

Regione Piemonte
Provincia di Cuneo

COMUNE DI ROCCABRUNA



DECRETO 6000 CAMPANILI

(L. 98 del 09.08.2013 - art.18 comma 9 del D.L. 69 del 21.06.2011)
DECRETO DI FINANZIAMENTO prot. 387 del 10/02/2015

COD. 0434-LAVORI DI SALVAGUARDIA E MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE TRAMITE
PAVIMENTAZIONE AREE DELLE BORGATE COMUNALI E
RIPRISTINO STRADE COMUNALI

PROGETTO ESECUTIVO

Ing. Roberto SPERANDIO Corso Dante 64 CUNEO Tel 0171681817 - fax 0171436090 Corso Matteotti 12 TORINO Tel/fax 0115113490 e-mail: info@ingeoproject.it	ALL.2 Relazione geologica	
	<small>Ai sensi delle vigenti leggi sui diritti di autore questo documento è coperto da copyright e non potrà essere modificato, riprodotto o trasmesso a terzi senza autorizzazione</small>	data 07/04/2015 prot. 19-2015

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI ROCCABRUNA

RIPRISTINO VIABILITA' SUL TERRITORIO COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE

Marzo 2015

SOMMARIO

PREMESSA	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
1.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI	8
1.3 CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA.....	8
2.1 INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO	10
2.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE.....	16
3.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	19
PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	22

PREMESSA

La presente Relazione Geologica e Geotecnica è redatta ai sensi del D.P.R. 5 Ottobre 2010 n. 207 su incarico del Comune di Roccabruna (CN) per il Progetto Esecutivo dei lavori di ripristino della viabilità del territorio comunale.

Il modello geologico del sottosuolo si basa sulle informazioni desunte dal rilievo di campagna e da dati bibliografici.

La relazione è redatta in ottemperanza alla vigente normativa, con particolare riguardo a:

- *Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/08 S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/2008) - nel seguito denominato anche NTC08;*
- *Circ. Min. Infrastrutture e trasporti n. 617 CSLLPP del 02/02/09 “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008” (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26/02/2009).*
- *O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/05 e O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 recante modifiche ed integrazioni dell’O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici”.*
- *Legge Regionale REGIONE PIEMONTE 5 dicembre 1977, n. 56. “Tutela ed uso del suolo” (B.U. 24 dicembre 1977, n. 53) e s.m.i.*

Il presente lavoro si prefigge dunque di:

- fornire la modellazione geologica del sito in oggetto secondo la vigente normativa, basandosi su rilievi e su studi di carattere descrittivo e qualitativo, al fine d’interpretare l’assetto del territorio in relazione alla sua costituzione geologica ed alla distribuzione dei litotipi;
- valutare le condizioni di pericolosità di base del sito in oggetto, con particolare riguardo alla pericolosità geomorfologica e alla pericolosità sismica, con riferimento alla classificazione sismica aggiornata del territorio nazionale, tenendo in considerazione gli strumenti di pianificazione territoriale vigenti;

- fornire la modellazione geotecnica del sito in oggetto secondo la vigente normativa, basandosi sul rilievo di superficie e su studi di carattere descrittivo e qualitativo, compresa la caratterizzazione geotecnica dei litotipi.

RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

1.1.1 Contesto dell'intervento

L'intervento in progetto si colloca nel territorio comunale di Roccabruna (CN) e riguarda la sistemazione della viabilità locale nel territorio comunale. Ai fini dell'inquadramento topografico nella cartografia ufficiale, la zona è compresa nelle Sezz. 208120 e 209090 della base cartografica CTR alla scala 1:10.000.

Dal punto di vista geologico, l'area è inquadrata nel foglio n° 78-79 – Argentera-Dronero della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. (cfr. fig. 1).

1.1.2 Inquadramento litostratigrafico

Il territorio di Roccabruna si trova nella bassa Valle Maira, affluente di destra del Fiume Po, all'interno della cerchia delle Alpi Occidentali.

La catena Alpina risulta essere il prodotto di una prima fase subduzionale della crosta oceanica della Tetide e di una successiva fase collisionale tra le placche Europea ed Africana che ha determinato la formazione di una catena montuosa a falde sovrapposte di pertinenza oceanica e continentale, caratterizzata da una doppia vergenza, Europea ed Africana, la cui superficie di demarcazione è detta linea insubrica. L'evoluzione strutturale è caratterizzata dalla presenza di zone paleogeografiche caratterizzate da metamorfismo macroscopicamente omogeneo, che ci consentono di suddividere la catena alpina in quattro macrosettori noti come dominio Sudalpino, Austroalpino, Pennidico ed Elvetico-Ultraelvetico.

La Val Maira attraversa con andamento approssimativamente W-E elementi strutturali del dominio Pennidico, ed in particolare la Zona Piemontese ed il Massiccio cristallino del Dora-Maira.

Il tratto della bassa Val Maira, in sponda sinistra, è caratterizzato da unità appartenenti alla Zona interna del Dora-Maira.

I litotipi sono rappresentati da micascisti e/o micascisti gneissici, derivati polimetamorfici di antiche coperture sedimentarie, e dall'antico basamento cristallino ora trasformato dal metamorfismo

regionale in gneiss minuti e subordinati gneiss occhiadini. Localmente il tegumento è anche costituito d quarziti, in genere micacee, ma non si segnalano affioramenti di tal tipo nel versante considerato. All'interno del tegumento a micascisti si rinvencono lembi di anfiboliti: antichi relitti ofiolitici polimetamorfici dell'orogenesi ercinica, oggi inglobati nell'edificio alpino.

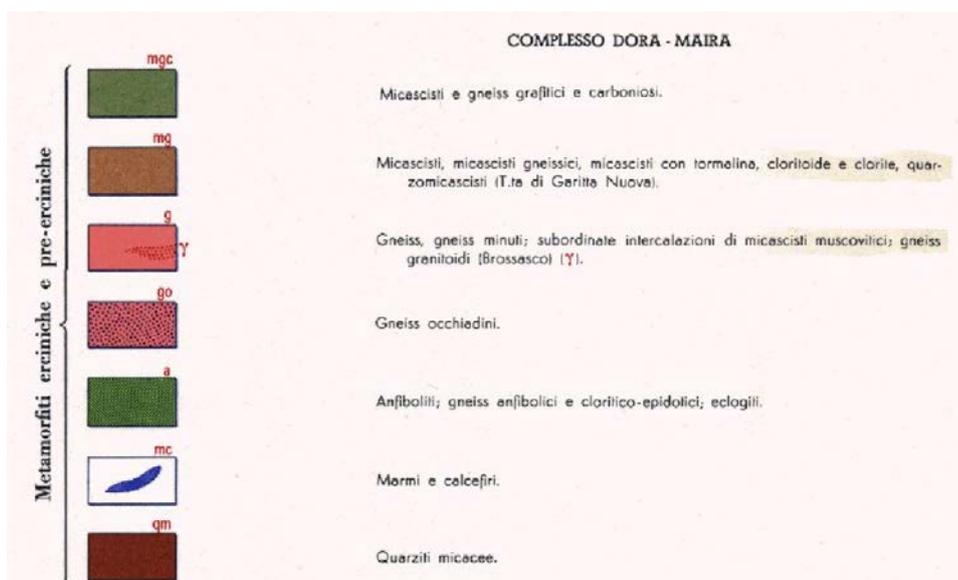
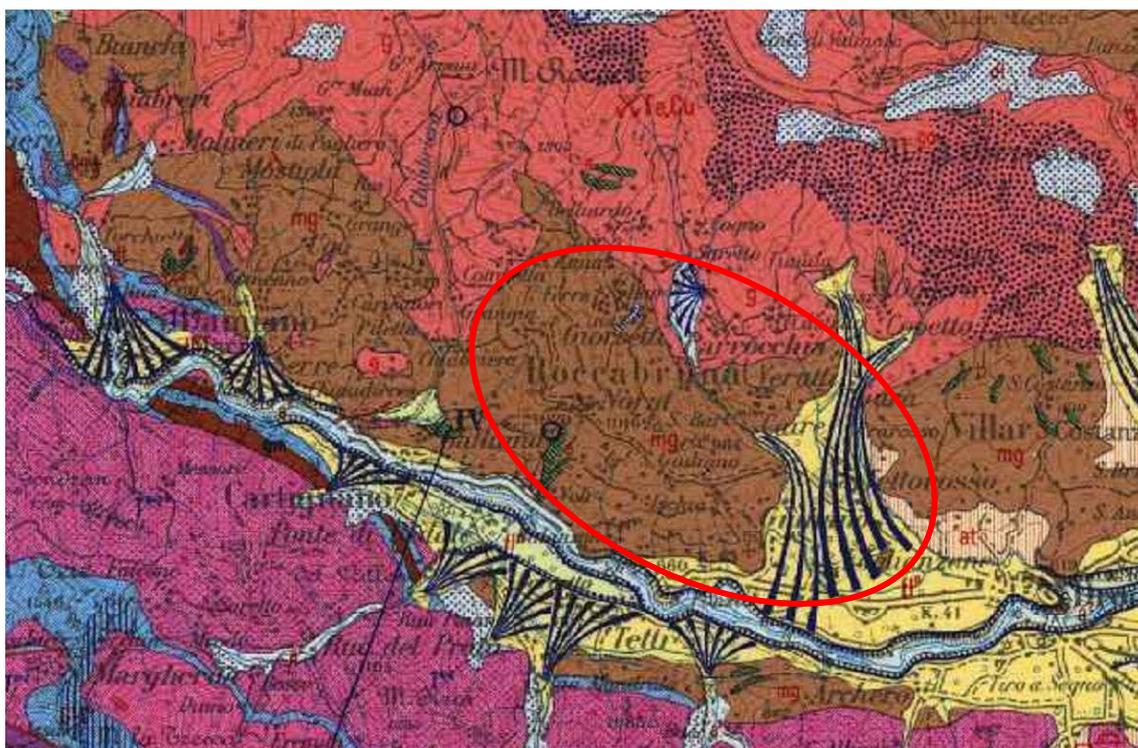


Figura 1 Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 – Foglio n° 78-79 Argentera-Dronero

La parte orientale del territorio comunale è fondato su di un grande conoide alluvionale stabilizzato.

Le coperture recenti ed attuali sono rappresentate da una coltre di terreno clastico-detritico, sia di origine eluvio-colluviale e di alterazione pedogenetica del substrato, oltre a locali materiali di riporto antropico costituenti le strutture stradali.

1.1.3 Geomorfologia

L'area in esame appartiene al territorio premontano della bassa Valle Maira, in sinistra orografica. La morfologia locale è variabile in funzione della collocazione altimetrica, con versanti ora più acclivi e morfologie più aspre, ora con pendii dolci e porzioni subpianeggianti, soprattutto in corrispondenza del conoide alluvionale a E del territorio comunale.

Le incisioni vallive del reticolo idrografico secondario, che drena i versanti, sono localmente anche approfondite in funzione dell'erosività del substrato.

La cartografia del progetto IFFI, nell'aggiornamento SIFRAP curato da ARPA Piemonte (fig. 2), evidenzia la presenza di alcuni dissesti gravitativi lungo i fianchi vallivi.

In ragione della posizione altimetrica, i siti in esame non ricadono in area soggetta ad esondazione, come anche testimoniato dagli elaborati grafici del PAI vigente, nella perimetrazione aggiornata con gli strumenti urbanistici approvati. Si rileva tuttavia la possibilità di alluvionamento lungo i collettori drenati secondari, con conseguente accentuazione delle condizioni di scalzamento e di predisposizione all'instabilità.

1.4 Inquadramento idrogeologico

Il substrato cristallino è in genere impermeabile, salvo locale circolazione di acqua all'interno delle fratture. Tuttavia, la facile alterazione chimica dei componenti mineralogici costituenti la paragenesi dei micascisti sono favorevoli a condizioni di riempimento delle fratture stesse con prodotti argillosi, che limitano la permeabilità.

Modeste circolazioni idriche, in genere effimere e legate a condizioni stagionali e meteorologiche, sono possibili all'interfaccia copertura-substrato.

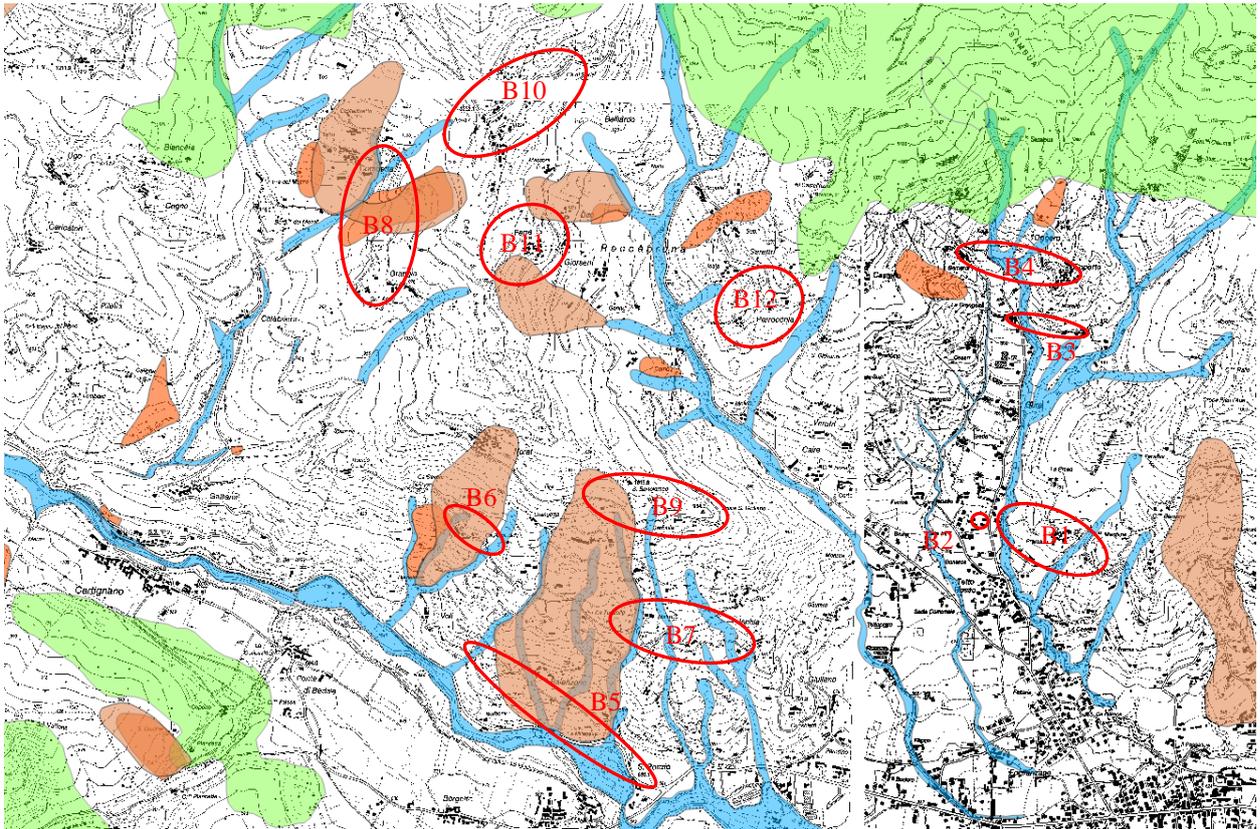


Figura 2 – Estratto cartografico del progetto IFFI- SIFRAP - Regione Piemonte
 e del PAI - Regione Piemonte, aggiornato al P.R.G.
*In verde le aree soggette a dissesto diffuso, in marrone le aree in frana, in blu le fasce di esondazione inondabili
 In rosso gli interventi in progetto*

Modeste falde idriche, in genere sospese, sono ospitate nei terreni di copertura. Fanno eccezione i depositi costituenti la conoide alluvionale, che possono ospitare una falda idrica freatica in quanto le condizioni di permeabilità ne fanno un acquifero importante a scala locale.

Anche i depositi gravitativi sono in genere acquiferi, tuttavia le limitate condizioni di ricarica e di estensione laterale dei corpi deposizionali, non consentono la formazione di falde importanti. Occorre anche evidenziare quanto sia invece importante favorire il drenaggio delle acque sotterranee per stabilizzare i corpi frana.

1.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

1.2.1 Assetto litostratigrafico

Il rilevamento di superficie permette di evidenziare come il sedime stradale sia quasi ovunque fondato su terreni di copertura eluvio-colluviali. Talora le strade attraversano corpi in frana o accumuli gravitativi, nessuno dei quali al momento sembra essere attivo. Il terreno di fondazione in tal caso è costituito da detrito caotico a pezzatura eterometrica.

Gli interventi a E del concentrico si collocano in parte sui depositi alluvionali torrentizi del paleoconoide, caratterizzati da granulometria eterometrica e buon grado di addensamento.

Localmente, alcuni tratti di strada fiancheggiano affioramenti di roccia appartenente al substrato cristallino: in genere si tratta di micascisti alterati e/o di micascisti gneissici.

1.3 CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

1.3.1 Assetto morfologico locale e condizioni di dissesto

I versanti, lungo i quali si snodano i tracciati delle Strade Comunali in oggetto, sono talora affetti da franosità pregressa. Si tratta di dissesti non attivi, come anche riportato dalla cartografia tematica degli strumenti di pianificazione territoriale consultati (vedasi fig. 2). Nella stessa figura sono indicati i tratti di strada e gli interventi che ricadono in zone in frana.

Lungo le aste torrentizie del drenaggio idrografico dei versanti si segnalano aree soggette a esondazione e a locale dissesto lineare: si rimanda alla figura di cui sopra per la localizzazione dei tratti di strada soggetti a tale rischio morfologico.

I dissesti oggetto di intervento sono limitati a deformazioni della sede stradale a causa di inormaiamento della pavimentazione. La causa predisponente è in genere dovuta a inadeguatezza della fondazione della sovrastruttura stradale. Non risultano dissesti al piano viabile dovuti a fenomeni gravitativi di versante.

1.3.2 Vincoli geologici e territoriali

Dalla consultazione della cartografia tematica (fig. 3), quasi tutte le aree su cui sono previsti gli interventi sono sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 e della L.R. 49/1989. Sono esclusi il sito B2 e parte del B3

Ad eccezione del sito B1 e in parte del sito B5, non rientrano nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua e pertanto, salve le eccezioni richiamate, gli interventi non sono sottoposti ai vincoli di cui al R.D. 523/1904 in tema di acque pubbliche e ai vincoli di cui alla Legge 8 agosto 1985, n. 431 (c.d. Legge Galasso).

Il territorio di Roccabruna non rientra tra le aree dichiarate di notevole interesse pubblico ai sensi del D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 che conferma il Decreto Ministeriale 1/8/1985 (c.d. Galassini) e sottoposte a vincolo paesistico; le opere in progetto non risultano interferire con preesistenze di significativo valore storico-artistico vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/2004.

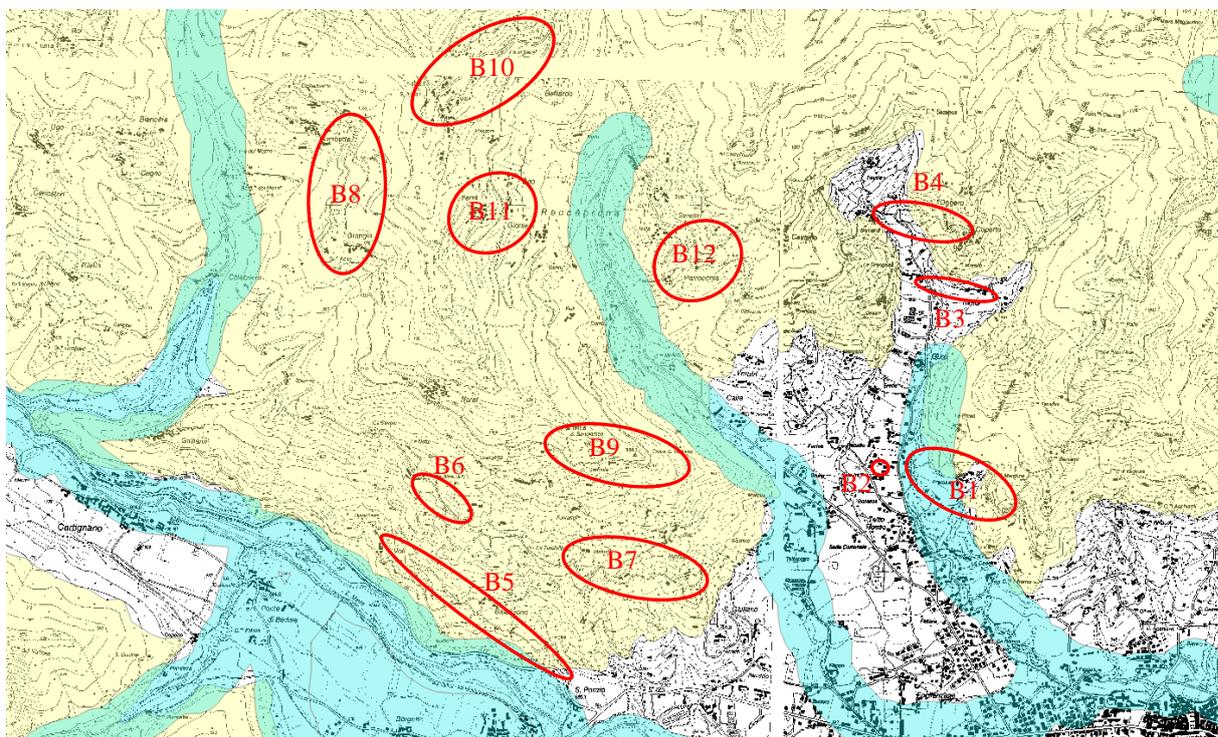


Figura 3 – Estratto cartografico - Regione Piemonte

In giallo le aree sottoposte a vincolo idrogeologico, in azzurro la fascia soggetta a vincolo paesistico (Galasso)

In rosso gli interventi in progetto

2.1 INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO

2.1.1 Sismicità storica

Il Comune di Roccabruna si colloca in una zona a bassa sismicità. La sismicità storica è desumibile dal DBMI11 (Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPT11), pubblicato dall'INGV. Nella figura seguente sono evidenziati gli epicentri dei terremoti più significativi

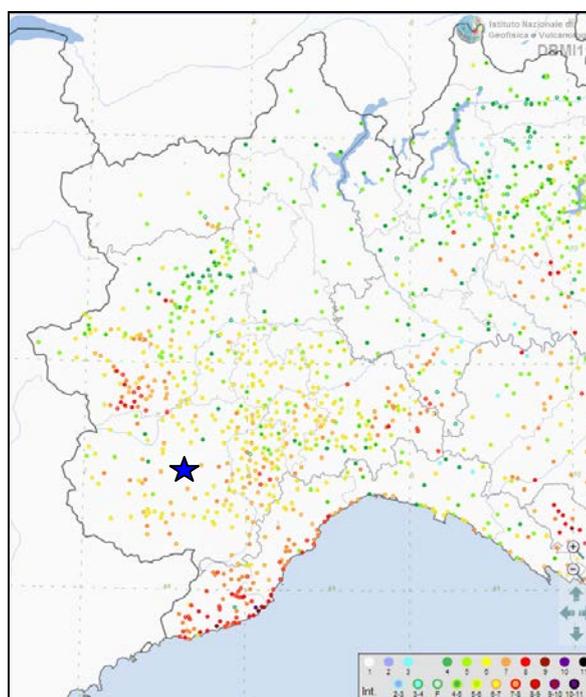


Figura 4 – Sismicità storica del Piemonte

La tabella seguente riporta gli eventi sismici più significativi (dal Database Macrosismico Italiano dell'INGV, versione DBMI11, Dicembre 2011), dove Is è l'intensità al sito (MCS), Io è l'intensità epicentrale (MCS) e Mw è la magnitudo momento del terremoto.

Seismic history of Roccabruna [44.477, 7.341]						
Total number of earthquakes: 3						
Effects			Earthquake occurred:			
Is	Anno	Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw	
6	1955	05 12 14:16	Alpi Cozie	6-7	4.80 ±0.20	
2	1989	12 26 19:59:58	Mar Ligure		4.60 ±0.22	
4-5	2000	08 21 17:14:28	Monferrato	6	4.86 ±0.09	

this file has been downloaded from INGV – DBMI11

2.1.2 Sismicità locale

Ai sensi dell' O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i., il territorio del Comune di Roccabruna è stato classificato in zona 3, caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido $a_{g(max)} = 0.15$ g. A seguito della riclassificazione sismica del territorio piemontese con D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058 (fig. 5) e relativi aggiornamenti di cui alle D.G.R. n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 e D.G.R. n. 7-3340 del 3 febbraio 2012, il Comune di Roccabruna ha mantenuto la medesima assegnazione, confermata anche dalla D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014. Come si vede dalla figura, anche i comuni limitrofi appartengono alla stessa zona sismica.

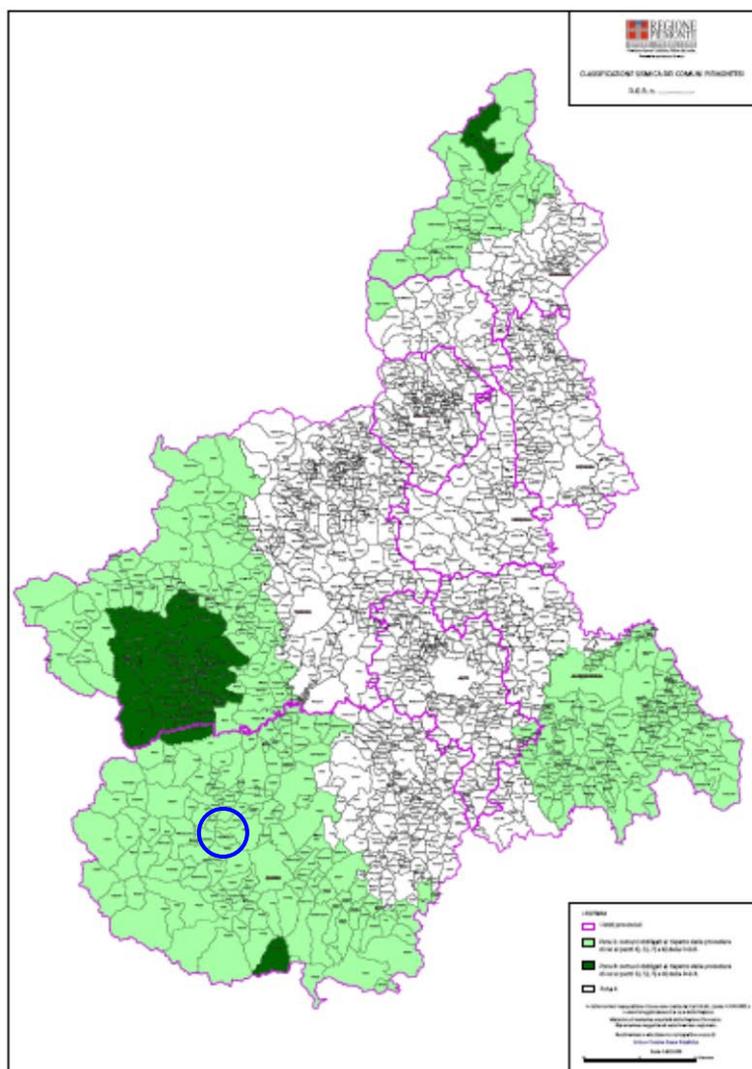


Figura 5 – *Classificazione sismica (fonte: Regione Piemonte)*

Ai sensi delle vigenti NTC08, allegato A, la stima della pericolosità sismica (intesa in termini di azione sismica di riferimento per la progettazione - paragrafo 3.2.3) viene definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal progetto S1-INGV ai sensi dell'OPCM n. 3519 del 28 Aprile 2006. Viene pertanto superato il concetto di sismicità di area in favore della sismicità di sito, intesa come risposta sismica locale, che verrà pertanto nel seguito analizzata.

La massima intensità macrosismica per il Comune di Roccabruna, secondo le tabelle pubblicate dall'INGV, è minore-uguale al grado 6 MCS.

Dalla consultazione del database delle faglie capaci del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), riportato sul portale cartografico SGI di ISPRA, nell'intorno significativo del sito in oggetto non risulta la presenza di faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

2.1.3 Magnitudo massima attesa

Secondo la Zonazione Sismogenetica S9 dell'INGV, ogni zona sorgente è definita come possibile sorgente di terremoti di magnitudo maggiore di 5. Poiché il Comune di Roccabruna si colloca in area interna alla zona sorgente alpina ZS908 "del Piemonte", caratterizzata da $Mw_{(max1)} = 5,68$, si assumerà tale valore.

Tale valore è confermato dal database DISS, versione 3.1.1 pubblicato dall'INGV: il lotto di terreno in oggetto si trova a distanza di circa 35 km a S della sorgente sismogenetica ITCS023 – Western Piemonte (fig. 6), caratterizzata dai seguenti parametri:

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS023 Western Piemonte	
	Parameter
Min Depth (km)	1
Max Depth (km)	7
Strike (deg)	60 - 80
Dip (deg)	40 - 50
Rake (deg)	130 - 155
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 1
Max Magnitude (Mw)	5.7

e a 29 km a E della sorgente sismogenetica FRCS001 – Briançonnais (fig. 6), caratterizzata dai seguenti parametri:

DISS 3.1.1: Seismogenic Source FRCS001 Briançonnais	
	Parameter
Min Depth (km)	5
Max Depth (km)	20
Strike (deg)	315 - 10
Dip (deg)	60 - 70
Rake (deg)	250 - 290
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 1
Max Magnitude (Mw)	5.5

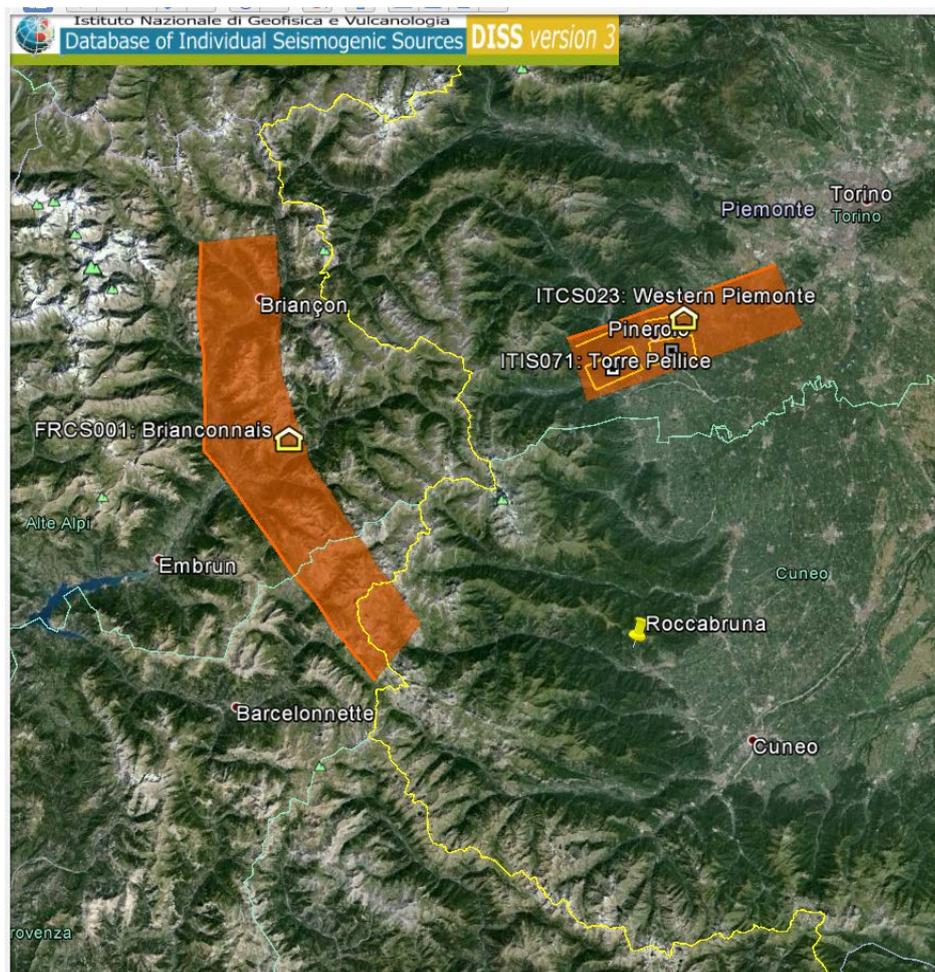


Figura 6 – Estratto del DISS, zone sismogeniche (l'asterisco giallo indica il sito in oggetto)

Dalle tabelle riportate, si ricava dunque che il territorio del Comune di Roccabruna è caratterizzato da $Mw_{(max1)} = 5.7$. Non esistono infatti documenti ufficiali che definiscano le aree con evento atteso inferiore ad una data soglia di magnitudo: pertanto, in mancanza di precisazioni in merito e in via

cautelativa, si preferisce assegnare alle zone esterne la magnitudo massima attesa indicata per la zona sismogenetica più prossima.

2.1.4 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Come definito dal § 3.2.3 NTC08 le accelerazioni di riferimento su suolo rigido (intensità dell'azione sismica, intesa come stato limite sismico probabilistico per determinati periodi di riferimento T_R , sono calcolate sulla base della carta di rischio dell'INGV e variano secondo le coordinate del sito, in funzione di punti di ancoraggio nodali costituenti un reticolo di riferimento, i cui valori sono riportati nella tabella 1 allegata alle NTC08.

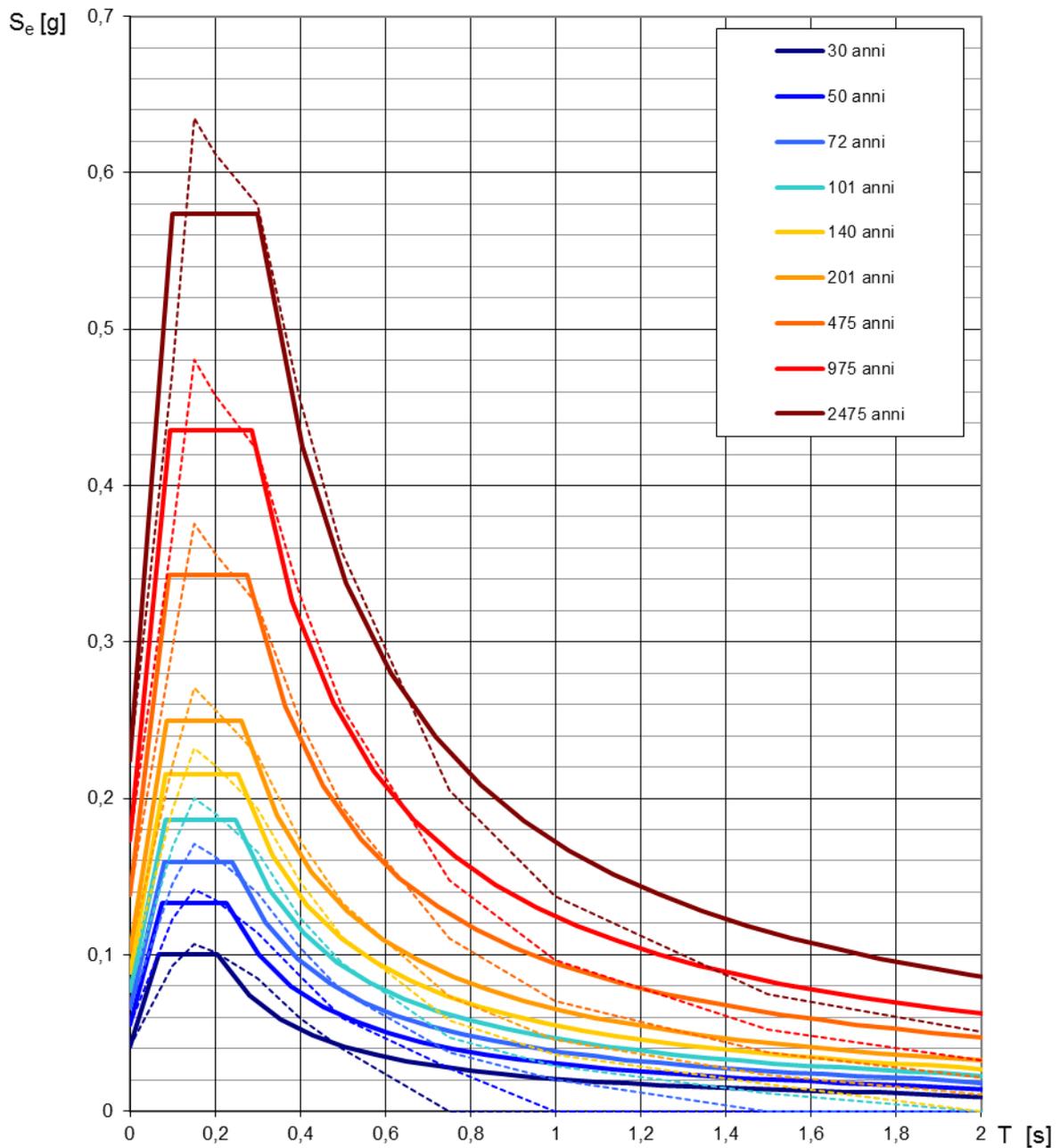
Il Comune di Roccabruna è identificato dalle seguenti coordinate (ED50 – conforme al sistema adottato dall'INGV):

Longitudine: E 7,32860; Latitudine: N 44,49133

da cui si ricavano gli spettri di risposta riportati nella figura 7. Per comodità di lettura, si riportano nelle seguente tabella i parametri sismici per i vari T_R (tempi di ritorno) assegnati (con: a_g = accelerazione orizzontale al suolo):

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,041	2,432	0,206
50	0,055	2,415	0,227
72	0,066	2,422	0,240
101	0,077	2,426	0,249
140	0,088	2,435	0,255
201	0,102	2,449	0,262
475	0,138	2,480	0,276
975	0,173	2,513	0,286
2475	0,224	2,558	0,300

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 7– Spettri elastici di riferimento su suolo rigido per il sito in esame

2.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE

2.2.1 Classificazione sismica del sito

Con riferimento agli effetti locali, ai sensi della tabella 3.2.II delle NTC08, per poter classificare sismicamente i terreni occorre disporre di alcuni parametri: $V_{s,30}$, $N_{SPT,30}$ o $c_{u,30}$.

I dati di campagna non sono sufficienti a caratterizzare i primi 30 m di sottosuolo, tuttavia la conoscenza geologica della zona consente di ritenere che il sedime di fondazione delle strade in progetto sia costituito da materiali con caratteristiche di resistenza che migliorano con la profondità.

Si può pertanto ragionevolmente ricorrere all'approccio semplificato di analisi dell'amplificazione stratigrafica dell'azione sismica. Ai fini del presente progetto i terreni della zona in esame possono essere classificati in **categoria B**:

“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)”.

2.2.2 Risposta sismica locale

Ai sensi delle NTC08, in questa sede per le opere di consolidamento in progetto si assumono le condizioni di un edificio non strategico rientrante nella Classe d'uso II e per un tempo ≥ 50 anni di vita nominale. Si assume quindi un valore del coefficiente d'uso C_U pari a 1 (cfr. tabella 2.4.II delle NTC08). Per un sottosuolo di riferimento di CATEGORIA B si assume cautelativamente un valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.20$ (cfr. tabella 3.2.V delle NTC08).

I pendii su cui si sviluppano i tratti in esame hanno un'inclinazione media inferiore a 30° ; cautelativamente, senza entrare nel dettaglio di ciascun sito, si assume la categoria topografica T2 (Tab. 3.2.IV delle NTC08), applicando il coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1.2$.

Nel caso in esame dunque, i parametri sismici per i vari Stati Limite di progetto, di cui alle NTC08, sulla base dei quali ricavare gli spettri di progetto per le verifiche geotecniche, sono i seguenti (con: $a_{g(max)}$ = accelerazione orizzontale massima al suolo):

STATO LIMITE	T_R [anni]	$a_{g(max)}$ [g]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,060	0,041	2,431	0,206
SLD	50	0,080	0,055	2,415	0,227
SLV	475	0,199	0,138	2,480	0,276
SLC	975	0,249	0,173	2,513	0,286

2.2.3 Valutazione dell'azione sismica: spettri di progetto per le verifiche agli stati limite

Sulla base delle considerazioni precedentemente espresse, applicando i metodi di analisi definiti nel § 3.2.3 NTC08, si possono ricavare gli spettri di progetto $S_d(T)$ al fine di determinare i coefficienti sismici K_{hi} K_{hk} (§ C7.11.5.3 della Circolare CSLPP 2/02/09 n 617) e il coefficiente sismico K_v (§ 7.11.3.5.2 NTC08).

per le verifiche agli SLU	$a_g = 0.138 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale su suolo rigido)
	$k_{hk} = a_{g(max)} = 0.199 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale massima attesa in superficie: effetto cinematico)
	$k_{hi} = S_e(T) = 0.199$	spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali in funzione di T_1 : effetto inerziale)
	$K_v = \pm 0.083$	(accelerazione verticale massima attesa in superficie)
per le verifiche agli SLE	$a_g = 0.055 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale su suolo rigido)
	$k_{hk} = a_{g(max)} = 0.080 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale massima attesa in superficie: effetto cinematico)
	$k_{hi} = S_e(T) = 0.080$	(spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali in funzione di T_1 : effetto inerziale)
	$K_v = \pm 0.021$	(accelerazione verticale massima attesa in superficie)

2.2.4 Valutazione delle componenti orizzontali del moto

Il § 3.2.3.3 delle NTC08 fornisce le espressioni per calcolare i valori dello spostamento orizzontale d_g e la velocità orizzontale v_g massimi del terreno, applicando le quali si ottiene (per gli SLV):

$$d_g = 0,041 \text{ m}$$
$$v_g = 0,123 \text{ m/s}$$

2.2.5 Instabilità indiretta

Per quanto riguarda la presenza di rischi secondari, quali ad esempio quelli derivanti da frane sismoidotte, si può far riferimento ai grafici pubblicati dal *Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards* (TC4, 1993), che si rifanno tra gli altri agli studi condotti da Yasuda e Sugitani (1988), che correlano la franosità alla distanza epicentrale e alla magnitudo dell'evento. Secondo tali studi, la combinazione $M=5.68$ per una distanza epicentrale minore di 10 km non esclude la possibilità di innesco di frane sismoindotte. Tale conclusione è confermata dagli studi di D'Elia (1998), che ha esaminato le frane indotte dal terremoto umbro-marchigiano del 26/09/1997. Si conclude che il territorio di Roccabruna è suscettibile di franamento a seguito di evento sismico.

3.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

In mancanza di apposita indagine geotecnica, sulla scorta del rilievo condotto in sede di sopralluogo è possibile procedere alla caratterizzazione dei litotipi solamente in termini di ammasso roccioso per quanto riguarda i materiali del substrato e facendo ricorso a indicazioni bibliografiche per quanto riguarda i materiali di copertura.

3.1.1 Modello geotecnico del sottosuolo

Sulla scorta di quanto precedentemente espresso, si ipotizzano tre unità litologiche e geotecniche caratterizzate su base litologica e formazionale.

- Unità geotecnica 1 (UG1): depositi eluvio-colluviali e accumuli gravitativi;
- Unità geotecnica 2 (UG2): depositi alluvionali torrentizi di conoide;
- Unità geotecnica 3 (UG3): substrato roccioso.

Si evidenzia che la coltre vegetale e i terreni di riporto non sono qui presi in considerazione in quanto se ne deve prevedere il completo asporto ai fini fondazionali.

UG1: depositi eluvio-colluviali e accumuli gravitativi

A questa UG si ascrivono i termini superficiali privi di storia tensionale. Si tratta di materiali per lo più clastici coesivi, in cui eventuali clasti e frammenti rocciosi sono immersi in matrice sabbioso-limosa (mud-supported).

UG2: depositi alluvionali torrentizi di conoide

A questa UG si ascrivono i sedimenti continentali alluvionali che formano la conoide stabilizzata nel settore E del territorio comunale. Si tratta di ghiaie e sabbie ciottolose in matrice limosa, generalmente clast-supported. Il grado di addensamento è in genere buono, al netto dei termini più superficiali e dovuti al rimaneggiamento recente con fenomeni di rideposizione, in genere localizzati in corrispondenza delle aste torrentizie attuali e legate alla fascia di esondazione.

UG3: substrato roccioso

A questa UG si ascrivono i materiali del substrato cristallino, qui rappresentato da micascisti e micascisti gneissici del Dora Maira. Poiché gli interventi in progetto riguardano sistemazioni superficiali, si considera in questa sede una roccia alterata e fratturata per detensionamento, come da condizioni rilevate in affioramento. Per la caratterizzazione si procederà anche in termini di ammasso roccioso, qualora si rendesse necessario provvedere a fondazioni o ancoraggi profondi.

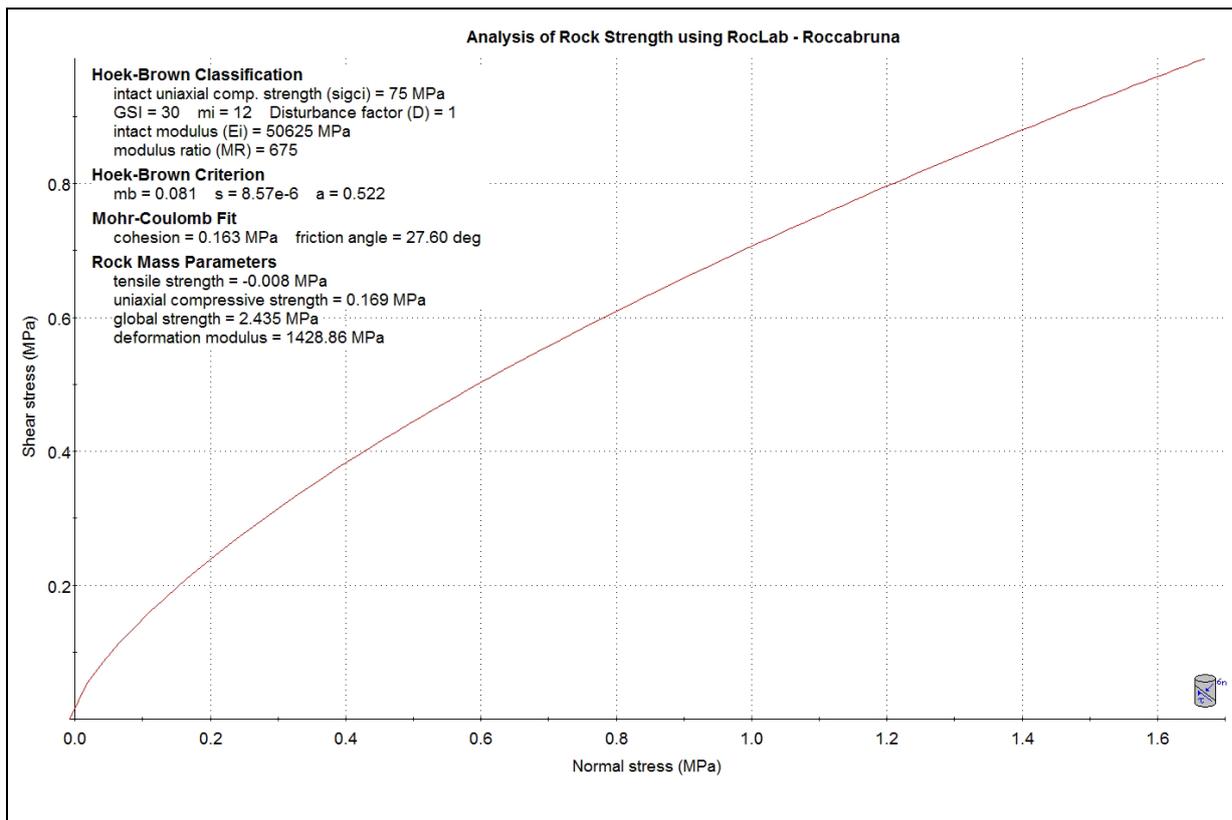
3.1.2 Caratterizzazione delle unità geotecniche omogenee

<i>Tabella riepilogativa per la UG1: depositi eluvio-colluviali e accumuli gravitativi</i>			
Classificazione (Sistema Unificato USCS)	<i>ML - GM</i>		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Valore nominale</i>	<i>VALORE caratteristico</i>	<i>UNITA' DI MISURA</i>
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 17$	[kN/m ³]
Densità relativa	50	$D_R (k) = 35$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	27	$\phi_P (k) = 22$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	24	$\phi_{CV} (k) = 21$	[°]
Coesione drenata	0	$c'_{(k)} = 0$	[kPa]
Coesione non drenata	40	$c_u (k) = 20$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0.35	$\nu (k) = 0.38$	[-]
Costante di Winkler orizzontale	0.7	$k_{w,s} = 0.2$	[daN/cm ³]

<i>Tabella riepilogativa per la UG2: depositi alluvionali torrentizi di conoide</i>			
Classificazione (Sistema Unificato USCS)	<i>GM - GW</i>		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Valore nominale</i>	<i>VALORE caratteristico</i>	<i>UNITA' DI MISURA</i>
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 20$	[kN/m ³]
Densità relativa	50	$D_R (k) = 40$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	27	$\phi_P (k) = 22$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	24	$\phi_{CV} (k) = 21$	[°]
Coesione drenata	0	$c'_{(k)} = 0$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0.30	$\nu (k) = 0.33$	[-]
Costante di Winkler orizzontale	0.7	$k_{w,s} = 0.2$	[daN/cm ³]

Tabella riepilogativa per la UG3: substrato roccioso (micascisti alterati)			
Classificazione (Sistema Unificato USCS)	ML		
PARAMETRO	Valore nominale	VALORE caratteristico	UNITA' DI MISURA
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma^{(k)} = 22$	[kN/m ³]
Densità relativa	95	$D_R^{(k)} = 80$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	44	$\phi_P^{(k)} = 37$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	32	$\phi_{CV}^{(k)} = 25$	[°]
Coesione drenata	0	$c^{(k)} = 0$	[kPa]
Coesione non drenata	350	$c_u^{(k)} = 200$	[kPa]

3.1.3 Caratterizzazione dell'ammasso roccioso (Metodo di Hoek-Brown)



PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/2008).
- Circolare n. 617 C.S.LL.PP. del 02/02/09 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26/02/2009).
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", (G.U. del 11/05/06, n. 108).
- O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/05 "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".
- O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 recante modifiche ed integrazioni dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", (G.U. del 08/05/2003, n. 105).
- Allegato al voto n. 36 del 27/07/07 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale".
- Legge Regionale REGIONE PIEMONTE 5 dicembre 1977, n. 56. "Tutela ed uso del suolo" (B.U. 24 dicembre 1977, n. 53) e s.m.i..
- D.G.R. REGIONE PIEMONTE 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)", (B. U. n. 7 del 18/02/10).
- D.G.R. REGIONE PIEMONTE 12 dicembre 2011, n. 4-3084 "D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010. Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese", (B. U. n. 50 del 15/12/11).
- D.G.R. REGIONE PIEMONTE 3 febbraio 2012, n. 7-3340 "Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011".
- Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- Stucchi et alii. (2007). "DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04". Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38. (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>)
- A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

- Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology*, Tectonophysics,
- *Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards, redatto dal Comitato TCA (Technical Committee n° 4 for Earthquake Geotechnical Engineering) della ISSMFE (International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering), 1993 – in: C. Madiari (2003) “Stabilità dei pendii in condizioni sismiche”.*
- DISS Working Group (2010). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas.* <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2010 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
- Regione Piemonte, Settore Direzione Opere pubbliche, difesa del suolo, economia montana e foreste: WEB-GIS Difesa del Suolo – DISUW (<http://www.regione.piemonte.it/disuw/main.php>)
- ARPA Piemonte: Sistema Informatico Geografico On Line – Servizi Informativi WebGIS. (<http://webgis.arpa.piemonte.it>)
- Crema. Dal Piazz, Merlo, Zanella: “Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, Fogli n. 78-79-90 Argentera-Dronero-Demonte”, Serv. Geol. It., Roma, 1971.
- Tanzini M. (2002) “L’indagine geotecnica”, Dario Flaccovio Editore.
- Bruschi A. (2010) “Prove geotecniche in situ”, Dario Flaccovio Editore.
- Lancellotta R. (1993) “Geotecnica”, II Edizione, Zanichelli - Bologna.
- RocLab (2007) “Rock mass strength analysis using the Hoek-Brown failure criterion, User’s Guide”, Rocscience Inc., Toronto.
- Nori L. (2009) “Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l’EC7 e il D.M. 14/01/08” 8a revisione – dispensa inedita a cura O.R.G.P..