f. e del P.P. 29bis p.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+575 alla pk 4+652:</i> si rinvengono i termini del Membro Irminio inferiore (Mc) e, inferiormente ed in contatto stratigrafico, i termini litologici del Membro Leonardo (Ocm).</p>	<p><i>Zona spalla sud, 4+364:</i> la spalla fonda sui termini del Membro Irminio inferiore (Mc) che è in contatto tettonico (diretto e con pendenza verso valle), con il sottostante Membro Leonardo (Ocm). E' presente il sondaggio del P.D. S12d.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+364 alla pk 4+425:</i> si rinvengono i termini del Membro Irminio inferiore (Mc). Sono presenti i sondaggi del P.D. S13p, con il livello della falda alla profondità di circa 27.48 metri dal b.f., e del P.P. 29p.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+425 alla pk 4+575:</i> al di sotto di una limitata coltre detritica (dt) e dei depositi alluvionali (a) di non elevato spessore che si chiudono alla pk 4+580, si passa ai sottostanti termini litologici del Membro Irminio inferiore (Mc). Sono presenti i sondaggi del P.D. S14p con il livello della falda alla profondità di circa 24.20 metri dal b.f. e del P.P. 29bis p.</p> <p><i>Zona delle pile, dalla pk 4+575 alla pk 4+652:</i> si rinvengono i termini del Membro Irminio inferiore (Mc) e, inferiormente ed in contatto stratigrafico, i termini litologici del Membro Leonardo (Ocm).</p>

RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

<p><i>Zona spalla nord, pk 4+657:</i> si sviluppa nei terreni del Membro Irminio inferiore (Mc), e, inferiormente in contatto stratigrafico, i termini litologici del Membro Leonardo (Ocm). Questi termini sono fagliati alla pk 4+670 (faglia diretta con pendenza verso valle) con area cataclasata nell'intorno. La faglia mette in contatto tettonico laterale i due membri della Formazione Ragusa.</p>	<p><i>Zona spalla nord, pk 4+652:</i> si sviluppa nei terreni del Membro Irminio inferiore (Mc), e, inferiormente in contatto stratigrafico, i termini litologici del Membro Leonardo (Ocm). Questi termini sono fagliati alla pk 4+670 (faglia diretta con pendenza verso valle) con area cataclasata nell'intorno. La faglia mette in contatto tettonico laterale i due membri della Formazione Ragusa.</p>
---	---

**10.3 TRATTA COMPRESA TRA IL VIADOTTO VALLONE DELLE COSTE E LA PK 7+800**

Questa porzione di tracciato procede sui versanti collinari tra le quote di circa 494 metri s.l.m (pk 4+650) e 365 metri s.l.m. (pk 7+800), per lo più in discesa verso Catania, sviluppando alcuni tratti in trincea ed in rilevato, ed intercettando alcuni corsi d'acqua minori senza nome. I termini quaternari incontrati (depositi palustri (P), coltre detritica (dt)) poggiano sulle litologie della Formazione Ragusa (Membro Irminio mediano (Mcm), Membro Leonardo (Ocm)) e i contatti litologici sono di tipo tettonico, stratigrafico ed erosivo.

Il tracciato si sviluppa in trincea incontrando i termini litologici del Membro Irminio inferiore (Mc) che si rinvencono fino alla pk 5+080 circa. Inferiormente è stato individuato in continuità stratigrafica il Membro Leonardo (Ocm). Procedendo dalla pk 5+080 alla pk 5+600 circa si incontrano i depositi palustri (P), in parte coperti dal rilevato stradale esistente. Questi depositi poggiano su una superficie erosiva dapprima sul Membro Irminio inferiore (Mc), fino alla pk 5+130 circa, e, proseguendo, sul sottostante Membro Leonardo (Ocm). Il tracciato avanza in questi ultimi terreni (Ocm), ove si rinviene una falda alla profondità di circa 5.70 metri dal b.f. (sondaggio P.D. S18p, lettura marzo 2013). Questi terreni sono in parte coperti dal rilevato stradale esistente (dalla pk 5+590 alla pk 5+715), fino a raggiungere una discontinuità tettonica distensiva sub-verticale alla pk 6+030 che mette in contatto il Membro Leonardo (Ocm) con il Membro Irminio mediano (Mcm) ed il sottostante Membro Irminio inferiore (Mc). La zona nell'intorno della faglia risulta essere cataclasata (per circa un centinaio di metri).

Dopo la faglia, il tracciato procede sul rilevato stradale esistente (dalla pk 6+030 alla pk 6+170) che poggia dapprima sul Membro Irminio mediano (Mcm), fino alla pk 6+100, ed in contatto stratigrafico con il sottostante Membro Irminio inferiore (Mc), e poi sui terreni del Membro Irminio inferiore (Mc), fino alla pk 6+170.

In questo settore la falda presenta una minor soggiacenza rispetto al tratto precedente, infatti nel settore di testata del Torrente Ippari (pk 5+700÷7+700), in corrispondenza dell'asse di tracciato, si rileva la presenza della sorgente Sciannacapurali e di alcuni pozzi idropotabili (PC01-PC02-PC03), che alimentano l'acquedotto del Comune di Vittoria. Poco più a valle (pk 8+200) si incontra la sorgente Cifali, captata dal medesimo comune. In questa tratta il progetto prevede un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma tale da garantirne il totale allontanamento dalle aree di salvaguardia dei pozzi e delle sorgenti ad uso idropotabile come peraltro richiesto dalle prescrizioni e raccomandazioni CIPE.

Il tracciato entra in trincea (dalla pk 6+170 alla pk 6+520) attraversando dapprima i terreni del Membro Irminio mediano (Mcm), dalla pk 6+170 alla pk 6+200, e poi si sviluppa nel Membro Irminio inferiore (Mc) fino alla pk 6+515. Prima dell'uscita dalla trincea il tracciato attraversa, e poi si appoggia, ad una coltre detritica (dt) di limitato spessore, centrata sulle pk 6+425 e pk 6+550, che copre i terreni del Membro Irminio inferiore (Mc). In questi ultimi (Mc) si individua la superficie piezometrica a circa 29.95 dal b.f.

## RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1

(sondaggio P.D. S22p, lettura marzo 2013). Il tracciato prosegue sempre nel Membro Irminio inferiore (Mc) fino alla pk 6+740, ove è presente una faglia sub-verticale che mette in contatto questi terreni con il Membro Leonardo (Ocm). La zona nell'intorno della faglia risulta essere cataclasata.

Dalla pk 6+740 alla pk 7+800 circa si prosegue, in parte in trincea (dalla pk 7+040 alla pk 7+200), nei termini litologici del Membro Leonardo (Ocm). Questa litologia è parzialmente coperta dal rilevato stradale esistente (dalla pk 6+740 a pk 6+840 e dalla pk 7+040 alla pk 7+200). In questa tratta è presente un dissesto centrato sulla pk 7+580, direttamente interessato dal nuovo rilevato ed investigato mediante una stesa sismica a rifrazione, che sarà comunque bonificata in corso d'opera nel corso della realizzazione del rilevato.

In questa zona si evidenzia una superficie piezometrica a circa 19.20 dal b.f. (sondaggio P.D. S24p, lettura marzo 2013).

Sul tracciato descritto sono stati eseguiti i seguenti sondaggi:

- P.P.: S29p, S28bis, S24p, S25p;
- P.D.: S15, S17, S18p, S21p, S22p, S25, S24p.

### 10.4 TRATTA COMPRESA TRA LA PK 7+800 E LA PK 11+355

Questa porzione di tracciato procede sui versanti collinari tra le quote di circa 378 metri s.l.m (pk 7+800) e 336 metri s.l.m. (pk 11+355) si sviluppa in salita fino alla pk 9+120 da cui riprende la discesa verso Catania, sviluppando alcuni tratti in trincea ed in rilevato, ed intercettando alcuni corsi d'acqua minori. Il tracciato interessa le litologie oligoceniche e mioceniche della Formazione Ragusa (Membro Irminio mediano (Mcm), Membro Leonardo (Ocm)) e alcuni terreni quaternari (conoidi di detrito, depositi sedimentari lacustri (Qm)). I contatti litologici sono di tipo tettonico, stratigrafico ed erosivo.

Dalla pk 7+800 alla pk 8+780 il tracciato, a volte in rilevato o a raso o in trincea, si sviluppa all'interno dei depositi di conoide, ricalcando per lunghi tratti il rilevato esistente, terminando sull'incisione di un fosso (pk 8+780). All'interno delle conoidi è stata individuata una lente di sedimenti limnici (Ql) nell'intorno della pk 7+935 e una circolazione idrica alla profondità b.f. di 19.40 metri. Questi depositi poggiano sui termini litologici del Membro Leonardo (Ocm) che presentano una falda alla profondità di 22.66 metri dal b.f..

Proseguendo, dalla pk 8+780 alla pk 9+040, il tracciato entra in trincea nei litotipi del Membro Leonardo (Ocm) ove potrebbe incontrare, tra la pk 8+980 alla pk 8+910, una limitata zona erosa e colmata dai sovrastanti conoidi detritici, a sua volta percorsa da un fosso minore senza nome (pk 9+430). Si procede quindi ancora nel Membro Leonardo (Ocm) fino alla pk 9+260 circa.

Dalla pk 9+260 alla pk 9+540 il tracciato si sviluppa nei depositi detritici (dt), di limitato spessore (qualche metro), che coprono il Membro Leonardo (Ocm), fino alla pk 9+305, e poi i depositi sedimentari lacustri (Qm).

Questi ultimi (Qm), di spessore di qualche decina di metri, si rinvennero per lo più al di sotto dei depositi detritici (dt), dalla pk 9+290 fino alla pk 9+680, e sono in contatto erosivo con il sottostante substrato formato prima dai termini del Membro Leonardo (Ocm) e poi, in contatto tettonico per una presunta faglia distensiva alla pk 9+410, dal Membro Irminio mediano (Mcm). La circolazione idrica si rinviene nel Membro Irminio mediano alla profondità di circa 18.60 metri da b.f. (sondaggio P.D. S37p, lettura marzo 2013).

Dalla pk 9+680 alla pk 10+400 il tracciato torna ad impostarsi sul Membro Irminio mediano (Mcm) e si sviluppa in trincea fino alla pk 10+300. Dalla pk 10+410 alla pk 10+940 si rinvennero nuovamente i depositi sedimentari lacustri (Qm), con spessori anche oltre la decina di metri, sempre in contatto erosivo con il sottostante substrato del Membro Irminio mediano (Mcm). Dalla pk 10+490 alla pk 11+361 i terreni sono

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

per lo più coperti superficialmente dal rilevato stradale esistente, più o meno spesso, che incontra i fossi Contrada Cassarella e Contrada Coffa (rispettivamente alle pk 10+650 e pk 10+835). Dalla pk 10+940 alla pk 11+170 il tracciato si sviluppa nei termini del Membro Irminio mediano (Mcm) per poi rientrare nei depositi sedimentari lacustri (Qm), di spessore anche superiore alla trentina di metri, che permangono fino alla pk 11+355 di fine lotto.

Sul tracciato descritto sono stati eseguiti i seguenti sondaggi:

- P.P.: S22, S21, S20,
- P.D.: S29, S32p, S34d, S35d; S39p, S42p

**10.5 TRATTA COMPRESA 11+355 E LA SPALLA NORD DEL PONTE SUL TORRENTE PARA**

In questa tratta il tracciato stradale varia tra le quote di circa 336 metri s.l.m (pk 11+355) e 312 metri s.l.m. (pk 12+750), in leggera pendenza quindi verso Catania. Le litologie che insistono in questa tratta sono essenzialmente depositi lacustri quaternari (Qm) e terrazzamenti fluviali (ar).

Dalla pk 11+355 alla pk 11+775 l'intervento si sviluppa sul rilevato stradale già esistente, che si appoggia su depositi lacustri (Qm) con spessori variabili da 10 a oltre 30 metri.

Dalla pk 11+775 alla pk 12+625, il tracciato si sviluppa sui terreni lacustri (Qm) in affioramento. Alla pk 12+300, all'interno del sondaggio S046p, è stata rilevata una falda alla profondità di 17 m dal p.c.

Il tracciato prosegue su rilevato fino alla spalla del ponte sul Torrente Para (pk 12+736) al di sotto del quale si rilevano i depositi di terrazzo (ar) di spessore fino a circa 5 m passanti verso il basso ai sedimenti lacustri (Qm).

Ponte sul Torrente Para:

<b>Carr. DX.</b>	<b>Carr. SX.</b>
Inizio 12+736 – Fine 12+768	Inizio 12+730 – Fine 12+762
Al di sotto della campata del ponte, affiorano i terreni alluvionali del Torrente Para (a); tali sedimenti passano verso il basso ai sedimenti lacustri quaternari (Qm). All'altezza della spalla sud è stato effettuato il pp S19; nel piezometro S48p (in corrispondenza della spalla nord) è stata rilevata una falda alla profondità di 10.00 m dal b.f..	Al di sotto della campata del ponte, affiorano i terreni alluvionali del Torrente Para (a); tali sedimenti passano verso il basso ai sedimenti lacustri quaternari (Qm).

**10.6 TRATTA COMPRESA TRA LA SPALLA NORD DEL PONTE SUL TORRENTE PARA E LA PK 15+140**

La tratta in esame parte da una quota di circa 312 metri s.l.m (pk 12+775) e termina a 345 metri s.l.m. (pk 15+140); parte del tracciato è impostato su rilevato stradale esistente. Le litologie interessate sono, dall'alto verso il basso, terreni lacustri quaternari (Qm), le marne del Tellaro (Mm) e il Membro Irminio della Formazione Ragusa (Mcm).

Il tracciato si imposta su rilevato stradale fino alla pk 12+810 al di sotto del quale si rilevano i depositi di terrazzo (ar) di spessore fino a circa 5.0 m passanti verso il basso ai sedimenti lacustri (Qm). Nel

piezometro S48p (in corrispondenza della spalla nord) è stata rilevata una falda alla profondità di 9.00 m dal b.f.. Dalla pk 12+810 alla pk 12+920, al di sotto del rilevato esistente, sussistono i sedimenti quaternari lacustri (Qm).

Dalla pk 12+920 alla pk 14+575 i terreni lacustri (Qm) sono affioranti con uno spessore di circa 15-20 m e passano verso il basso alle marne del Tellaro (Mm). Alla pk 13+965 è stato installato un piezometro S053p in cui è stata rilevata una falda a tra i 9 e 10 m dal b.f., mentre i piezometri S049p e S054p rispettivamente alla pk 13+140 e pk 14+285 fino alla profondità di 20m dal p.c., fondo foro, non hanno intercettato la falda acquifera.

Dalla pk 14+575 alla pk 14+782, affiorano le marne del Tellaro (Mm); all'interno di questa formazione, alla pk 14+750, il tracciato è interessato da una faglia subverticale che ribassa il lembo settentrionale mantenendosi comunque nel Tellaro.

Alla pk 14+782, la formazione Mm passa stratigraficamente alle calcareniti del Membro Irminio della Formazione Ragusa (Mcm) che ne rappresenta il sedimento in affioramento fino alla pk 15+125 quando poggia direttamente su un conoide dello spessore di oltre 5.0 m.

Alla pk 14+820 (all'interno quindi della formazione Mm) è stato installato un piezometro all'interno della formazione Mm il S56p che rileva una falda alla profondità di 19.90 m da b.f..

## 10.7 TRATTA COMPRESA TRA LA PK 15+140 E FINE LOTTO (PK 17+911.01)

La tratta in esame parte da una quota di circa 345 metri s.l.m (pk 15+140) e 329 metri s.l.m. (pk 17+911.01); parte del tracciato è impostato su rilevato stradale esistente. Le litologie interessate sono, dall'alto verso il basso, terreni lacustri quaternari (Qm), sabbie con intercalazioni di lenti ghiaiose e livelli argillosi quaternari (Qcs) che poggiano sul Membro Irminio della Formazione Ragusa (Mcm).

Dalla pk 15+140 alla pk 15+600 il tracciato poggia direttamente su una conoide dello spessore variabile da 5 ad oltre 10 metri, al di sotto della quale si trovano le calcareniti del Membro Irminio della Formazione Ragusa (Mcm).

Dalla pk 15+600 alla pk 15+700 il tracciato poggia direttamente sulla conoide che raggiunge il suo spessore massimo, di oltre 16 m, in corrispondenza del sondaggio S60p alla pk 15+680;

Dalla pk 16+010 alla pk 16+235, la tratta è nuovamente impostata sul rilevato stradale che poggia sulla conoide e inferiormente ancora su Mcm e per un breve intervallo (da pk 16+110 a pk 16+125) sulle alluvioni recenti (a).

Dalla pk 15+735 alla pk 16+010 al di sotto della conoide si trova un importante spessore di depositi lacustri quaternari (Qm) che in corrispondenza del sondaggio S59d (alla pk 15+840) superano i 20 m dal b.f., inferiormente si ritrovano le calcareniti del Membro Irminio della Formazione Ragusa (Mcm). Alla pk 16+125, nel sondaggio S61p, la falda è stata intercettata a 6.24 m dal b.f..

Dalla pk 16+225 alla pk 16+640 il tracciato è in trincea, dalla pk 16+640 alla pk 16+680 ancora in rilevato e poggia sulla conoide che qui ha spessori fino a circa 10 m.

Tra la pk 16+650 e pk 16+675, all'altezza del torrente Sperlinga, affiorano sedimenti alluvionali recenti (a). Successivamente il tracciato attraversa i sedimenti lacustri del quaternario (Qm) per uno spessore complessivo che supera i 30 m (S63d, pk 16+680), fino alla pk 17+190.

All'altezza della pk 17+090, nel sondaggio S64p, il livello di falda è stato misurato nella campagna 2021 è risultato assente.

Dalla chilometrica 17+190 fino a fine lotto, il tracciato si snoda, con andamento sub pianeggiante, su sedimenti sabbiosi con intercalazioni di lenti ghiaiose e livelli argillosi (Qcs) di spessore superiore al limite

**RELAZIONE GEOLOGICA – LOTTO1**

investigato dai sondaggi (30 m); in questo settore, al chilometro 17+570, nel piezometro S65p è stato registrato il livello di falda a circa 17 m dal b.f..