

**VARIANTE AL
P.C.A.
PIANO DI COORDINAMENTO ATTUATIVO
DI INIZIATIVA PRIVATA
AMBITO V.G. 2002 di P.I.A.E. n° MO 111 "LA GAVIA
(ZONA DI P.A.E. N°5)**

**R2
RELAZIONE GEOLOGICA**

ESTENSORE	COMMITTENTE:
 Via Martinella 50/C 43124 – PARMA tel: 0521257057 fax: 0521921910 e-mail: geologia@geodeonline.it	 C.E.A.G. <i>Calcestruzzi Guidetti</i> C.E.A.G. S.r.l. Via San Bartolomeo, 30 42030 Villa Minozzo (RE)
Dott. Geol. Giancarlo Bonini	
G14_002_02	EMISSIONE: MARZO 2015
ADOZIONE	APPROVAZIONE

La relazione a cura di:

Dott. Geol. Giancarlo Bonini. Coordinatore

Dott.ssa Simona Contini

Dott.ssa Simona Costa

ELENCO ELABORATI

R1. Relazione illustrativa

R2. Relazione geologica

R3. Rapporto ambientale

Tavola 1 "Inquadramento corografico ed urbanistico pianificatorio"

Tavola 2. "Carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica"

Tavola 3. "Carta dell'uso reale del suolo"

Tavola 4. "Elementi del paesaggio ed intervisibilità"

Tavola 5. "Individuazione catastale dell'area di intervento ed assetto delle proprietà"

Tavola 6. "Carta dei vincoli"

Tavola 7. "Planimetria e sezioni stato di fatto"

Tavola 8. "Zonizzazioni di P.C.A. – Pista di accesso"

Tavola 9. "Planimetria e sezioni stato di progetto - scavi"

Tavola 10. "Planimetria e sezioni ripristino morfologico"

Tavola 11. "Planimetria e sezioni recupero ambientale – sesti di impianto"

Tavola 12. "Planimetria di confronto tra PCA 2007 e la Variante P.C.A. 2015"

Tavola 13. "Interventi idraulici principali"

INDICE

1	PREMESSA	6
2	QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	7
2.1	STRATIGRAFIA.....	7
2.1.1	<i>MOH - Formazione di Monghidoro</i>	8
2.1.2	<i>MOV- Formazione di Montevenere.....</i>	8
2.1.3	<i>Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano.....</i>	8
2.1.3.1	Subsistema di Ravenna (AES8).....	8
2.1.3.2	Unità di Modena (AES8a)	9
2.1.4	<i>Depositi quaternari continentali.....</i>	9
2.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	10
2.2.1	<i>Saggi con escavatore</i>	10
2.2.2	<i>Prove penetrometriche dinamiche (DPM) (2007)</i>	12
2.2.3	<i>Sondaggi geognostici integrativi (2010)</i>	13
2.2.4	<i>Indagine sismica MASW (giugno 2011)</i>	17
2.3	ASPECTI GEOMORFOLOGICI.....	18
2.3.1	<i>Cartografia del dissesto</i>	18
2.3.2	<i>Geomorfologia fluviale</i>	20
2.4	ASPECTI IDROLOGICI	24
2.5	ASPECTI IDRAULICI - IL FIUME SECCHIA	25
2.6	ASPECTI IDROGEOLOGICI	29
2.6.1	<i>Vulnerabilità degli acquiferi</i>	31
2.6.2	<i>La situazione idrogeologica della cava La Gavia</i>	33
2.6.3	<i>Monitoraggio idrochimico delle acque sotterranee</i>	35
2.7	ASPECTI GEOLOGICI-GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DI INTERESSE EMERSI DALLE RELAZIONI DI FINE ANNO	37
2.7.1	<i>Anno 2012.....</i>	37
2.7.2	<i>Anno 2013.....</i>	37
2.7.3	<i>Anno 2014.....</i>	38
2.8	MODELLO GEOLOGICO E PARAMETRI MECCANICI.....	40
2.8.1	<i>Parametri meccanici dei depositi alluvionali</i>	42
2.8.2	<i>Parametri meccanici del substrato roccioso</i>	45
2.9	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO.....	48
2.9.1	<i>Zonazione sismica e pericolosità</i>	48
2.9.2	<i>Classificazione sismica</i>	49
2.9.3	<i>Elementi di microzonazione sismica</i>	49
2.9.3.1	Rischio sismico da PTCP della Provincia di Reggio Emilia	49
2.9.3.2	Rischio sismico da PSC del Comune di Baiso	50
2.9.3.3	Elementi di Analisi locale di secondo livello	52
2.10	VERIFICHE DI STABILITÀ'	53
2.10.1	<i>Parametri geotecnici di calcolo</i>	53
2.10.2	<i>Parametri sismici</i>	53
2.10.2.1	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	56
2.10.2.2	Parametri sismici di calcolo	58
2.10.3	<i>Verifiche analitiche di stabilità</i>	59
2.10.3.1	Metodo di calcolo	59
2.10.3.2	<i>Scelta delle sezioni di verifica e sezioni tipo</i>	60
2.10.3.3	Considerazioni di stabilità	61
3	CONSIDERAZIONI FINALI	63

ALLEGATO 1 VERIFICHE DI STABILITÀ	66
VERIFICA A.1.A SEZIONE 8. CONDIZIONI STATICHE – SPONDA SINISTRA.....	67
VERIFICA A.1.B SEZIONE 8. CONDIZIONI STATICHE – SPONDA DESTRA.....	69
VERIFICA A.2.A SEZIONE 8. CONDIZIONI SISMICHE – SPONDA SINISTRA.....	70
VERIFICA A.2.B SEZIONE 8. CONDIZIONI SISMICHE – SPONDA SINISTRA – STABILITÀ STRADA TR712 ANNI	71
VERIFICA A.2.C SEZIONE 8. CONDIZIONI SISMICHE – SPONDA DESTRA.....	72
VERIFICA B.1.A SEZIONE 16 -CONDIZIONI STATICHE - SPONDA SINISTRA	73
VERIFICA B.1.B SEZIONE 16 -CONDIZIONI STATICHE - SPONDA DESTRA	74
VERIFICA B.2.A SEZIONE 16 -CONDIZIONI SISMICHE - SPONDA SINISTRA	75
VERIFICA B.2.B SEZIONE 16 -CONDIZIONI SISMICHE - SPONDA SINISTRA – STABILITÀ STRADA TR 712 ANNI	76
VERIFICA B.2.C SEZIONE 16 -CONDIZIONI SISMICHE - SPONDA DESTRA	77
VERIFICA C.1 SEZIONE TIPO DI SCAVO – SPONDA SINISTRA - <i>CONDIZIONI STATICHE</i>	78
VERIFICA C.2 SEZIONE TIPO DI SCAVO – SPONDA SINISTRA - <i>CONDIZIONI SISMICHE</i>	79
VERIFICA C.3 SEZIONE TIPO DI RIPRISTINO – SPONDA SINISTRA - <i>CONDIZIONI STATICHE</i>	80
VERIFICA C.4 SEZIONE TIPO DI RIPRISTINO – SPONDA SINISTRA - <i>CONDIZIONI SISMICHE</i>	81
VERIFICA C.5 SEZIONE TIPO DI SCAVO E RIPRISTINO – SPONDA DESTRA - <i>CONDIZIONI STATICHE</i>	82
VERIFICA C.6 SEZIONE TIPO DI SCAVO E RIPRISTINO – SPONDA DESTRA - <i>CONDIZIONI SISMICHE</i>	83

1 PREMESSA

A seguito dell'approvazione della Variante Specifica 2014 al PAE del Comune di Baiso (Deliberazione n. 48 del 28/11/2014) riguardante la Zona di PAE n°5 comparto “La Gavia” [MO111 di PIAE] ubicato nei pressi della Località Cà di Paccia in Comune di Baiso (RE), delle autorizzazioni alla sistemazione idraulica ed alle autorizzazioni in deroga ottenute per la Cava La Gavia, si è resa necessaria la revisione del Piano di Coordinamento Attuativo (P.C.A.) dell'ambito MO111 – La Gavia (Zona di PAE n°5).

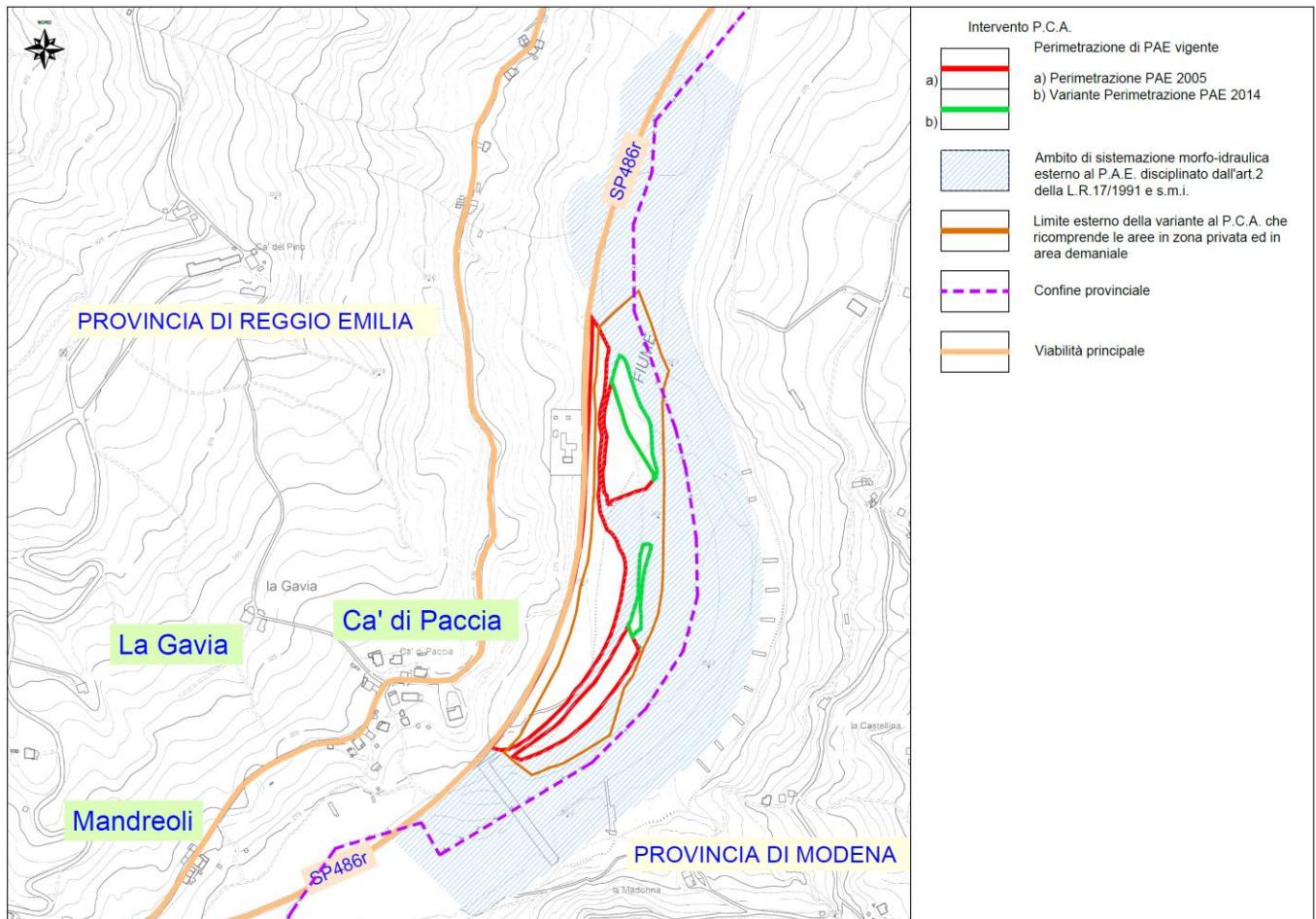


Figura 1. Ubicazione dell'area in esame su CTR (non in scala)

L'area in esame è ubicata nel comune di Baiso (RE) ed è compresa nella Tavoletta I.G.M. F86 III NO – Carpineti alla scala 1:25.000 e nella sezione 218160 - San Cassiano della Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:10.000. In dettaglio il sito ricade nell'elemento 218162 "Saltino" della Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:5.000.

L'area è posta tra le quote 266 m slm (area a monte) e 257 m slm (zona di valle).

L'area centrale della zona di intervento ha Latitudine ED50 = 44,4124° e Longitudine ED50 = 10,6291°.

2 QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

La zona in esame rientra nel Foglio 218 "Castelnuovo né Monti" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Nell'area in esame affiorano i terreni del subsistema di Ravenna – unità di Modena (AES8a) ed i depositi alluvionali in evoluzione (b1). Più a monte, in sponda sinistra del F. Secchia affiorano i terreni della Formazione di Monte Venere (MOV) appartenente alle Unità Liguri, mentre in sponda destra affiorano i terreni della Formazione di Monghidoro (MOH).

2.1 Stratigrafia

Le descrizioni delle unità presenti nell'area sono tratte dalle note illustrate disponibili sul sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>; questi terreni sono estesamente interessati lungo i versanti dalla presenza di depositi quaternari continentali legati a fenomeni di dissesto attivi o quiescenti, anche essi descritti in seguito sempre sulla base delle note regionali. L'area in esame è caratterizzata dalla presenza dell'unità di Modena (AES8a) e dai depositi alluvionali in evoluzione (b1).

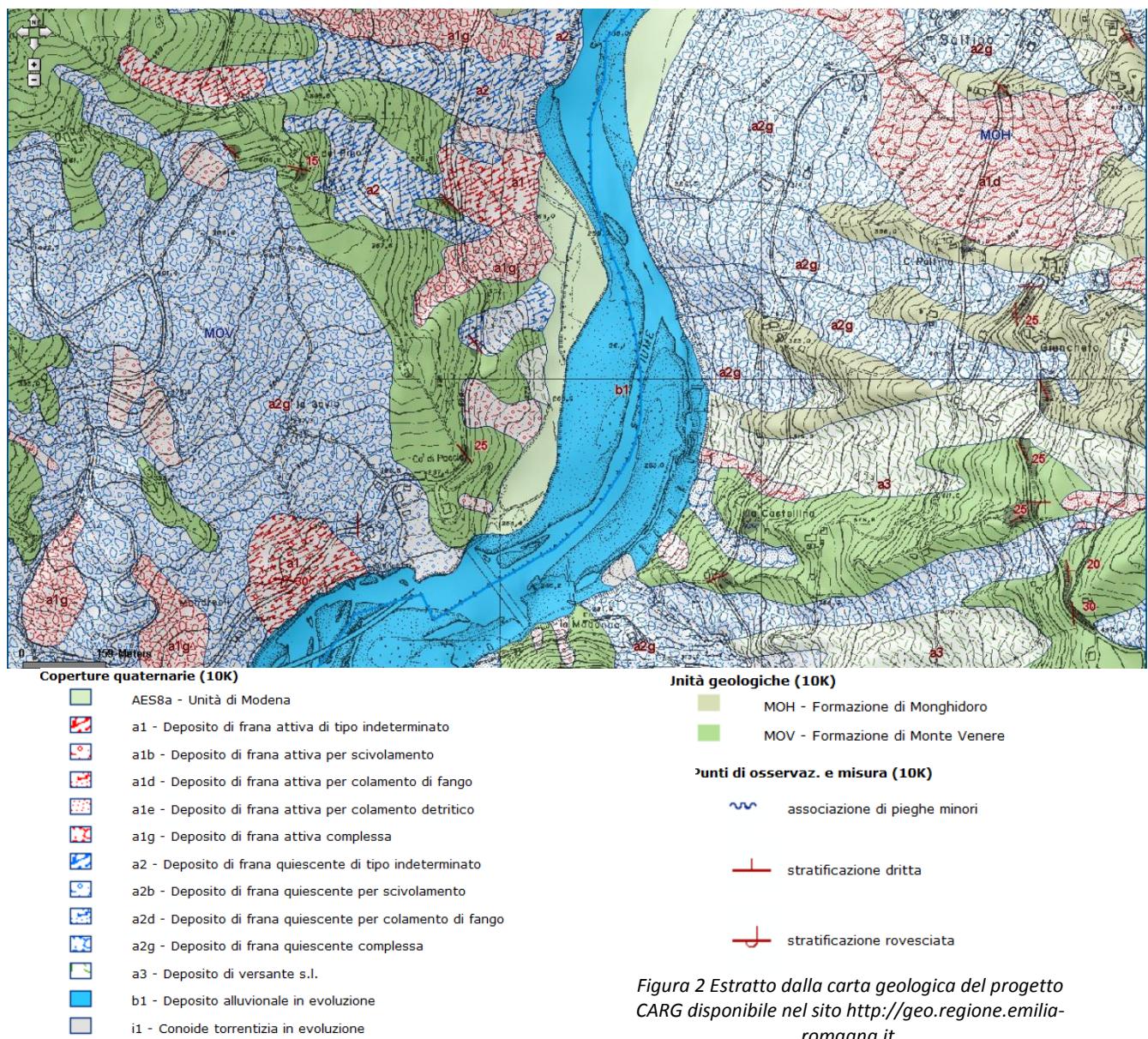


Figura 2 Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

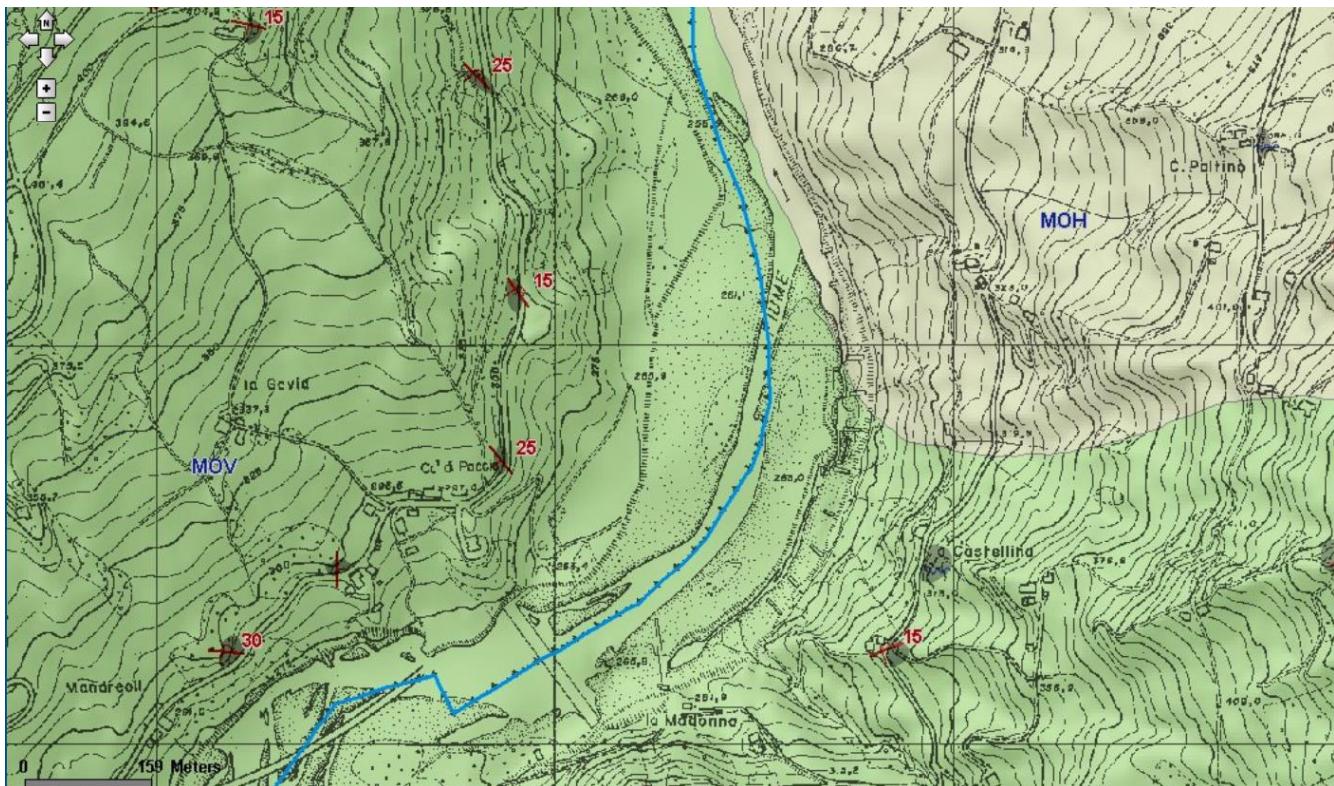


Figura 3 Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regnione.emilia-romagna.it> (senza le coperture quaternarie)

2.1.1 MOH - Formazione di Monghidoro

Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati spessi, raramente molto spessi, con rapporto A/P generalmente intorno a 2/1 cui si intercalano intervalli metrici di strati sottili e medi con rapporto A/P circa 1/2. Le arenarie sono gradate con base a granulometria da media a grossolana, talora microconglomeratica, localmente poco cementate, di colore grigio scuro ma generalmente marroni o giallastre per alterazione ed ossidazione dei minerali femici; passano ad argilliti più o meno siltose di colore nerastro. Nella parte bassa della formazione sono presenti rari strati sottili calcareo-marnosi o calcarei con abbondanti tracce di fucoidi. Localmente distinte: la litofacies arenacea (MOHa), caratterizzata da $A/P > 1$; la litofacies pelitico-arenacea (MOHb), caratterizzata da strati sottili pelitico-arenacei con rapporto $A/P < 1$; la litofacies pelitica (MOHc) con $A/P < 1/10$. Torbiditi di piana bacinale. Limite inferiore graduale su MOV. La potenza geometrica è di qualche centinaio di metri. (Maastrichtiano sup. - Paleocene sup.)

2.1.2 MOV- Formazione di Montevenere

Torbiditi arenaceo-marnose con base fine grigio-chiaro, in strati da medi a molto spessi, al tetto intervalli sottili o medi di argille scure o nerastre. Intercalazioni metriche di strati arenaceo-pelitici da sottili a spessi grigio brunastri, con rapporto $A/P > 1$, a luoghi prevalenti sugli strati calcareo-marnosi. Regolari intercalazioni di megatorbiditi calcareo-marnose in strati spessi fino a 15 m. Le areniti hanno composizione arcosica e possono avere cementazione scarsa, specie quelle a grana più grossolana. Paleocorrenti con provenienza dai quadranti meridionali. Contatto inferiore non preservato. Nella parte alta della formazione è localmente presente la litofacies del Torrente Lucola (MOVa), costituita da torbiditi siltoso-marnose in strati sottili. Torbiditi di ambiente marino profondo. Potenza fino a 600 m. (Campaniano sup. - Maastrichtiano)

2.1.3 Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

2.1.3.1 Subsistema di Ravenna (AES8)

In contesto intravallivo e in pianura l'unità è rappresentata da depositi di conoide alluvionale, terrazzati, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, con locali intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi, ricoperte da una coltre limoso-argillosa di spessore variabile. Localmente sono presenti limi e limi sabbiosi prevalenti: depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore. Il contatto di base è erosivo e discordante con tutte le altre unità, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie topografica. Il fronte di alterazione del tetto è di moderato spessore (da qualche decina di cm fino ad 1m) ed i suoli presentano gli orizzonti superficiali

decarbonatati o parzialmente decarbonatati. Il profilo è costituito dagli orizzonti A-Bw- Bk (C); Hue degli orizzonti B 2,5Y-10YR.

È sede di attività agricola diffusa, di insediamenti produttivi e di nuclei abitativi. Nell'area del Foglio 218, il Subsistema di Ravenna raggiunge lo spessore massimo di circa 20 m.

Anche sulla base delle datazioni radiometriche ottenute nelle successioni dei Fogli limitrofi (180, 199 e 200) e in base alle datazioni radiometriche e geoarcheologiche disponibili nell'area del Foglio, è possibile datare la base del Subsistema di Ravenna a circa 20.000 anni B.P

Età: Pleistocene superiore (post circa 20.000 anni B.P.) – Olocene.

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica, viene distinta, all'interno del Subsistema di Ravenna, l'Unità di Modena.

2.1.3.2 Unità di Modena (AES8a)

L'unità (affiorante nell'area in esame) è costituita da ghiaie prevalenti con livelli e lenti di sabbie, ricoperte da una coltre limosa e/o limoso-sabbiosa discontinua: depositi di conoide alluvionale distale e di canale, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua, sia in contesto intravallivo, sia di pianura. La scarpata che la separa dal Subsistema di Ravenna non supera mai i 2-3 m di altezza. Il fronte di alterazione della superficie di tetto è di limitato spessore (poche decine di cm) ed il profilo pedologico è di tipo A-C (Entisuoli) e, localmente, A-Bw-C (Inceptisuoli); Hue dell'orizzonte Bw 10YR-2,5Y. Nella zona di alta pianura l'unità è sede principalmente di attività agricola e localmente di insediamenti produttivi e di nuclei abitativi. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri (12 m nell'area in esame). In base alle datazioni geoarcheologiche disponibili nell'area del Foglio, all'unità di Modena è attribuita un'età post-romana, probabilmente post IV-VII sec. d.C.. Età: Olocene (post IV-VII sec. d.C.).

2.1.4 *Depositi quaternari continentali*

a1b – *Deposito di frana attiva per scivolamento*. 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.

a1d - *Deposito di frana attiva per colamento di fango*. 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 sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a1g - *Deposito di frana attiva complessa*. Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

a2b - *Deposito di frana quiescente per scivolamento*. 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.

a2d - *Deposito di frana quiescente per colamento di fango*. 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 sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a3 - Deposito di versante s.l. Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosì, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione (affiorante nell'area in esame) - Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embricate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).

2.2 Indagini geognostiche

L'area della cava "La Gavia" è stata indagata attraverso l'esecuzione di diverse prove geognostiche, tra cui 9 prove penetrometriche dinamiche (anno 2007), 5 saggi con escavatore (pozzetti), 3 sondaggi a carotaggio continuo (anno 2010) e 1 indagine sismica di tipo MASW (giugno 2011). L'ubicazione delle indagini è riportata all'interno della **Tavola 2 "Carta Geologica, geomorfologica ed idrogeologica"**.

2.2.1 Saggi con escavatore

Saggio PZ1	
Profondità in metri	Descrizione dei terreni
0,00-0,10	Suolo a matrice limo-sabbiosa scarsamente evoluto
0,10-5,00	Ghiaia eterometrica con ciottoli e matrice sabbioso-limosa

Nel saggio 1 è stata rinvenuta falda alla profondità di 4.70 m dal p.c.



Saggio PZ2

Profondità in metri	Descrizione dei terreni
0,00-0,10	Suolo a matrice limo-sabbiosa scarsamente evoluto
0,10-4,60	Ghiaia eterometrica con ciottoli e matrice sabbioso-limosa

Nel saggio 2 è stata rinvenuta falda alla profondità di 4.30 m dal p.c.



Saggio PZ3		
Profondità in metri	Descrizione dei terreni	
	0,00-0,20	Suolo a matrice limo-sabbiosa scarsamente evoluto
	0,20-3,60	Ghiaia eterometrica con ciottoli e matrice sabbioso-limosa
Nel saggio 3 è stata rinvenuta falda alla profondità di 4.35 m dal p.c.		
 		

Saggio PZ4		
Profondità in metri	Descrizione dei terreni	
	0,00-0,10	Suolo a matrice limo-sabbiosa scarsamente evoluto
	0,10-4,70	Ghiaia eterometrica con ciottoli e matrice sabbioso-limosa
Nel saggio 4 è stata rinvenuta falda alla profondità di 4.00 m dal p.c.		
 		

Saggio PZ5		
Profondità in metri	Descrizione dei terreni	
	0,00-0,15	Suolo a matrice limo-sabbiosa scarsamente evoluto
	0,15-4,0	Ghiaia eterometrica con ciottoli e matrice sabbioso-limosa
Nel saggio 5 è stata rinvenuta falda alla profondità di 3.30 m dal p.c.		
 		

2.2.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPM) (2007)

Tali indagini sono state effettuate utilizzando penetrometri dinamici aventi le seguenti caratteristiche:

- DP20: massa maglio = 20 kg, volata del maglio = 20 cm; area punta = 10 cmq; peso aste = 2.5 kg/m; penetrazione standard = 10 cm;
- DP30: massa maglio = 30 kg, volata del maglio = 20 cm; area punta = 10 cmq; peso aste = 3.6 kg/m; penetrazione standard = 10 cm.

L'indagine consiste nell'infiggere nel terreno un'asta o una serie di aste con punta conica o con curetta. Il sistema d'infissione è costituito da un maglio che batte sulle aste; il dato rilevato è il numero di colpi (numero di volte) che occorre per abbassare il sistema aste/punta di 10 cm nel terreno. Si ottengono così diagrammi che discretizzano il sottosuolo in livelli di 10 cm per l'intera profondità d'indagine. Frequentemente, come in questo caso, si sono interrotte le prove quando il numero dei colpi diventava particolarmente elevato vicino al rifiuto.

Per il calcolo dei parametri geomeccanici, i valori d'infissione relativi all'avanzamento di 10 cm, sono stati trasformati in valori d'infissione della prova standard (Nspt), per mezzo di un coefficiente di trasformazione adottato per terreni prevalentemente granulari pari a $f = 1.2$ (Vannelli e Benassi, 1983).

Le 8 prove penetrometriche eseguite sono state spinte fino a "rifiuto".

Nella tabella sottostante si riporta la profondità dal piano campagna raggiunta da ciascuna prova reperita nonché il tetto delle ghiaie individuato.

PROVA	Tipologia	Penetrometro	Profondità (m dal p.c.)	Tetto delle ghiaie (m da p.c.)
P1	Prova penetrometrica dinamica	DP20	0.40	0.10
P1bis	Prova penetrometrica dinamica	DP20	0.50	0.30
P2	Prova penetrometrica dinamica	DP30	0.80	0.60
P3	Prova penetrometrica dinamica	DP30	0.50	0.20
P4	Prova penetrometrica dinamica	DP30	0.60	0.10
P5	Prova penetrometrica dinamica	DP30	0.50	0.10
P6	Prova penetrometrica dinamica	DP30	0.60	0.10
P7	Prova penetrometrica dinamica	DP20	0.60	0.30
P8	Prova penetrometrica dinamica	DP20	2.10	1.90

Durante la realizzazione delle prove non è stata rilevata acqua nei fori di sondaggio.

Le prove penetrometriche hanno evidenziato come il materiale attraversato sia costituito prevalentemente da ghiaia e ghiaia con sabbia localmente coperto da un suolo poco evoluto di spessore variabile da 0.0 a 0.40 m.

2.2.3 Sondaggi geognostici integrativi (2010)

Ad integrazione delle indagini con penetrometro dinamico sono stati eseguiti, nel settembre 2010, 3 sondaggi di cui 1 carotaggio continuo (P1) e due a distruzione di nucleo (PZ1 e PZ2) attrezzati con piezometro.

Sondaggio	Profondità raggiunta m da p.c.	Tipologia
S1	15.00	Sondaggio a carotaggio continuo
PZ1	11.00	Sondaggio a distruzione di nucleo con piezometro
PZ2	13.50	Sondaggio a distruzione di nucleo con piezometro

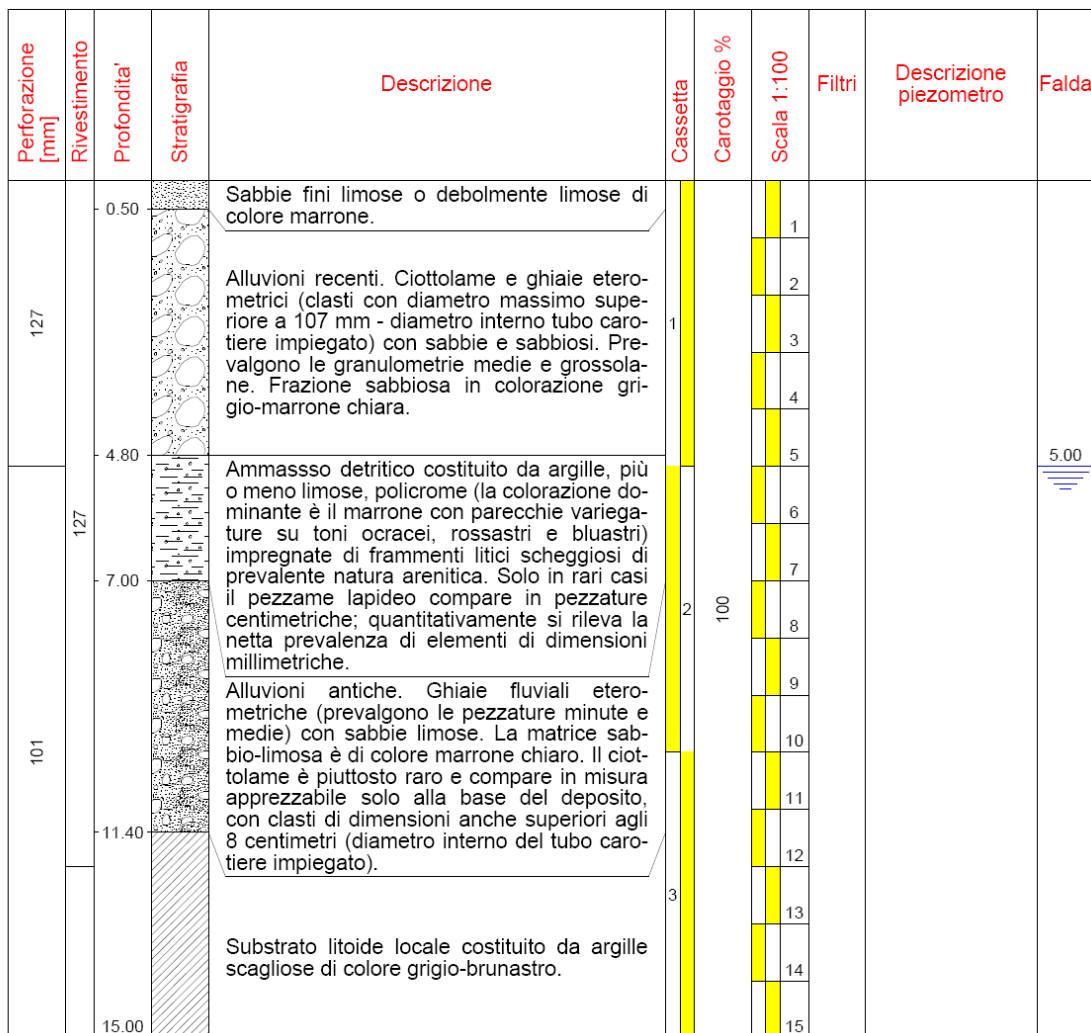
Nel sondaggio a carotaggio continuo S1 sono state eseguite 3 prove SCPT che hanno fornito tutte un valore di rifiuto.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa al sondaggio S1:

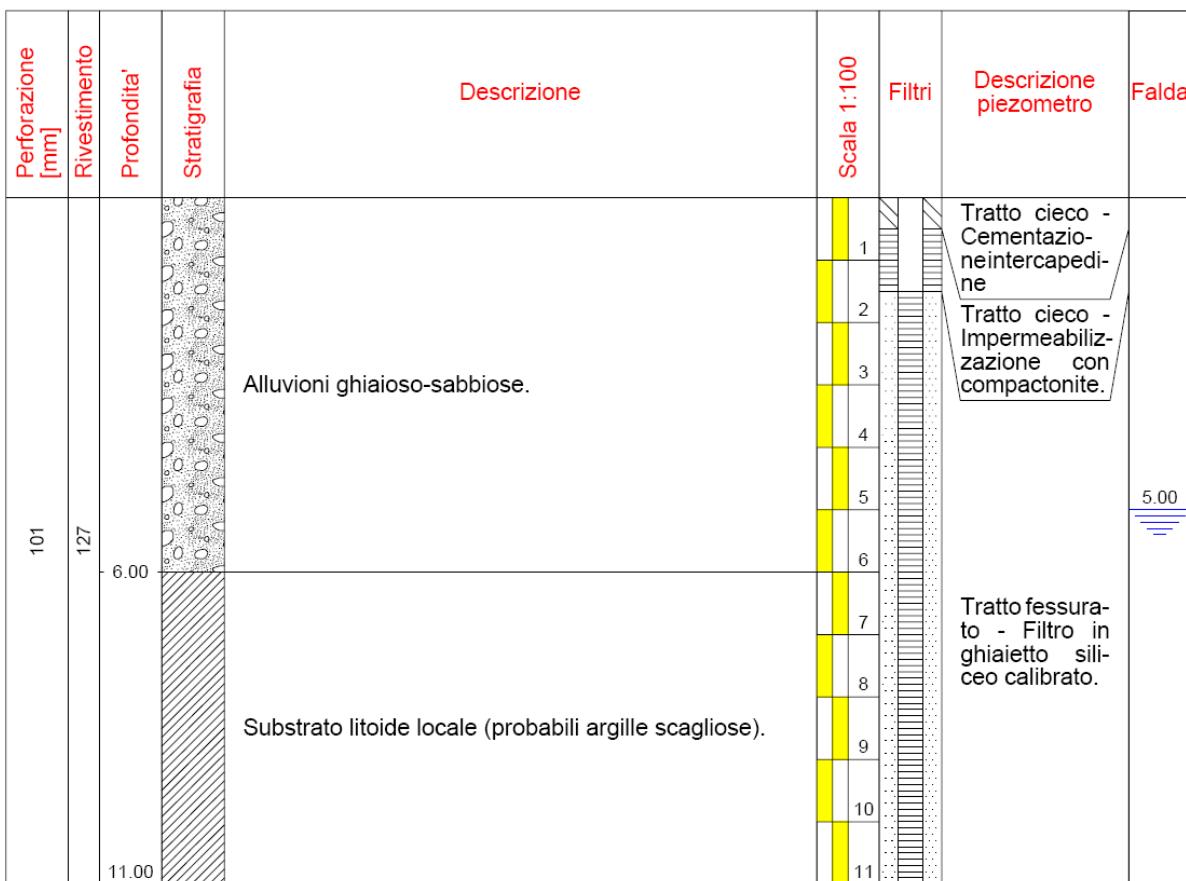


Di seguito si riportano le stratigrafie dei sondaggi eseguiti.

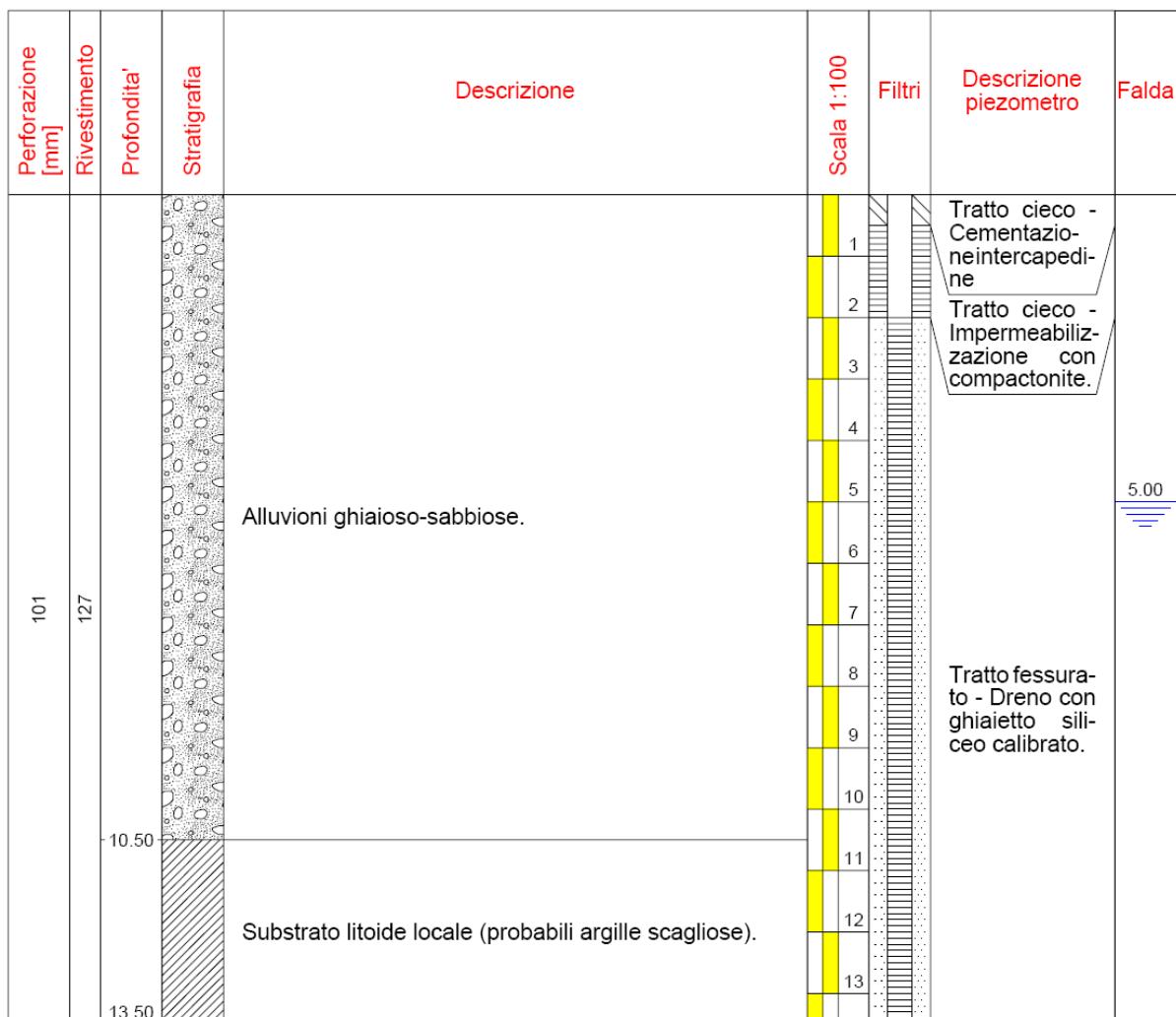
 PARMAGEO s.r.l. Indagini Geognostiche Via Argini sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR) ☎ 0521.681030 • ☎ 0521.683561 info@parmageo.com	Committente:	Cod. Rapp.	Sondaggio:	Foglio
	C.E.A.G. Srl (Villa Minozzo, RE)	10-079.Ga.S1	S1	1
	Cantieri:			
	Cava "LA GAVIA"			
Località:		Data inizio:		
Gavia di Baiso (RE)		21.09.2010		
Il geologo:	Perforatrice:	Metodo:	Fluido perf.:	Quota inizio:
Dr. Geol. E. Faccini	ATLAS "B53"	carotaggio cont.	acqua	p.c.
				Data fine:
				22.09.2010



PARMAGEO s.r.l.		Committente: C.E.A.G. Srl (Villa Minozzo, RE)	Cod. Rapp. 10-079.Ga.Pz1	Sondaggio: Pz1	Foglio: 1
V.le Nuovo, 7 - 43030 BASILICANOVA (PR) • 0521.681030 • 0521.683561 • parmageo@libero.it •		Cantiere: Cava "LA GAVIA"			
Località: Gavia di Baiso (RE)				Data inizio: 16.09.2010	Data fine: 16.09.2010
Il geologo: Dr. Geol. E. Faccini	Perforatrice: ATLAS "B53"	Metodo: distruz. nucleo.	Fluido perf.: acqua	Quota inizio: p.c.	



 PARMAGEO s.r.l.		Committente: C.E.A.G. Srl (Villa Minozzo, RE)	Cod. Rapp. 10-079.Ga.Pz2	Sondaggio: Pz2	Foglio: 1
V.lo Nuovo, 7 • 43030 BASILICANOVA (PR) 0521.681000 • 0521.683561 • parmageo@libero.it •		Cantiere: Cava "LA GAVIA"			
* p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 * REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.800,00 Euro Int. vers.		Località: Gavia di Baiso (RE)	Data inizio: 17.09.2010		
Il geologo: Dr. Geol. E. Faccini	Perforatrice: ATLAS "B53"	Metodo: distruz. nucleo.	Fluido perf.: acqua	Quota inizio: p.c.	Data fine: 17.09.2010



2.2.4 Indagine sismica MASW (giugno 2011)

Per mezzo della tecnica MASW (Park et al., 1999) e quindi dello studio delle onde superficiali che comunemente dominano una porzione considerevole dei sismogrammi, è possibile ottenere delle stime del profilo di velocità delle onde S. Le indagini MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono utilizzate per la determinazione del profilo di rigidezza dei terreni più superficiali. L'approccio utilizzato è basato su una doppia trasformata del campo d'onda (trasformate Slant-Stack e di Fourier), per mezzo della quale viene rappresentato il segnale nel dominio ω -p (frequenza angolare-slowness), in cui è possibile identificare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh.

Le indagini MASW sono eseguite con un sismografo a 24 canali e geofoni a bassa frequenza (<10 Hz); lo stendimento è eseguito partendo da un punto centrale (misuratore) dove è posizionato lo strumento di acquisizione; nella norma i 24 canali sono suddivisi in due stendimenti da 12 geofoni con baricentro posto nello strumento di acquisizione; l'asse intergeofonico è pari a 2.0-3.0 m. L'energizzazione viene eseguita in posizione esterna con un offset rispettivamente pari a 3, 6 e 9 metri dal geofono più distante dall'acquisitore; l'energizzatore è rappresentato da una mazza battente su piastra orizzontale.

Nell'area è stata svolta una indagine MASW ubicata come riportato in Tavola 2. Il valore di V_{s30} calcolato sulla base della prova MASW eseguita risulta pari a **714 m/s**. Nella figura seguente si riportano i valori di Vs registrati alle differenti profondità ed il profilo verticale delle velocità.

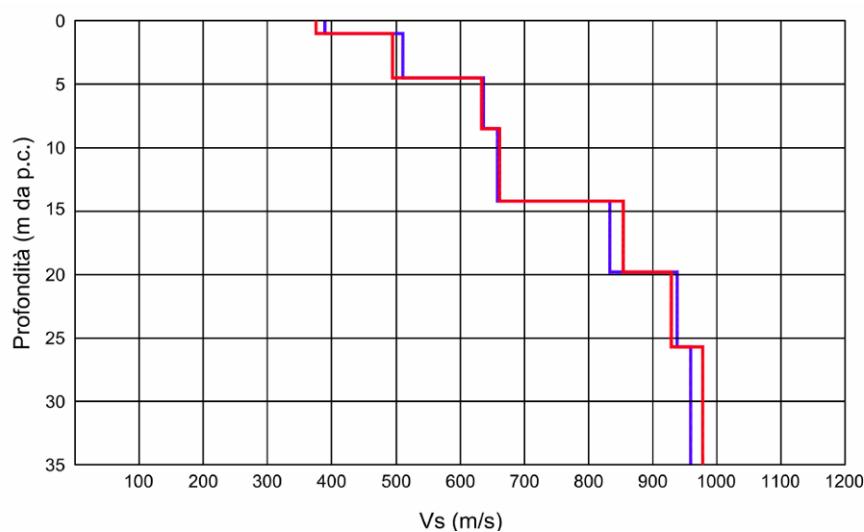


Figura 7. Diagramma Vs-profundità (in rosso le Vsv e in blu le Vsh)

Spessore (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Modulo di taglio (Mpa)	Densità (g/cm³)
1,0	376	390	287	2,00
3,5	494	510	509	2,10
4,0	633	636	839	2,10
5,7	661	658	925	2,10
5,6	854	833	1757	2,20
5,9	929	938	1857	2,20
9,3	978	959	2194	2,20

Figura 8 Modello del sottosuolo individuato

2.3 Aspetti geomorfologici

L'area in esame si colloca ad est della località Cà di Paccia, ad una quota variabile da 257 m slm (zona di valle) a 266 m s.l.m. (zona di monte), lungo il corso del Fiume Secchia. L'area è in prevalenza, il risultato dell'azione prodotta dalle acque di scorrimento superficiale (fiume Secchia) e dall'attività antropica.

2.3.1 Cartografia del dissesto

Nella figura seguente si riporta un estratto della cartografia del dissesto a cura della Regione Emilia-Romagna e disponibile in rete (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/cartografia-dissesto-idrogeologico>) nonché le notizie tratte dall'archivio storico della Regione Emilia-Romagna relativo alla riattivazione dei fenomeni franosi censiti nell'area.

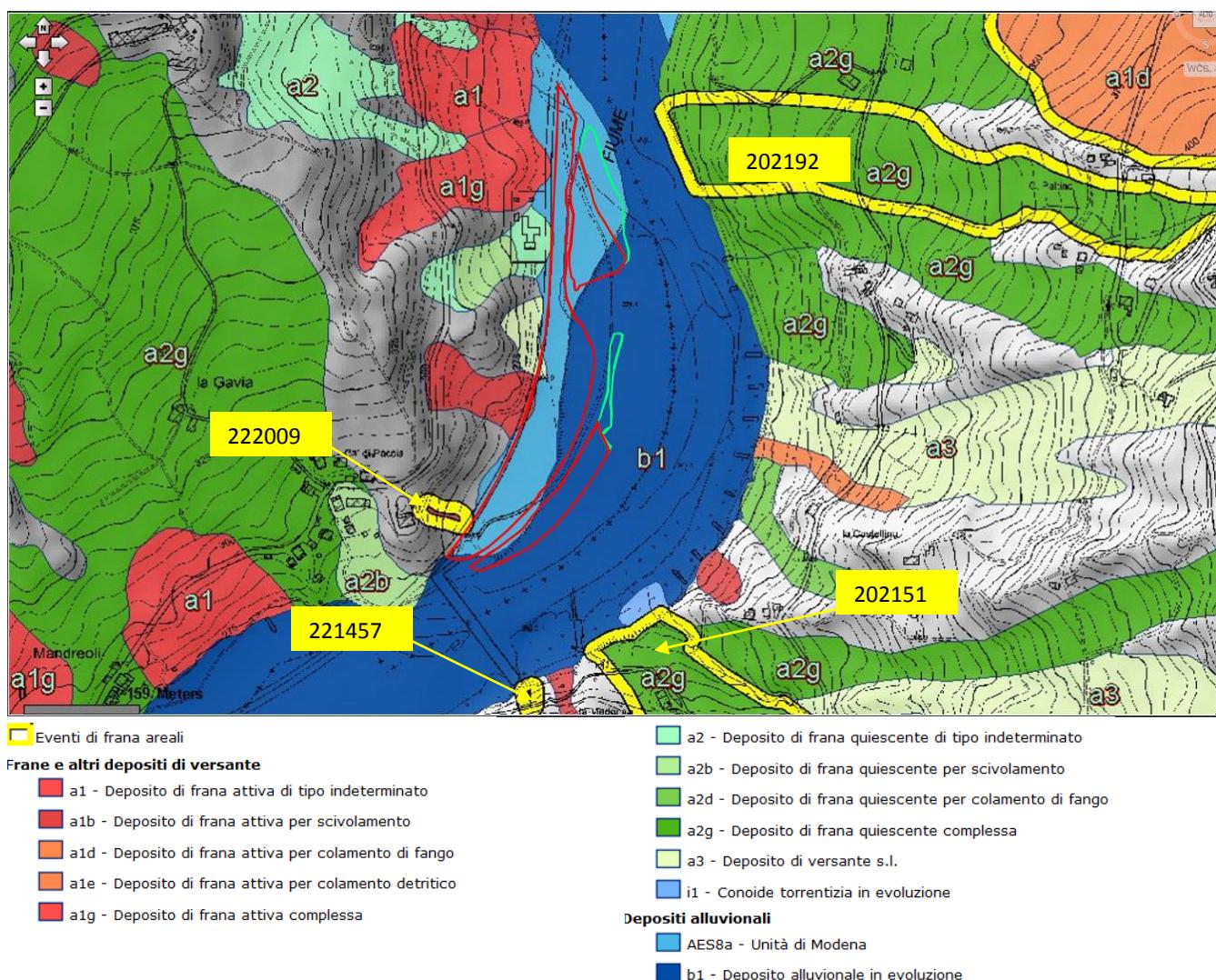


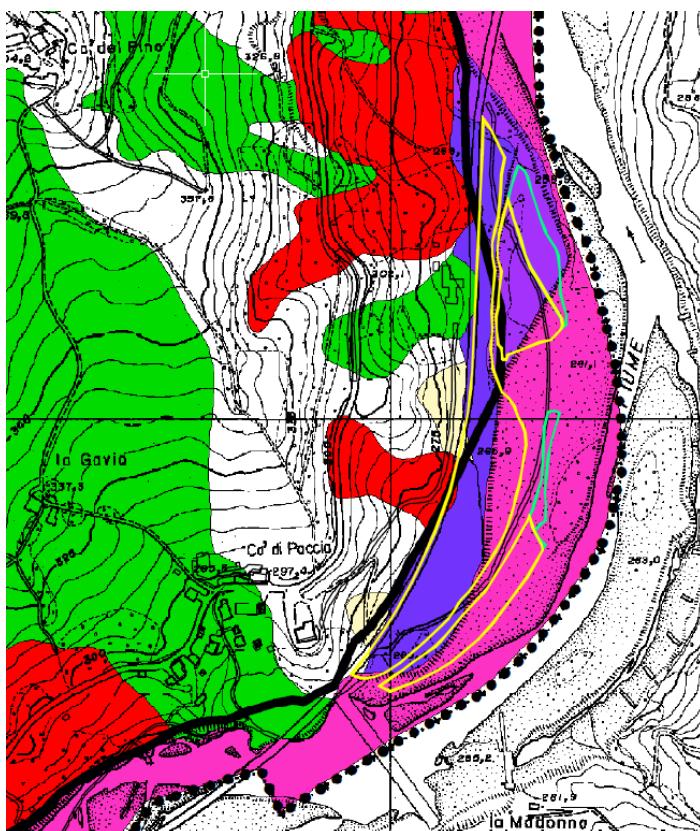
Figura 9 Estratto dalla "Cartografia del Dissesto" a cura della Regione Emilia-Romagna disponibile in rete.

Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 222009	Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 202192
<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 222009</p> <p>2013 - ID EVENTO: 224380</p> <p>data: 11/APR/2013</p> <p>precisione data: breve periodo certo (1-7gg) evento marzo aprile 2013</p> <p>localizzazione: La Gavia, Baiso, RE</p> <p>precisione localizzazione: perimetrazione certa</p> <p>descrizione: Attivazione di frana per scivolamento, in sinistra idraulica del F. Secchia, a valle di una abitazione, che non è stata coinvolta dal dissesto</p> <p>fonti documentali: Aggiornamenti enti locali (Evento Marzo-Aprile 2013)</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS: No</p>	<p>1979 - ID EVENTO: 223218</p> <p>data: 18/OTT/1979</p> <p>precisione data: giorno certo 18 ott 1979</p> <p>localizzazione: Saltino, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione: buona approssimazione</p> <p>descrizione: Strada comunale per la borgata Prato Vignale, circa 0.5 km prima dell'abitato (350 m a ovest di Giuncheto). Evoluzione e ampliamento della frana attivata nel mese di febbraio. I movimenti si svolgono, a partire dal pendio immediatamente a monte della strada vicinale, lungo la linea di drenaggio passante 100 m a nord di Giuncheto, in corrispondenza dei 2 edifici posti sul tornante della strada Saltino - Pugnago. Settore superiore di un'estesa frana quiescente.</p>

<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 202151</p> <p>2002 - ID EVENTO: 21366</p> <p>data:05/DIC/2002</p> <p>precisione data:breve periodo certo (1-7gg) [5] dic 2002</p> <p>localizzazione:la Madonna, Pugnago, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Strada Via Ducale, attraversamento vallecola del Rio Maggio, località La Madonna. L'attivazione di una frana sul pendio a monte interessa il tracciato stradale. Il persistere delle precipitazioni determina la prosecuzione dei movimenti nel corso del mese di dicembre. All'interno di una frana quiescente.</p> <p>dimensioni del fenomeno:L = 50 m.</p> <p>cause innesco:Elevati apporti idrici conseguenti alle intense e prolungate precipitazioni del novembre 2002.</p> <p>fonti documentali:ARCH. SPDS MODENA - Archivio corrente 3° piano. Evento alluvionale autunno 2002. Comune di Prignano sulla Secchia, Segnalazione danni, 5 dicembre 2002. Comune di Prignano sulla Secchia, Segnalazione danni lungo la viabilità comunale, 21 dicembre 2002.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p> <p>1800 - ID EVENTO: 21365</p> <p>data:01/GEN/1800</p> <p>precisione data:decennale-secolare XIX secolo (prima metà)</p> <p>localizzazione:la Madonna, Pugnago, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Territorio di Saltino all'epoca appartenente al Comune di Sassuolo. A nord di Dignatica, versante degradante verso la valle del Secchia, tratto di pendio esteso sino alla Madonna di Saltino. I periti incaricati della valutazione del tracciato della nuova strada Sassuolo - Passo delle Radici nel corso dei sopralluoghi del marzo 1854 riscontrano la presenza di fenomeni di instabilità generalizzata nel tratto di versante prossimo alla Madonna di Saltino. Ampio corpo di frana quiescente esteso sino alla base del versante destro del F. Secchia.</p> <p>fonti documentali:ARCH. STATO DI MODENA - Fondo Genio Civile. Busta 150/B. Strada Nazionale delle Radici. Relazione dei sopralluoghi svolti nei giorni 13, 14, 15 marzo 1854 dalla Commissione incaricata di studiare "l'andamento della strada che da Montefiorino condur deve a Sassuolo in proseguimento di quella già aperta per la Provincia di Garfagnana". Sassuolo, 16 marzo 1854.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p>	<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 202192</p> <p>dimensioni del fenomeno: L = 400 m, I = 100 m, A = 0.03 km2.</p> <p>cause innesco: Elevati apporti idrici connessi alla rapida fusione del manto nevoso in concomitanza con precipitazioni intense.</p> <p>fonti documentali: ARCH. SPDS MODENA - Regione Emilia-Romagna, Ufficio Regionale del Genio Civile di Modena, Opere di Pronto Intervento (Legge n. 1010/1948). Lavori di pronto intervento per contrastare il movimento franoso minacciante la borgata Giuncheto in località Saltino nel Comune di Prignano sulla Secchia. Segnalazione telegrafica del Sindaco, 19 ottobre 1979. Comunicazione sopralluogo, 24 ottobre 1979. Relazione, 15 febbraio 1980. Cartografia localizzazione frana a scala 1:5.000.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS: No</p> <p>1979 - ID EVENTO: 21360</p> <p>data: 15/FEB/1979</p> <p>precisione data:giorno certo 15 feb 1979</p> <p>localizzazione:Saltino, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Strada comunale per la borgata Prato Vignale, circa 0.5 km prima dell'abitato (350 m a ovest di Giuncheto). L'attivazione di una frana interessa la strada per Prato Vignale. Nella zona di coronamento di un'estesa frana quiescente.</p> <p>cause innesco:Elevati apporti idrici connessi alla rapida fusione del manto nevoso in concomitanza con precipitazioni intense.</p> <p>fonti documentali:ARCH. SPDS MODENA - Regione Emilia-Romagna, Ufficio Regionale del Genio Civile di Modena, Opere di Pronto Intervento (Legge n. 1010/1948). Lavori di pronto intervento per contrastare il movimento franoso minacciante la borgata Giuncheto in località Saltino nel Comune di Prignano sulla Secchia. Segnalazione telegrafica del Sindaco, 19 febbraio 1979.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p> <p>1955 - ID EVENTO: 21364</p> <p>data:01/GEN/1955</p> <p>precisione data:indicazione dell'anno 1955</p> <p>localizzazione:Saltino, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Versante degradante dalla località Giuncheto, verso il fondovalle del F. Secchia. L'attivazione di un movimento all'interno di un piccolo impluvio a monte del nucleo abitato di Giuncheto interessa due tratti della sottostante strada Saltino - Pugnago, giungendo in prossimità di alcuni edifici isolati. La stessa area sarà coinvolta, a scala più ampia, dalla riattivazione del 1977. L'alto superiore di una estesa frana quiescente presente sul versante sottostante C. Paltino.</p> <p>dimensioni del fenomeno:L = 370 m, I max = 50 m, I min = 30 m, A = 0.02 km2.</p> <p>cause innesco:Eventi meteorici caratterizzati da precipitazioni elevate e prolungate.</p> <p>fonti documentali:ARCH. SPDS MODENA - Regione Emilia-Romagna, Servizio Provinciale Difesa del Suolo, Risorse Idriche e Forestali di Modena. Archivio 3° piano. Comune di Prignano sulla Secchia (1979) - Indagini geologiche per la individuazione dell'area per la ricostruzione del Cimitero di Saltino. Relazione Geologica con Allegati cartografici. Studio Geologico L. SAVIO, Modena, 15 settembre 1979.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p> <p>1900 - ID EVENTO: 20988</p> <p>data:01/GEN/1900</p> <p>precisione data:decennale-secolare XX secolo (inizio)</p> <p>localizzazione:Saltino, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Settore di versante degradante dal Monte della Croce verso nord-ovest sino al fondovalle del F. Secchia, comprendente le borgate e gli insediamenti rurali di Saltino posti a ovest della Chiesa. Nel Progetto di consolidamento dell'abitato redatto nel 1931 viene citata l'attivazione di un ampio corpo di frana che coinvolse "alcuni anni prima" gran parte dell'abitato di Saltino e, in seguito, subì ulteriori rimobilizzazioni in massa. Non è stato possibile individuare elementi cronologici più precisi, tuttavia, in base alla verifica di altri Progetti di Consolidamento di abitati redatti nello stesso periodo e del riferimento nel Progetto ad un'altra rimobilizzazione in massa più recente (riferendosi al 1931) si ritiene che il movimento possa essere riferito, ragionevolmente, all'inizio del Novecento. Non si dispone di elementi cartografici diretti, tuttavia, la corrispondenza dell'area con le riattivazioni successive consente di delimitare con ragionevole approssimazione i limiti del movimento. Il settore inferiore comprende un insieme di grandi corpi di frana.</p>
<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 221457</p> <p>2013 - ID EVENTO: 223560</p> <p>data:01/MAR/2013</p> <p>precisione data:indicazione del bimestre evento marzo aprile 2013</p> <p>localizzazione:Centrale Idrolettrica - La Madonna, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:perimetrazione certa</p> <p>descrizione:Colata detritica che ha interessato la scarpata a monte della centrale idrolettrica coinvolgendo un sentiero.</p> <p>fonti documentali:Ente locale (comunicazione e dati informali - Evento Marzo-Aprile 2013)</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p>	<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 221457</p> <p>2013 - ID EVENTO: 223560</p> <p>data:01/MAR/2013</p> <p>precisione data:indicazione del bimestre evento marzo aprile 2013</p> <p>localizzazione:Centrale Idrolettrica - La Madonna, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:perimetrazione certa</p> <p>descrizione:Colata detritica che ha interessato la scarpata a monte della centrale idrolettrica coinvolgendo un sentiero.</p> <p>fonti documentali:Ente locale (comunicazione e dati informali - Evento Marzo-Aprile 2013)</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p> <p>1900 - ID EVENTO: 20988</p> <p>data:01/GEN/1900</p> <p>precisione data:decennale-secolare XX secolo (inizio)</p> <p>localizzazione:Saltino, Prignano sulla Secchia, Modena</p> <p>precisione localizzazione:buona approssimazione</p> <p>descrizione:Settore di versante degradante dal Monte della Croce verso nord-ovest sino al fondovalle del F. Secchia, comprendente le borgate e gli insediamenti rurali di Saltino posti a ovest della Chiesa. Nel Progetto di consolidamento dell'abitato redatto nel 1931 viene citata l'attivazione di un ampio corpo di frana che coinvolse "alcuni anni prima" gran parte dell'abitato di Saltino e, in seguito, subì ulteriori rimobilizzazioni in massa. Non è stato possibile individuare elementi cronologici più precisi, tuttavia, in base alla verifica di altri Progetti di Consolidamento di abitati redatti nello stesso periodo e del riferimento nel Progetto ad un'altra rimobilizzazione in massa più recente (riferendosi al 1931) si ritiene che il movimento possa essere riferito, ragionevolmente, all'inizio del Novecento. Non si dispone di elementi cartografici diretti, tuttavia, la corrispondenza dell'area con le riattivazioni successive consente di delimitare con ragionevole approssimazione i limiti del movimento. Il settore inferiore comprende un insieme di grandi corpi di frana.</p>

	<p>Scheda degli Eventi relativi alla ubicazione id 202192</p> <p>quiescenti ed attivi estesi sino al fondovalle del F. Secchia. La porzione a monte dell'abitato di Saltino corrisponde ad un esteso movimento quiescente con zona di distacco sul versante I movimenti relativi all'insieme dei corpi di frana individuati determinano una configurazione planimetrica convessa di un'ampio settore del versante destro del F. Secchia, poco a valle della confluenza con il T. Dolo. Questo assetto influisce in misura determinante sulla dinamica evolutiva del corso d'acqua. Gli accumuli relativi ai maggiori corpi di frana occupano parte del fondovalle alluvionale e sono soggetti all'azione erosiva del F. Secchia. L'evoluzione dei movimenti comporta una riduzione dell'ampiezza dell'alveo di deflusso ordinario ed il suo progressivo spostamento verso la sponda opposta (sinistra)</p> <p>dimensioni del fenomeno:L = 2000 m circa, l max = 500 m.</p> <p>cause innesco:Elevati apporti idrici relativi a precipitazioni intense e prolungate.</p> <p>fonti documentali:ARCH. IRPI - Prignano sulla Secchia. Corpo Reale del Genio Civile, Ufficio di Modena. Opere di consolidamento abitati. Progetto dei lavori occorrenti per il consolidamento dell'abitato di Saltino, frazione del Comune di Prignano. Relazione, 20 luglio 1931.</p> <p>disponibilità documentazione presso il SGSS:No</p>
--	--

Nella Tavola P6 "Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)" del PTCP della Provincia di Reggio Emilia sono segnalate, al limite del perimetro di PAE, una frana attiva ed una quiescente, l'area di cava ricade in "Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore)", "depositi alluvionali terrazzati (b2)" e "depositi alluvionali in evoluzione (b1)".



Carta Inventario del Dissesto	PAI	PTCP
Frane attive (a1)	Fa	art.57
Frane di crollo (a6)		
Frane quiescenti (a2)	Fq	art.57
Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)		
Scivolamenti in blocco (sb)		
Frane stabilizzate	Fs	art.59
Depositi alluvionali in evoluzione (b1)	Ee	art.58
Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)		
Depositi alluvionali terrazzati (b2)	Eb	art.58
Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)	Em	art.58
Conoidi in evoluzione	Ca	art.58
Conoidi inattive	Cn	art.58
Depositi di Versante s.l. (a3)		
Depositi morenici (c1)		
Depositi morenici rissiani (c3)		
Depositi morenici wurmiani (c4)		art.59

Figura 10 Estratto dalla Tavola P6 "Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)" del PTCP della Provincia di Reggio Emilia

2.3.2 Geomorfologia fluviale

La zona in esame è adiacente al Fiume Secchia ed è caratterizzata da una serie di forme, depositi e processi legati allo scorrimento delle acque superficiali.

In prima analisi si osserva che l'area in esame è posta a circa 250 m a valle della confluenza del torrente Dolo con il fiume Secchia.

Le forme fluviali rilevabili nei pressi della zona di intervento sono rappresentate dai depositi attuali e recenti del fiume Secchia e da una serie di terrazzi alluvionali incastrati e separati da scarpate morfologiche (scarpate fluviali). Inoltre sono visibili tracce di alvei abbandonati (riattivabili in caso di piena).

Nelle "Note illustrative della Carta del Dissesto geologico attuale, Foglio 218 SE – Carpineti" (Bertolini, 1994) sono individuate le tendenze evolutive del Fiume Secchia dal 1954 sino al 1993 in corrispondenza del tratto oggetto del presente lavoro (vedi figure successive). Nell'area prossima alla cava sono riconoscibili i seguenti depositi:

- depositi (ghiaie e sabbie) sedimentati in epoca precedente il '54 e successivamente mai rimaneggiati o erosi;
- depositi (ghiaie e sabbie) rielaborati dal '54 al '72 escluso (piene del '60, '66, '69);
- depositi fini (limi e argille) depositi dal "lago di Cerredolo" nel '60;
- depositi (ghiaie e sabbie) dell'evento del '72;
- depositi (ghiaie e sabbie) rimaneggiati dal '72 al '78 (eventi del '73, '74, '77);
- depositi (ghiaie e sabbie) rimaneggiati dall'86 ad '93.

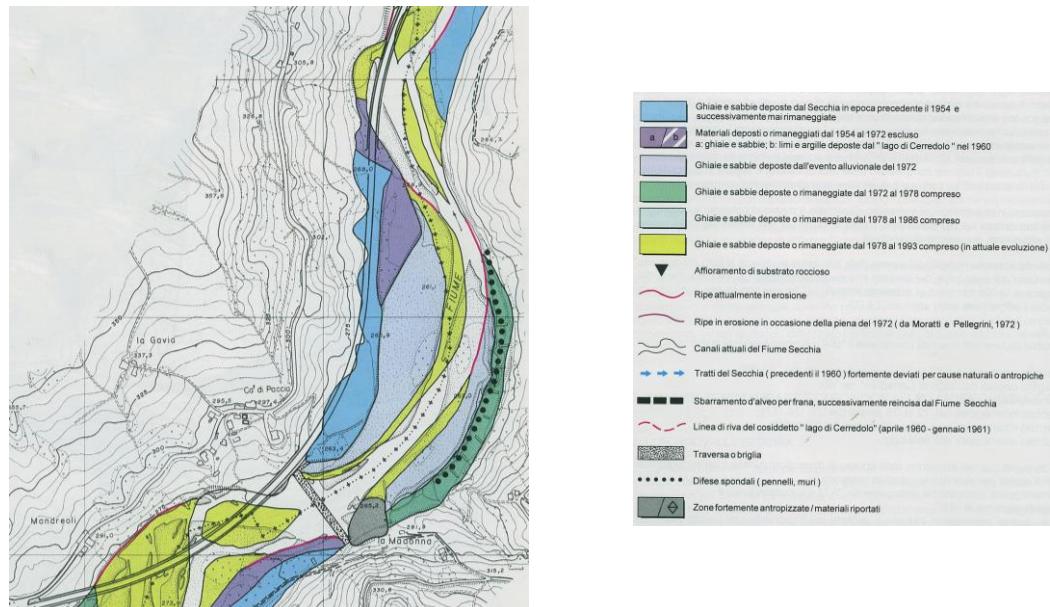


Figura 11. Caratteristiche ed età dei depositi alluvionali del fondovalle Secchia in corrispondenza della cava "La Gavia" (Note illustrative della Carta del Dissesto Geologico Attuale, Foglio 218 SE – Carpineti, Bertolini, 1994)

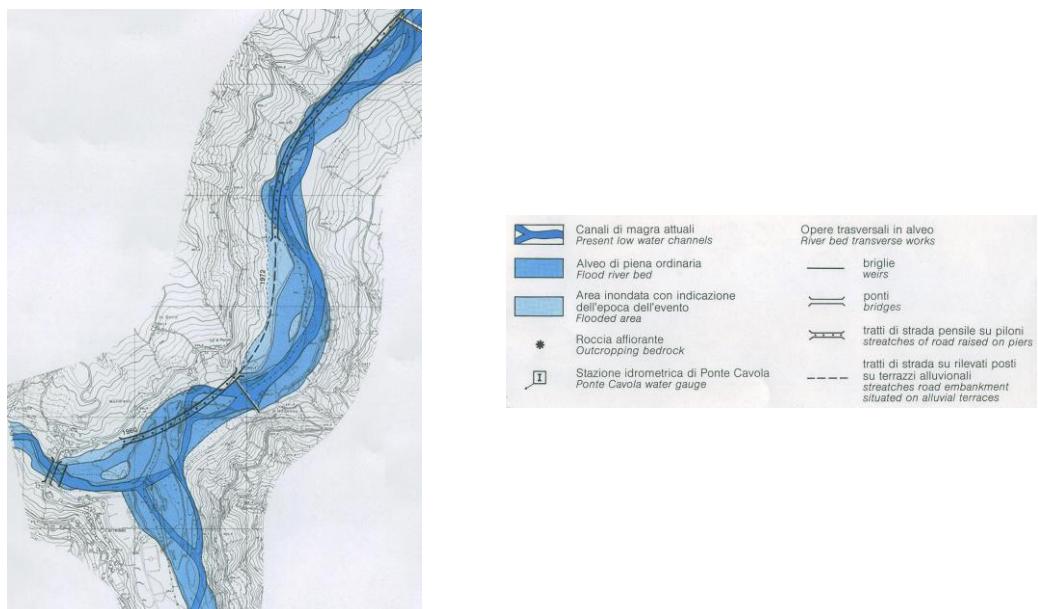
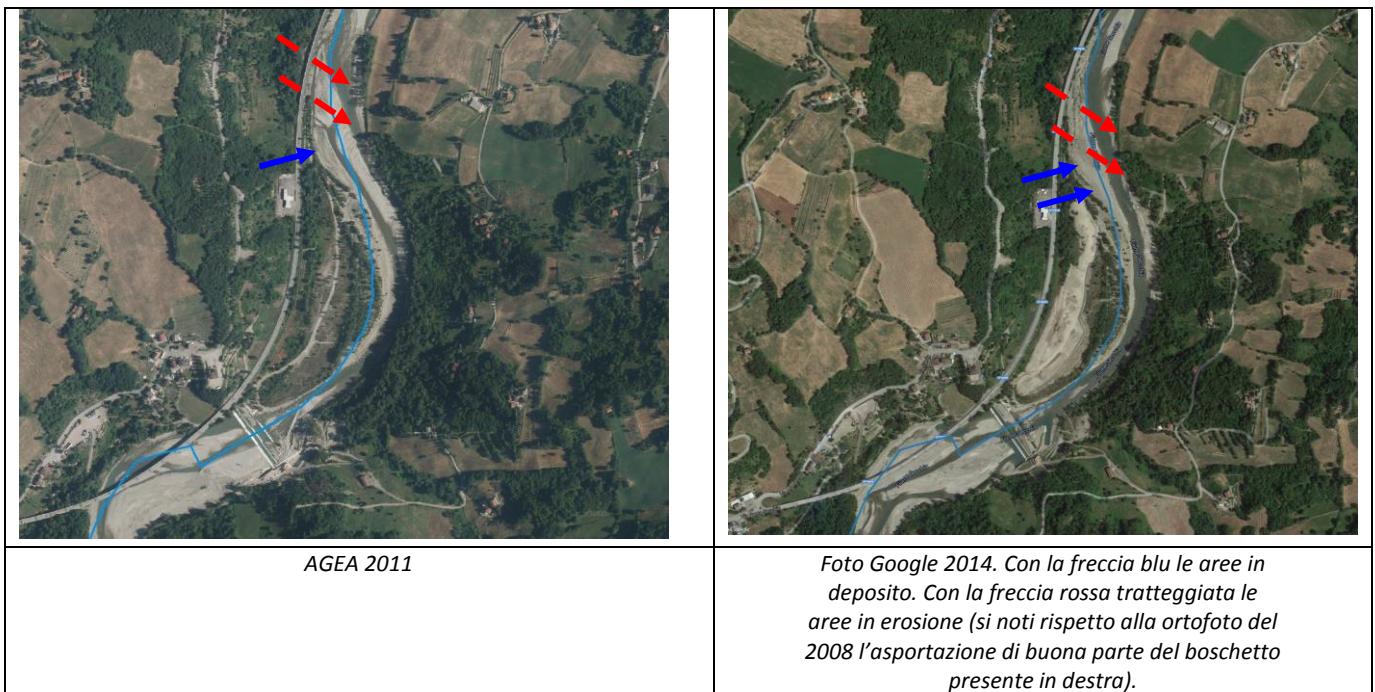
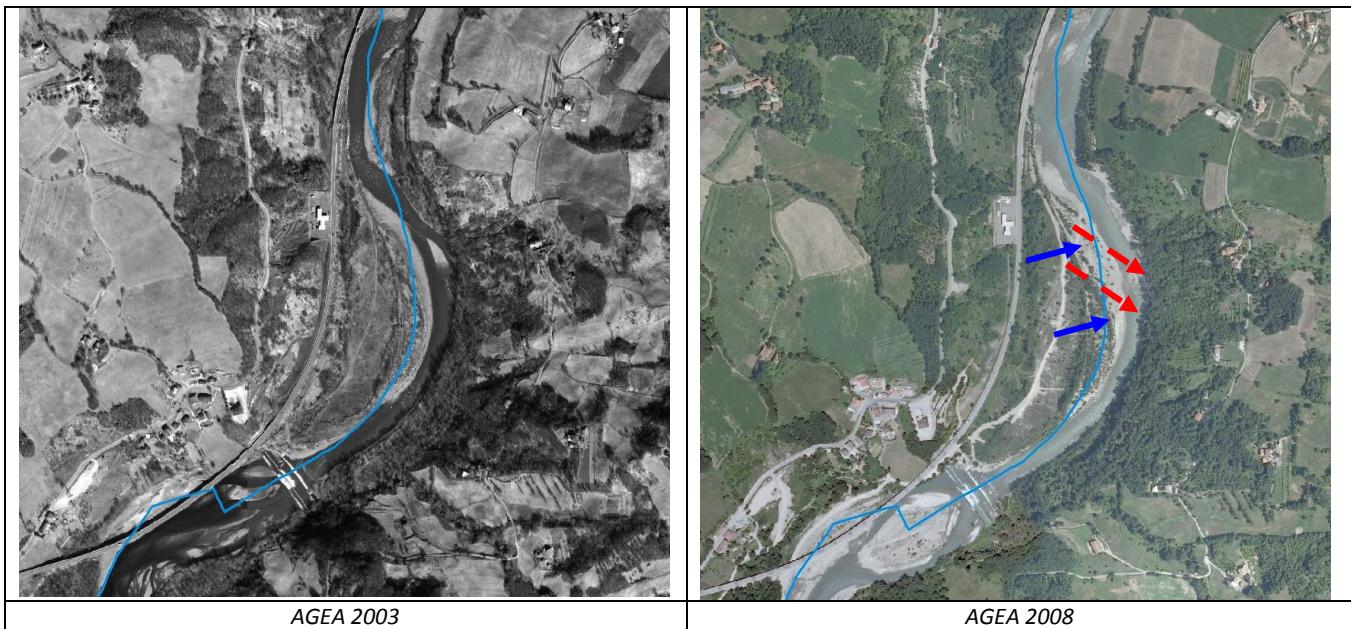


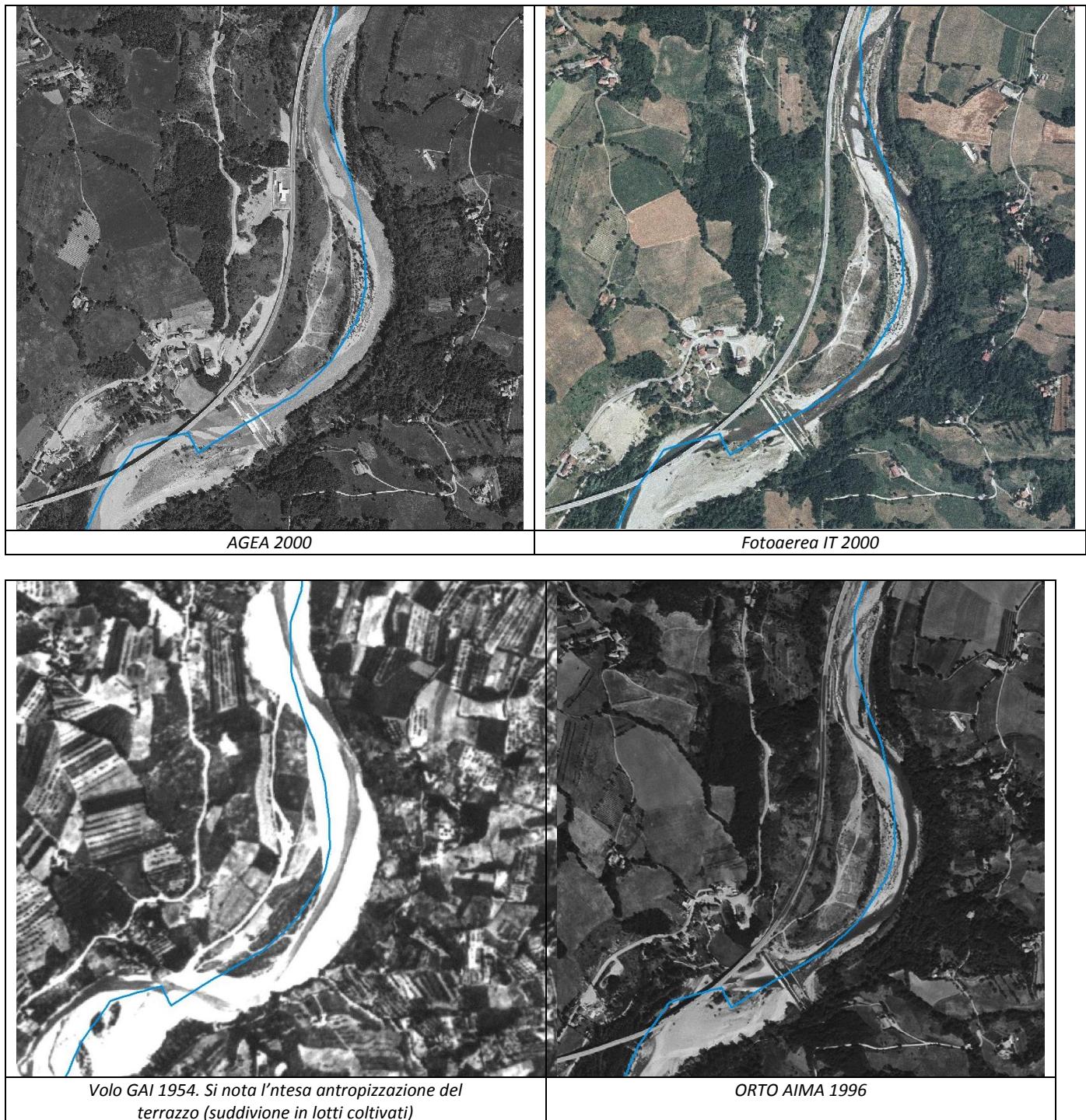
Figura 12. Canale di magra, alveo di piena ordinaria, aree inondate ed età dell'evento, opere trasversali in alveo relativamente al corso del Fiume Secchia in corrispondenza della cava "La Gavia" (Carta del Dissesto Geologico Attuale, Foglio 218SE – Carpitetti, Scala 1:25.000, Bertolini, 1994)

Gli studi sopra riportati risalgono al 1994 e quindi l'attuale corso del Fiume Secchia non coincide con l'ubicazione riportata nella carta di cui sopra in quanto nell'ultimo ventennio il flusso d'acqua ha "accentuato" il meandro erodendo la sponda esterna (destra) e depositando ancora in sponda sinistra. In particolare si segnala come la porzione di valle

dell'area oggetto di intervento sia stata caratterizzata negli ultimi 10 anni da un progressivo accrescimento del deposito alluvionale presente in sinistra nella porzione di nord.



Di seguito si riportano alcune foto aeree storiche dove si può notare sia l'evoluzione dei terrazzi alluvionali dal 1954 al 2000 ma anche la storica e costante presenza del terrazzo stesso e la divagazione verso la sponda destra dell'aveo del Fiume Secchia.



Nel carta geologica (tavola 2) sono riportati alcuni elementi morfologici quali:

- alveo inciso fiume Secchia. L'alveo è stato rilevato in condizione di morbida e si riferisce ai rilievi topografici dell'autunno 2014 successivamente ai lavori di sistemazione idraulica eseguiti nel periodo 2012-2013;
- tracce di alvei secondari abbandonati e riattivabili in caso di piena. E' topograficamente rilevato un tratto di alveo inciso posto in sinistra idrografica che rappresenta il limite del terrazzo storico più rialzato (a sinistra) e l'accrescimento delle barre fluviali a sinistra con deposito dei materiali alluvionali ghiaiosi. Rimane un piccolo alveo inciso allagato durante le piene tra cui la piena del dicembre 2009 (24/12/2009). In destra idraulica è rilevato un canale inciso posto sul terrazzo consolidato tra le aree rivegetate;
- scarpate di erosione fluviale. Sono rilevate una serie di scarpate fluviali (anche riportate nella tavola 7 stato di fatto) che interessano la sponda sinistra. In particolare oltre alla scarpata fluviale attuale attiva (posta in adiacenza ed a monte dell'alveo inciso) sono rilevate due scarpate poste a verso ovest (sinistra) ad indicare un alluvionamento della sponda fluviale.

2.4 Aspetti idrologici

Gli aspetti climatici sono maggiormente dettagliati nella relazione R3 – Rapporto ambientale capitolo “Aria e Clima”.

Le precipitazioni medie annue secondo quanto evidenziato all’interno delle mappe contenute nell’Atlante Idroclimatico a cura di Arpa Regione Emilia Romagna e disponibili in rete (<http://www.arpa.emr.it/sim/?clima>) sono comprese tra gli 800-900 mm in entrambi i periodi di riferimento considerati (1961-1990 e 1991-2008).

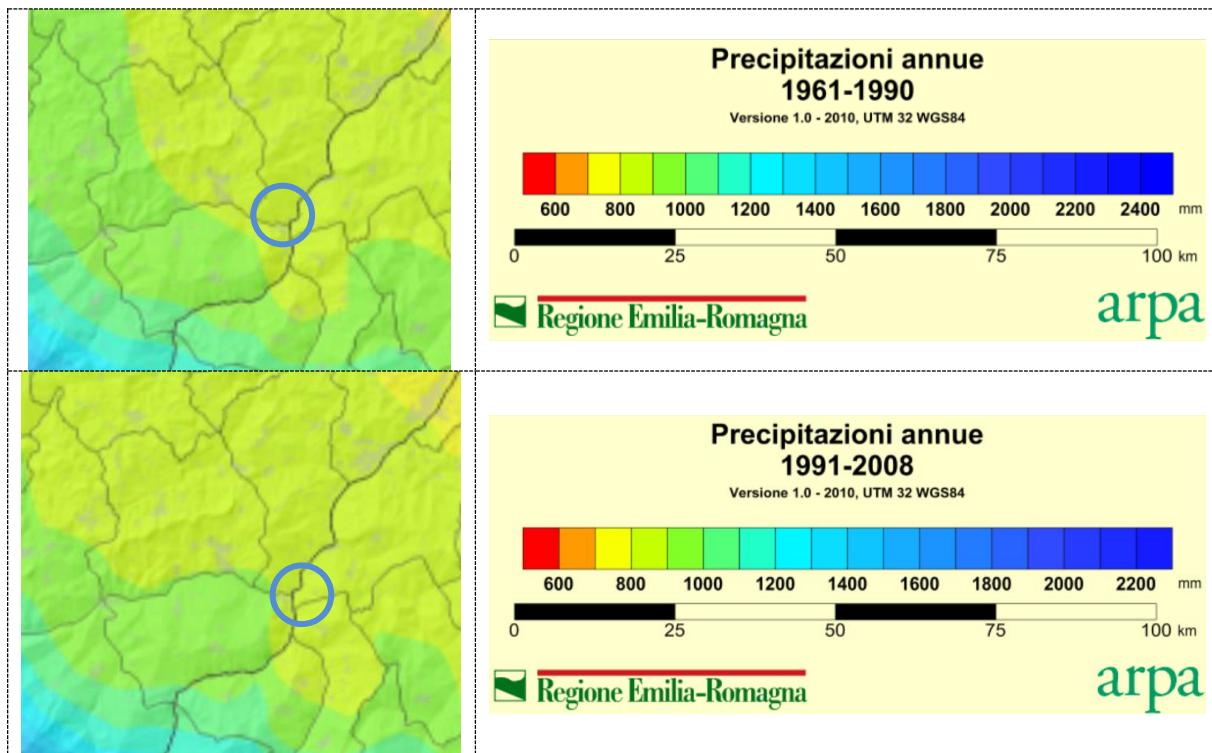


Figura 2.13 Estratti dalle mappe dell’Atlante idroclimatico – Arpa Regione Emilia-Romagna

Si riportano di seguito anche i risultati dell’elaborazione dei dati di precipitazione giornaliera per la stazione Ponte di Cavola, posta ad ovest del sito in esame alla quota di 367 m slm, per il periodo compreso tra marzo 2000 e novembre 2014: in questo caso l’andamento di massimi e minimi presenta un massimo assoluto a novembre e minimo assoluto ad agosto.

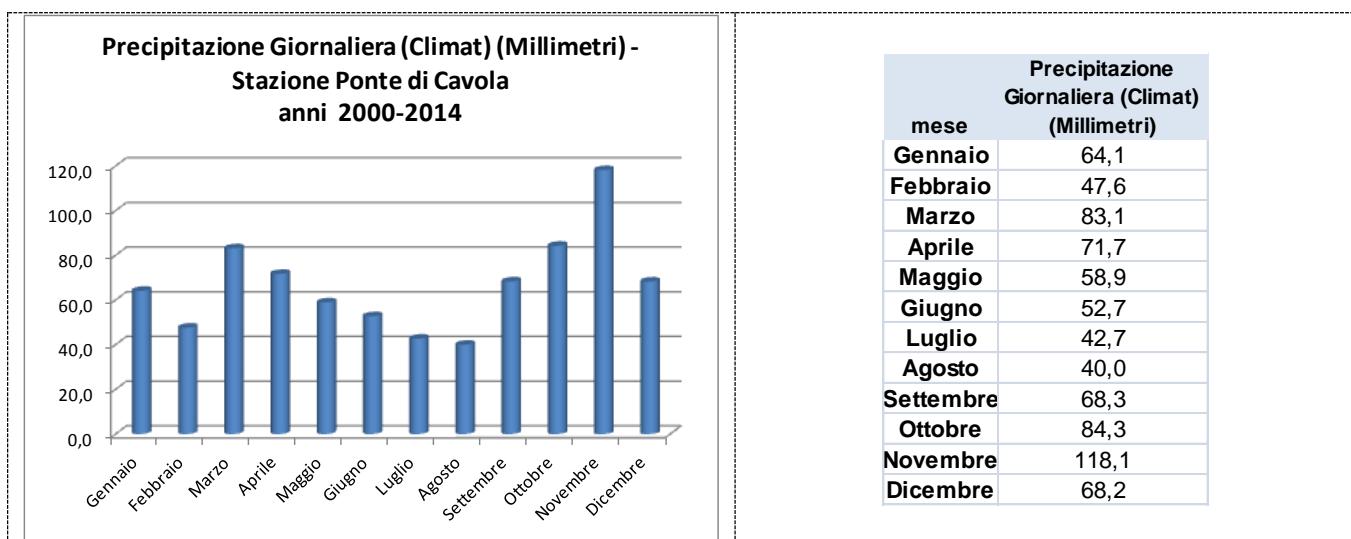


Figura 2.14 Grafico della precipitazione media mensile per la stazione Ponte di Cavola nel periodo compreso tra il marzo 2000 ed il novembre 2014.

2.5 Aspetti idraulici - Il fiume Secchia

Dal punto di vista idraulico l'area della cava La Gavia risulta interessata dalla presenza di un tratto del Fiume Secchia compreso tra la confluenza con il T. Dolo a monte ed il T. Rossenna a valle.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati idraulici reperiti per l'area di interesse.

Nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI) l'area della cava La Gavia risultava esterna agli studi effettuati. La delimitazione delle fasce fluviali infatti iniziava da Castellarano.

Nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" contenuta nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI) sono presenti i dati relativi al fiume Secchia alla sezione 191 di Castellarano che indicano una portata con tempo di ritorno di 100 anni di 1270 mc/s.

Tabella 30: portate di piena per il fiume Secchia

Bacino	Corso d'acqua	Sezione		Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr.(km)	Cod.						
Secchia	Secchia	58.671	191	Castellarano	970	820	1270	1400	
Secchia	Secchia	76.482	167	Rubiera	1292	820	1270	1400	
Secchia	Secchia	80.913	155	Cittanova	1320	-	-	750	-
Secchia	Secchia	161.056	4	Conflu. in Po	1370	-	-	750	

Nel P.C.A.2007 sulla base delle studio effettuato da IDROSER per il Piano Acque si arrivò alle seguenti conclusioni di cui di seguito si riporta un estratto:

"Conclusioni

Le calcolazioni idrauliche riguardano il deflusso permanente della portata con frequenza dello 1%, ossia con tempo di ritorno di 100 anni.

Per la stima del suo valore ci si è valsi delle risultanze dello studio idrogeologico generale effettuato dalla IDROSER.

In particolare, sono stati impiegati i dati relativi ad una sezione sita a monte della confluenza del Dolo, e ad una sezione posta a valle dell'immissione del Rossena. Benché il tronco del Secchia compreso fra queste sezioni sia notevolmente più ampio di quello che ora interessa, i calcoli ancorati alle due sezioni proposte risultano tanto concordanti fra loro da non richiedere indagini più fini.

I risultati IDROSER che interessano sono riassunti nella Tabella 1 che segue:

TABELLA 1

Tempo di ritorno (anni)	Frequenza	Portata attraverso la sezione di valle (m ³ s ⁻¹)	Portata attraverso la sezione di monte (m ³ s ⁻¹)
25	4%	1005	1051
100	1%	1229	1271

Riportandoli sulla carta di Gumbel ed interpolando si ricava che le portate col tempo di ritorno di 100 anni variano dai 1229 m³s⁻¹ per la sezione di valle ai 1271 m³s⁻¹ per quella di monte.

In cifra arrotondata, si può perciò adottare il valore di 1250 m³s⁻¹ per la portata con tempo di ritorno di 100 anni sull'intero tronco in esame."

Nel Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia la relazione dell'allegato 6 descrive lo Studio idraulico realizzato per la definizione delle aree esondabili dei principali corsi d'acqua estesa ai tratti di monte, nell'ambito dell'Intesa PAI – PTCP. Per il tratto di interesse del fiume Secchia sono state considerate due sezioni alla confluenza del Dolo (a monte dell'area in esame) e alla confluenza del Rossenna (a valle dell'area in esame), il valore della portata calcolata con tempi di ritorno di 100 anni con diversi metodi ha evidenziato portate variabili tra 1321.8-1260.4 mc/s per la sezione alla confluenza del Dolo e 1576.1-1501.4 mc/s per la sezione alla confluenza del Rossenna.

La delimitazione delle fasce fluviali del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia è riportata nella Tavola 6.

SECCHIA		METODO RAZIONALE				VAPI (piogge)					
SEZ.	Località	Q _T (m ³ /s)				Q _T (m ³ /s)					
		T=20	T=100	T=200	T=500	T=10	T=20	T=50	T=100	T=200	T=500
1	Conf. Riarbero	185.3	236.0	257.6	286.1	158.1	179.0	206.2	227.2	248.1	275.3
2	Conf. Ozola	399.3	506.4	552.3	612.6	338.0	382.8	441.0	485.7	530.5	588.7
3	Pianella	435.9	552.1	601.8	667.2	368.0	416.7	480.1	528.8	577.5	640.9
4	Conf. Secchielo	632.2	798.7	870.1	963.9	531.2	601.5	693.0	763.4	833.7	925.2
5	Conf. Dolo	1048.9	1321.8	1438.8	1592.8	877.0	993.2	1144.2	1260.4	1376.5	1527.5
6	Conf. Rossenna	1251.8	1576.1	1715.1	1898.1	1044.8	1183.2	1363.1	1501.4	1639.8	1819.7
7	Castellarano	1315.3	1655.0	1800.6	1992.3	1096.4	1241.6	1430.4	1575.7	1720.9	1909.7

Tabella 1. Portate di riferimento del fiume Secchia (dalla tabella 12 della Relazione Allegato 6 del QC del PTCP di Reggio Emilia)

In sintesi è possibile affermare che la portata del F. Secchia nell'area in esame sia compresa tra 1300 e 1400 mc/s per tempi di ritorno di 100 anni.

Per quanto riguarda i dati relativi al periodo di attività si fa riferimento alle informazioni riportate nel sito di Arpa Emilia Romagna ove sono disponibili i dati dei livelli idrometrici del fiume Secchia nelle stazioni di Ponte Cavola (a monte del sito) e di Lugo (a valle del sito). Nelle figure seguenti si riportano i dati dal 2012 e 2015.

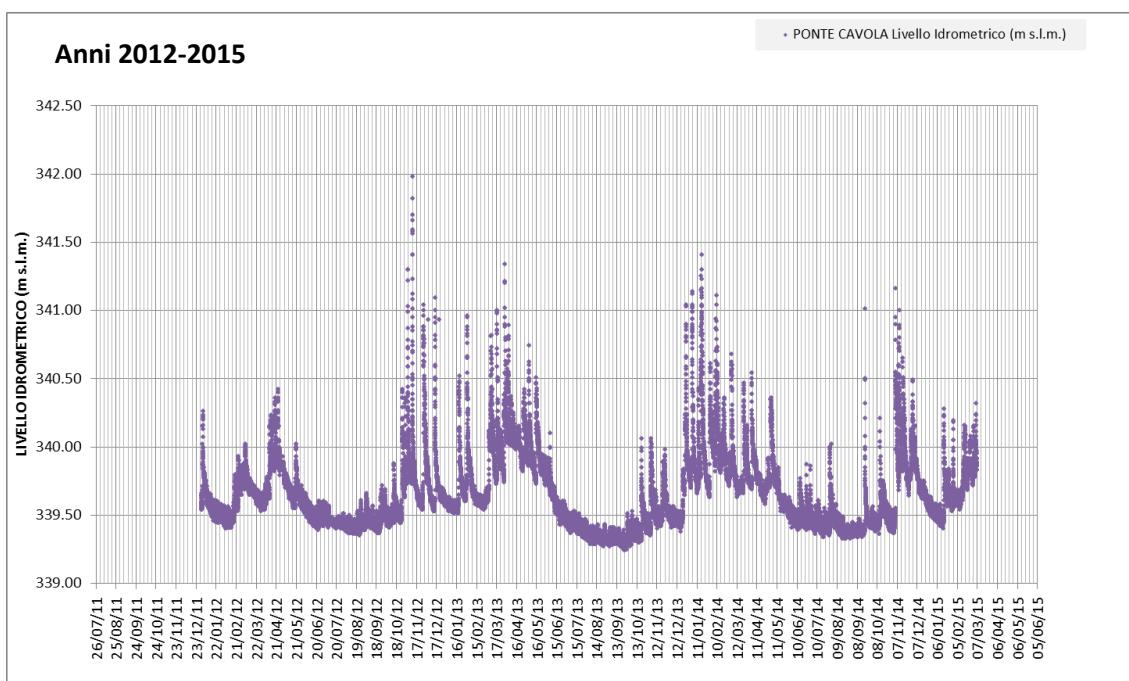


Figura 15. Andamento del livello idrometrico del F. Secchia alla stazione di Ponte Cavola

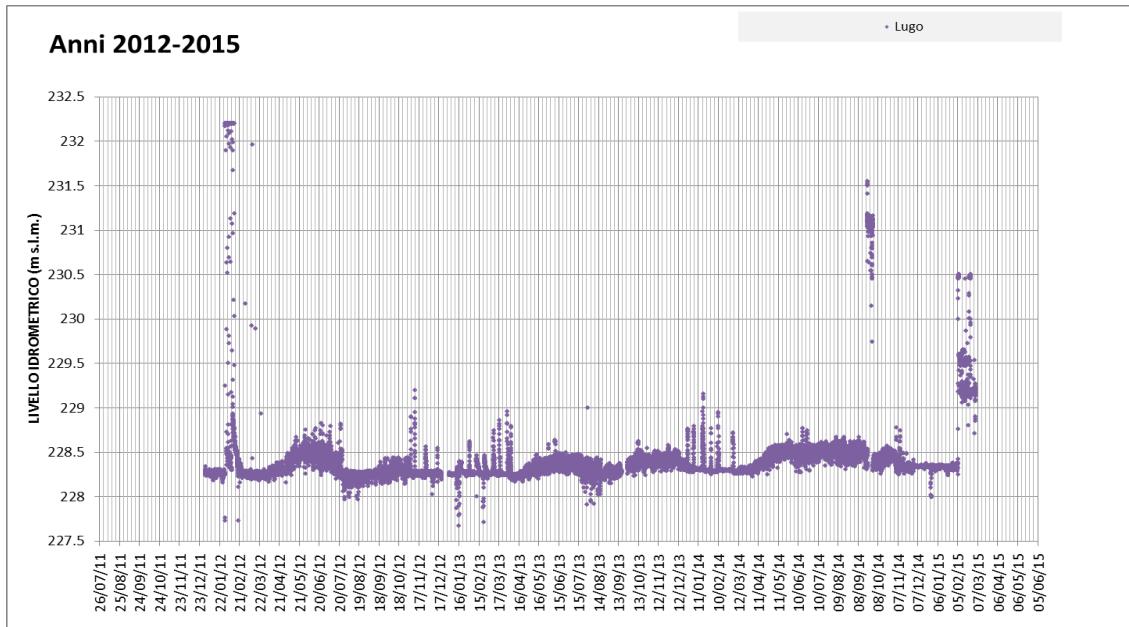


Figura 16. Andamento del livello idrometrico del F. Secchia alla stazione di Lugo

Negli annali idrologici 2013 parte seconda (Arpa Emr, 2014) sono riportati i seguenti dati caratteristici per le stazioni di Ponte Cavola e Ponte Lugo.

34 - SECCHIA a P.TE CAVOLA (MIR)

Anno 2013

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 348. Altitudini: massima 2121 m s.m. (M. Cusna); media 971 m s.m. Distanza dalla confluenza con il Po Km 131.9. Inizio osservazioni anno 2 003; Inizio misure anno 2004. Quota zero idrometrico 340.93 m s.m. Altezze idrometriche: max m 1.65 (20 gen. 2009); minima m -1.88 (12 ott. 2011). Portate: max m³/s 270 (3 dic. 2005); minima m³/s 0.00 (12 ott. 2011); media m³/s 7.16 (2004-2007 e 2010-2013).

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2013													Anno 2013
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (m ³ /s).....	49.80	25.00	43.30	42.00	41.70	27.70	11.00	2.21	0.83	1.24	8.91	12.40	49.80
Q media (m ³ /s).....	7.57	6.80	8.96	17.90	20.70	15.10	5.65	1.48	0.56	0.48	1.60	4.81	6.92
Q minima (m ³ /s).....	0.21	3.79	4.59	5.74	12.20	9.95	2.30	0.83	0.34	0.21	0.27	1.08	1.70
Q media (1/s Km ²).....	21.7	19.6	25.7	51.4	59.4	43.5	16.2	4.2	1.6	1.4	4.6	13.8	19.9
Deflusso (mm).....	685.6	52.4	62.3	137.7	154.0	116.4	42.1	11.4	4.3	3.5	12.3	35.8	53.3
Afflusso meteorico (mm).....	1757.0	171.0	135.0	360.0	183.0	217.0	48.0	30.0	31.0	84.0	174.0	159.0	165.0
Coefficiente di deflusso	0.39	0.31	0.46	0.38	0.84	0.54	0.88	0.38	0.14	0.04	0.07	0.23	0.32

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 2004 - 2008 e 2010 - 2012													Anno 2013
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (m ³ /s).....	117.00	56.60	80.70	59.40	65.30	40.50	33.90	6.02	8.05	25.60	69.20	108.00	117.00
Q media (m ³ /s).....	7.30	7.94	8.10	11.20	12.30	9.09	5.07	2.00	1.50	1.95	4.16	11.00	13.30
Q minima (m ³ /s).....	0.02	1.02	1.42	1.35	2.30	0.57	0.65	0.22	0.05	0.05	0.02	0.43	0.60
Q media (1/s Km ²).....	21.0	22.8	23.3	32.1	35.4	26.1	14.6	5.7	4.3	5.6	12.0	31.7	38.3
Deflusso (mm).....	663	61	58	86	92	70	38	15	12	15	32	82	103
Afflusso meteorico (mm).....	1256	83	111	106	111	97	84	46	71	35	172	192	147
Coefficiente di deflusso	0.53	0.74	0.53	0.81	0.83	0.72	0.45	0.33	0.16	0.41	0.19	0.43	0.70

35 - SECCHIA a P.TE LUGO (MIR)

Anno 2013

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 693.0. Altitudini: massima 2121 m s.m. (M. Cusna); media 919 m s.m. Distanza dalla confluenza con il Po Km 118. Inizio osservazioni anno 2003; inizio misure anno 2003. Quota zero idrometrico 236.27 m.s.m. Altezze idrometriche: max m 2.78 (25 dic. 2009); minima m 0.01 (27 ago. 2011). Portate: max m³/s 739 (1 nov. 2003); minima m³/s 0.00 (vari 2007); media m³/s 16.27 (2003-2013).

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2013													Anno 2013
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (m ³ /s).....	222.00	114.00	168.00	159.00	146.00	85.80	30.60	9.97	7.40	8.29	41.40	37.40	222.00
Q media (m ³ /s).....	24.40	18.70	26.50	69.20	57.00	34.90	17.20	7.12	5.00	5.36	9.50	15.00	26.80
Q minima (m ³ /s).....	3.98	6.85	10.60	14.60	25.20	18.20	9.77	5.46	3.98	4.36	4.44	6.73	7.24
Q media (1/s Km ²).....	35.1	27.0	38.3	99.9	82.2	50.3	24.8	10.3	7.2	7.7	13.7	21.7	38.7
Deflusso (mm).....	1108.1	72.3	92.6	267.6	213.1	134.8	64.3	27.5	19.3	20.1	36.7	56.1	103.7
Afflusso meteorico (mm).....	1606.0	161.0	125.0	322.0	166.0	195.0	49.0	30.0	32.0	78.0	163.0	142.0	143.0
Coefficiente di deflusso	0.69	0.45	0.74	0.83	1.28	0.69	1.31	0.92	0.60	0.26	0.23	0.40	0.73

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 2003 - 2012													Anno 2013
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (m ³ /s).....	281.00	190.00	155.00	147.00	180.00	99.70	79.40	9.45	12.80	50.30	135.00	280.00	281.00
Q media (m ³ /s).....	15.50	18.20	18.10	24.50	29.10	17.40	8.51	2.91	2.07	2.79	7.91	25.80	28.50
Q minima (m ³ /s).....	0.38	3.10	2.32	2.29	5.93	2.79	2.01	1.12	0.75	0.43	0.38	0.79	3.14
Q media (1/s Km ²).....	22.3	26.3	26.2	35.3	42.0	25.1	12.3	4.2	3.0	4.0	11.4	37.2	41.1
Deflusso (mm).....	705	70	66	95	109	67	32	11	8	10	31	96	110
Afflusso meteorico (mm).....	1207	93	87	99	120	82	83	42	57	21	157	199	168
Coefficiente di deflusso	0.58	0.76	0.76	0.95	0.91	0.82	0.38	0.27	0.14	0.49	0.19	0.49	0.65

Tabella 2. Estratto dagli annali idrologici anno 2013 (a cura di Arpa, 2014)

Si evidenzia che nel periodo di attività non si sono manifestate piene particolarmente importanti.

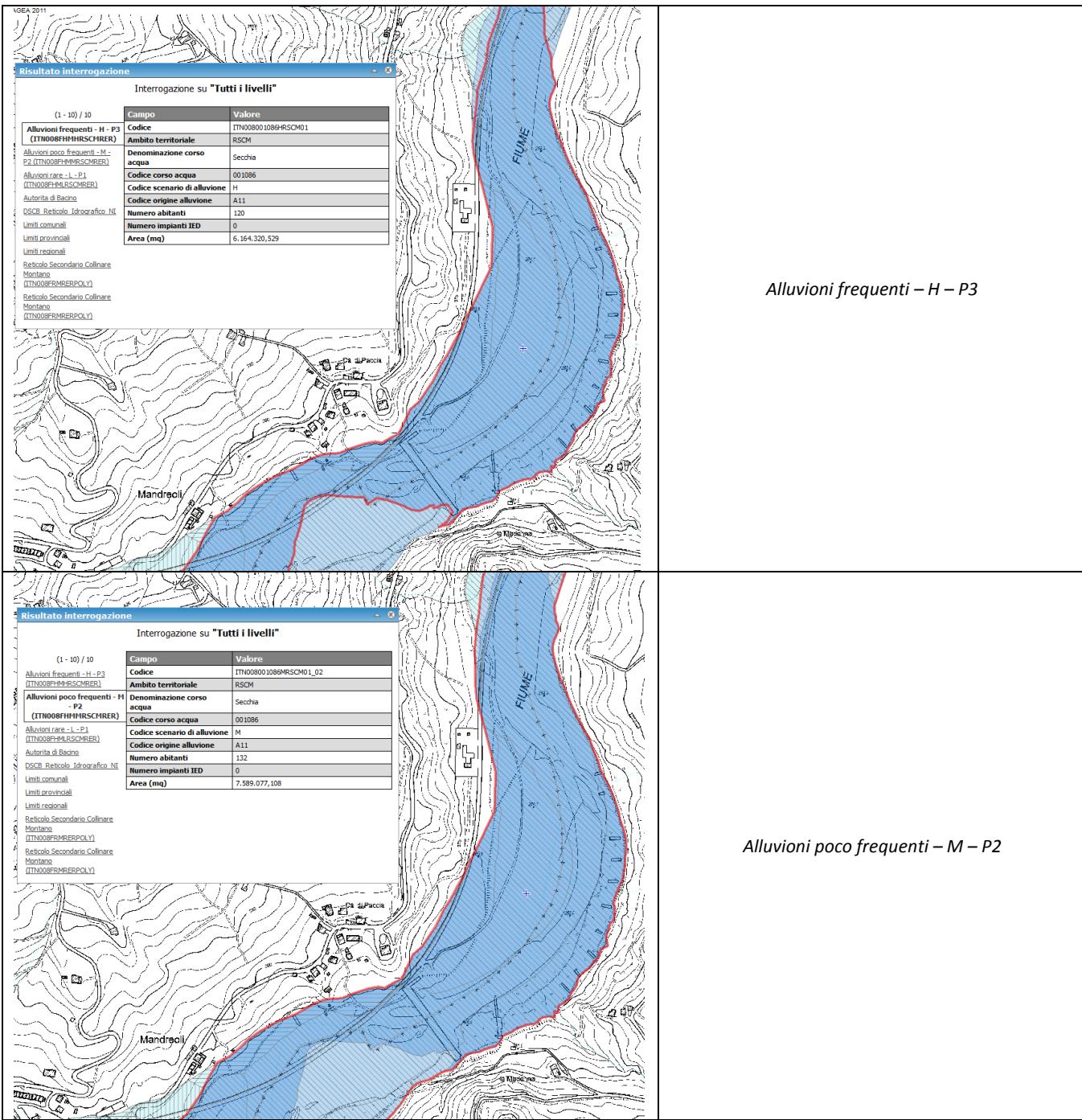
Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Bacino del Fiume Po (dic.2014) perimbra le aree allagabili in riferimento ai tre scenari di piena previsti dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.lgs n.49/2010 così come sintetizzati nella figura seguente.

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Scenario	TR (anni)	Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)					RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
			RP	Ee, Ca	RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni				
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca	RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni				
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp		50-200 anni	100 anni				
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn			Massimo storico registrato	>> 100 anni			

Tabella 3. Estratto dalla Relazione IIA. "Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio" del PGRA

Nelle figure seguenti si riportano le figure estratte dal sito della Regione Emilia Romagna <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni> in cui sono evidenziate in rosso le perimetrazioni delle aree allagabili relative ai tre scenari definiti dalla tabella precedente.



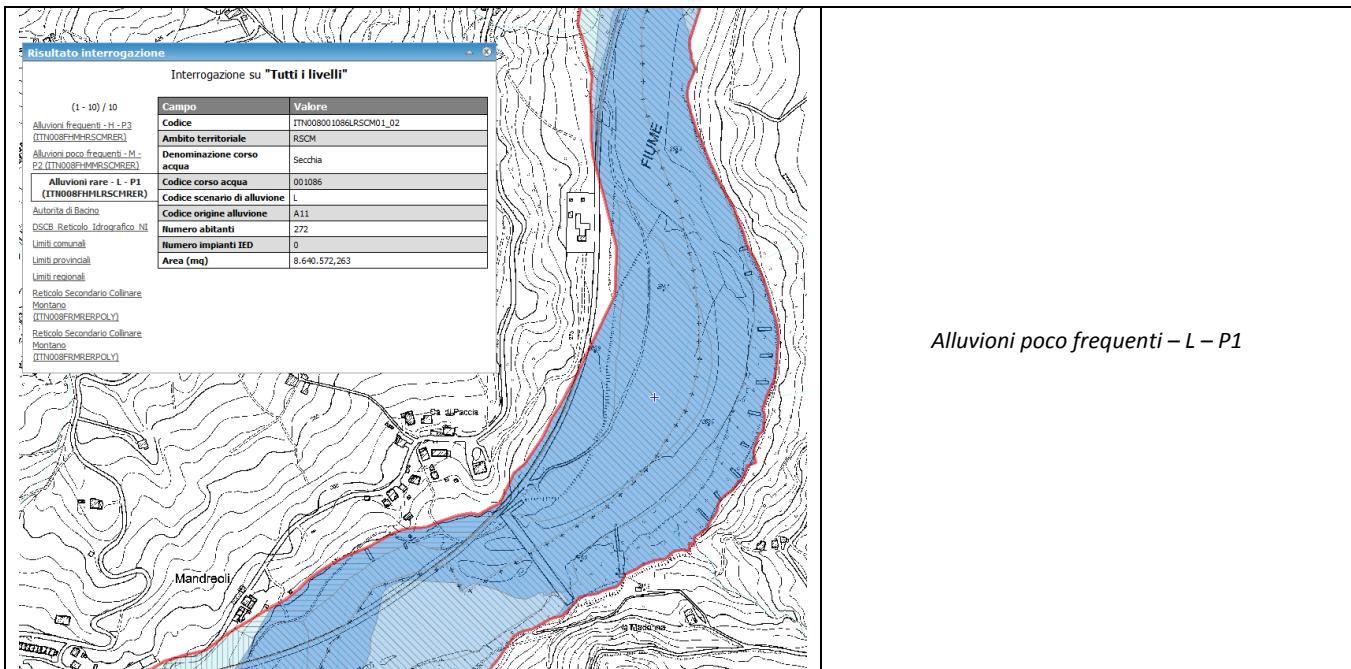


Figura 17. Estratto dalle mappe delle aree allagabili del PGRA disponibili al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni> in

In fase di progetti definitivi ed esecutivi sarà necessario eseguire specifiche verifiche idrauliche relative al dimensionamento dell'area di raccordo di monte ed alle portate e livelli di piena.

2.6 Aspetti idrogeologici

Nella pubblicazione "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" (1998)¹ l'area in esame è caratterizzata dai sedimenti fluviali presenti lungo l'asta del fiume Secchia (spessore cumulativo 0-20m), che rappresentano aree di ricarica del gruppo acquifero A. La cartografia evidenzia anche la presenza delle seguenti unità idrogeologiche:

AES8a. Sabbie prevalenti con livelli e lenti di ghiaie, ricoperte da una coltre limosa e/o limoso-sabbiosa discontinua: depositi di conoide alluvionale distale e di canale, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua, sia in contesto intravallivo, sia di pianura. Il fronte di alterazione della superficie di tetto è di limitato spessore (poche decine di cm) ed il profilo pedologico è di tipo A-C (Entisuoli) e, localmente, A-Bw-C (Inceptisuoli); Hue dell'orizzonte Bw 10YR-2,5Y. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. **Post IV-VII sec. d.C.**

8. Torbiditi marnoso-calcaree, talora pelitico-arenacee, di piana bacinale, con a/p e spessore degli strati molto variabile; strati con geometria piano-parallela; intensa tettonizzazione (Flysch del M. Antola, Flysch di Monte Caio, Flysch di M. Cassio, Flysch di Montevenere, Flysch di Monghidoro, Flysch di Ottone-S. Stefano, Flysch di Mo. Sporno, Flysch di M. Dosso, Flysch di Farini d'Olmo, Formazione della Val Luretta, Formazione di M. Morello).

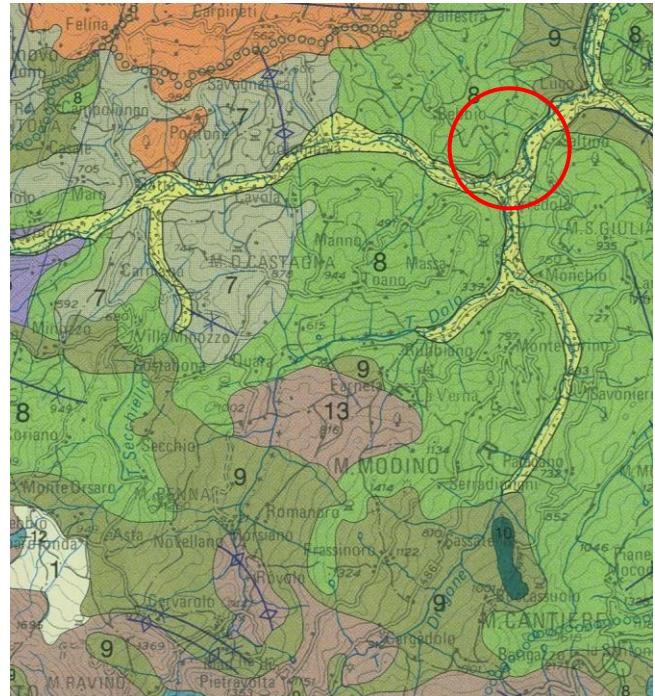


Figura 18. Estratto dalla Tavola 2 "Gruppo Acquifero "A" – spessore cumulativo dei depositi porosi-permeabili (acquiferi utili) – Area di ricarica diretta potenziale (Gruppi acquiferi "A" e "B") Maastrichtiano – Eocene medio.

¹ Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP (1998) "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" a cura di G. Di Dio. S.EL.CA. (Firenze), 120pp.

9.Argille varicolorete di piana oceanica e complessi prevalentemente argillosi, intensamente tettonizzati, con assetto caotico, inglobanti conglomerati litologicamente eterogenei e brecce ad elementi calcarei, ofiolitici e arenacei (Complesso di Rio Cargnone); torbiditi argilloso-calcaree e pelitico-arenacee di mare profondo, intensamente tettonizzate (argille scaglioso p.p., Argille Varicolori, Argille a Palombini, Arenarie di Ostia-Scabiazzza, Complesso di Casanova, argille a blocchi). Cretacico inf.-sup..

Come raffigurato nella cartografia delle "Sorgenti e unità geologiche sede di acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo" disponibile in rete, a cura del servizio geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, il sito in esame è interessato da depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati. Gli ammassi rocciosi nei versanti sono invece classificati ar1 – ammassi rocciosi "rocce magazzino", mentre le coperture quaternarie sono classificate come cop1a – coperture detritiche di versante associate ad ammassi rocciosi "rocce magazzino" (v. figura seguente).

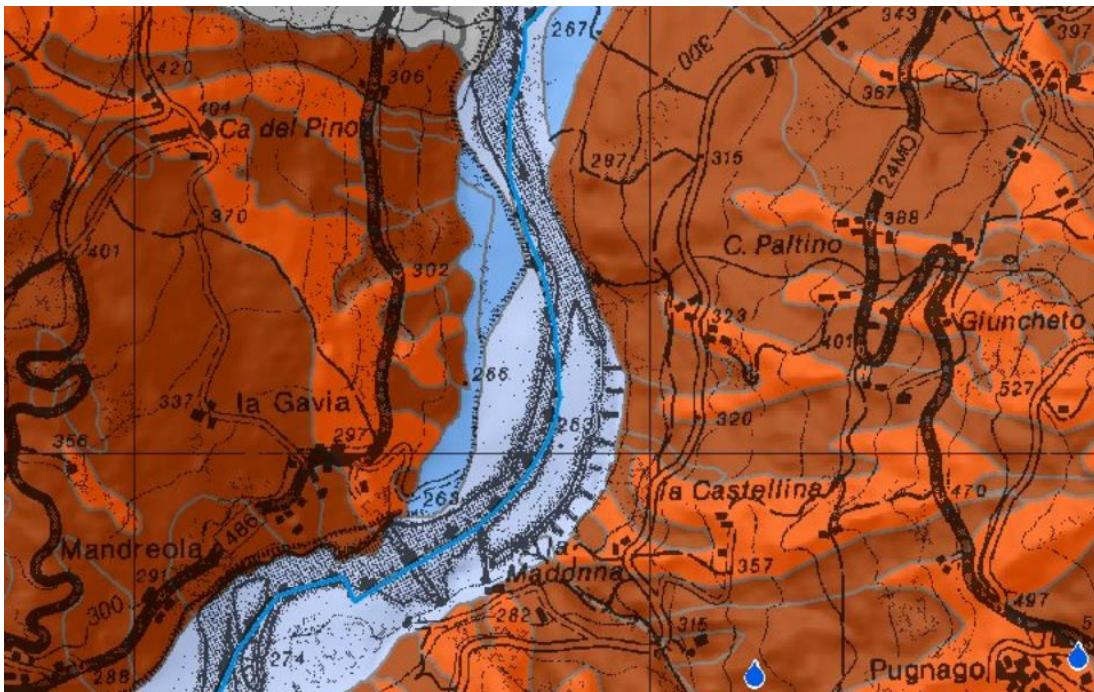


Figura 19 Estratto dalla Carta delle "Sorgenti e unità geologiche sede di acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo" (RER)

Tale situazione è rappresentata anche all'interno del quadro conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia nella tavola 2 dell'Allegato 15 "Carta delle Rocce Magazzino": in tale tavola sia le coperture sia gli ammassi rocciosi sono indicati come "rocce magazzino", in corrispondenza dell'area in esame sono indicati i depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati del fiume Secchia.

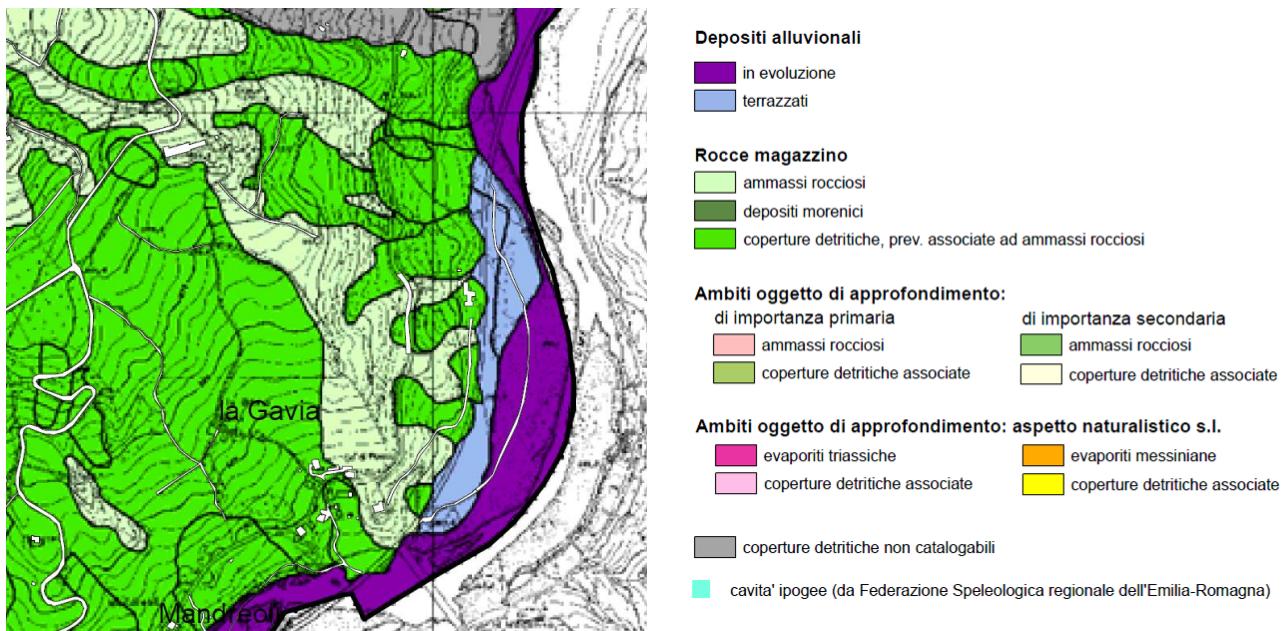


Figura 20 Estratto dalla Carta delle Rocce Magazzino- Tavola 2 dell'Allegato 15 al QC del PTCP di Reggio Emilia (anno 2010).

Nell'area oggetto di questo studio sono presenti differenti complessi idrogeologici, con diverse permeabilità, le cui caratteristiche sono schematizzate nella tabella seguente. La correlazione tra il complesso idrogeologico e l'unità geologica è stata eseguita considerando la nomenclatura del progetto CARG alla scala 1:50.000.

Gruppo acquifero	Unità geologica	CompleSSO idrogeologico	Acquifero	Permeabilità
Gruppo acquifero "1" <i>Depositi recenti</i>	Alluvioni attuali e recenti (b1-b3)	delle alluvioni attuali e recenti	di subalveo	<i>Elevata-Estremamente elevata</i>
	Depositi di versante (frane e detriti)	Dei depositi superficiali	effimero	<i>Variabile</i>
Gruppo acquifero "2" <i>Successione Epiligure</i>	Formazione di Monte Venere (MOV)	delle marne della F. di Monte Venere	delle marne di Monte Venere	<i>Media - Bassa</i>
	Formazione di Monghidoro (MOH)	delle arenarie della F. di Monghidoro	delle arenarie di Monghidoro	<i>Media - Alta</i>

Il complesso idrogeologico delle alluvioni attuali e recenti evidenzia la presenza di una falda di subalveo del torrente Secchia legata principalmente all'andamento idraulico dei torrenti stessi.

Il complesso idrogeologico delle alluvioni attuali e recenti (Gruppo acquifero A - Acquifero A₀) è un serbatoio costituito dalle alluvioni attuali e terrazzate del Fiume Secchia, che localmente presentano spessori anche superiori ai 30 m. Il serbatoio è sede di una falda superficiale a comportamento freatico con interscambi diretti con il corso d'acqua.

Il Complesso acquifero dei depositi superficiali di versante è costituito in prevalenza da falde effimere e stagionali; evidenzia una bassa capacità di immagazzinamento del serbatoio.

I Complessi acquiferi delle Arenarie di Monghidoro e di Monte Venere sono caratterizzati dalla presenza di acquiferi separati da acquiclude, con bassa capacità di immagazzinamento; evidenziano in prevalenza comportamento tipo acquitardo.

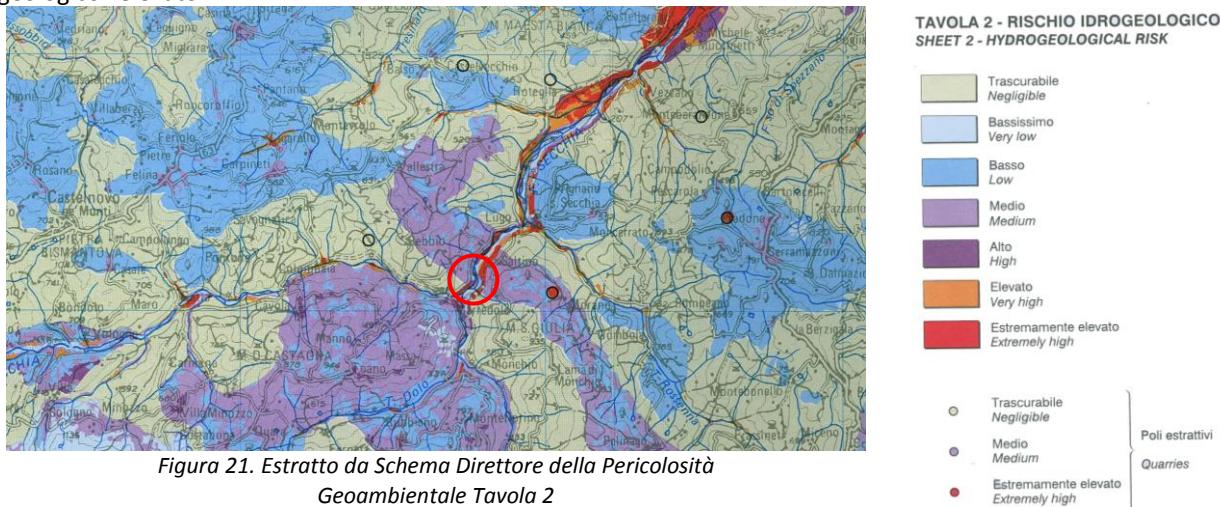
2.6.1 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

La vulnerabilità intrinseca o naturale consiste nella zonizzazione del territorio in funzione delle caratteristiche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche. La valutazione della vulnerabilità intrinseca consiste nel rilevamento e nella rappresentazione cartografica, per zone omogenee, delle caratteristiche delle unità idrogeologiche, che determinano la predisposizione naturale del territorio, in termini di suscettività specifica, ad essere più o meno vulnerabile nei confronti di agenti inquinanti liquidi o idroveicolati, che possono essere dispersi o immessi nell'acqua superficiale.

Il grado di vulnerabilità è in funzione dei seguenti fattori: caratteristiche degli acquiferi, elementi idrostrutturali, stato di inquinamento reale dei corpi idrici sotterranei, produttori reali e/o potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, potenziali ingestori di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, preventori e/o riduttori di inquinamento.

Nella figura seguente è riportato un estratto della Tavola 2 dello "Schema direttore della pericolosità geoambientale", in cui è rappresentato il rischio potenziale di inquinamento (rischio idrogeologico), che è stato ottenuto come prodotto della combinazione tra i diversi gradi di vulnerabilità all'inquinamento e la pericolosità ricavata come stima qualitativa legata alle varie categorie di uso del suolo. Come è possibile notare l'area in esame è caratterizzata da un rischio idrogeologico "elevato".



E' stata redatta una valutazione della vulnerabilità degli acquiferi delle alluvioni attuali del fiume Secchia seguendo la metodologia proposta dall'Amministrazione Provinciale di Parma (2001) e adottato anche nella realizzazione della carta regionale della vulnerabilità.

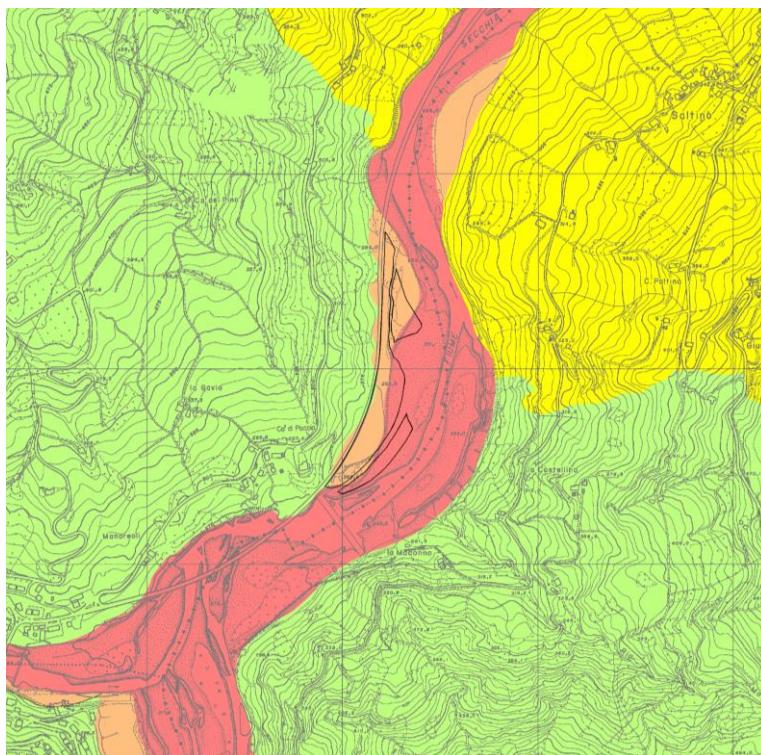
Lo schema di attribuzione è sintetizzato nella figura a lato; in particolare per le alluvioni del fiume Secchia si può indicare una classe di vulnerabilità estremamente elevata, mentre per i terrazzi essendo presente ghiaia subaffiorante e una falda libera la classe attribuita è elevata.

La carta della vulnerabilità degli acquiferi evidenzia per l'area di cava "valori" di vulnerabilità variabili, estremamente elevati in corrispondenza delle alluvioni recenti ed elevati in corrispondenza dei depositi terrazzati.

SCHEMA DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ
AGGIORNAMENTO SECONDO IL NUOVO MODELLO IDROGEOLOGICO
CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO = FALDA LIBERA

GRADO DI VULNERABILITÀ	LITOLOGIA DI SUPERFICIE	PROFONDITÀ TETTO GHIAIE
BASSO	Argilla	> 10 m
MEDIO	Argilla Limo	> 5 m < 10 m > 10 m
ALTO	Argilla Limo	< 5 m < 10 m
ELEVATO	Sabbia Ghiaia	0 m 0 m
ESTR. ELEVATO	Ghiaia alvei fluviali	0 m

Figura 22. Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità. Aggiornamento secondo il nuovo modello idrogeologico (Amm. Prov. Parma, 2001)



LEGENDA

GRADO DI VULNERABILITÀ	
MEDIO-BASSO	
MEDIO-ALTO	
ELEVATO	
ESTREMAMENTE ELEVATO	

Figura 23. Carta della vulnerabilità

2.6.2 La situazione idrogeologica della cava La Gavia

A partire dal maggio 2007 sono state condotte diverse campagne di rilievo della profondità della falda. Le ubicazioni dei punti di misura e rilievo sono riportate nella **Tavola 2**.

Di seguito si riportano i dati ottenuti dalle indagini in situ e dalle misure di monitoraggio ambientale.

Nel 2007, in occasione della realizzazione delle penetrometrie dinamiche e dei saggi esplorativi eseguiti con l'escavatore nell'area della futura cava, furono raccolti i seguenti dati freatimetrici:

anno 2007	Quota p.c.	Soggiacenza (m dal p.c.)	Livello falda (m s.l.m.)
SAGGIO Pz1	264.00	4.50	259.50
SAGGIO Pz2	264.20	4.20	260.00
SAGGIO Pz3	262.90	4.45	258.45
SAGGIO Pz4	262.40	4.00	258.40
SAGGIO Pz5	261.60	3.60	258.00
PENETROMETRIA 1	267.50	>0.50	<267.00
PENETROMETRIA 1bis	267.50	>0.50	<267.00
PENETROMETRIA 2	265.80	>0.80	<265.00
PENETROMETRIA 3	263.50	>0.50	<263.00
PENETROMETRIA 4	264.10	>0.60	<263.50
PENETROMETRIA 5	265.00	>0.50	<264.50
PENETROMETRIA 6	265.60	>0.60	<265.00
PENETROMETRIA 7	262.10	>0.60	<261.50
PENETROMETRIA 8	261.20	>2.20	<259.00

Tra le attività preliminari legate al piano di coltivazione e alla relativa autorizzazione era prevista l'esecuzione ed installazione di due piezometri posti a monte e a valle dell'area di cava. I piezometri sono stati eseguiti tra il 16 ed il 17 settembre 2010 con le caratteristiche principali di seguito riportate.

PIEZOMETRO Pz1 posto a monte – eseguito il 16/09/2010				
Profondità (m dal pc)	Tratta cementata-impermeabilizzata	Tratta filtrata	Diametro piezometro	Livello di falda (m s.l.m.)
11.00	0.00-1.50	1.50-11.00	3"	-5.0

PIEZOMETRO Pz2 posto a valle – eseguito il 17/09/2010				
Profondità (m dal pc)	Tratta cementata- impermeabilizzata	Tratta filtrata	Diametro piezometro	Livello di falda (m s.l.m.)
13.50	0.00-2.00	2.00-11.00	3"	-5.0

Dalla realizzazione dei piezometri (sett.2010) sono state condotte diverse campagne di monitoraggio della falda sintetizzati nella tabella seguente.

Data	PZ 1 MONTE – Quota p.c. 265 m s.l.m.		PZ 2 VALLE – Quota p.c. 262 m s.l.m.	
	Soggiacenza (m dal p.c.)	Livello falda (m s.l.m.)	Soggiacenza (m dal p.c.)	Livello falda (m s.l.m.)
30/09/2010	-4.30	260.70	-4.13	257.87
06/09/2011	-4.14	260.86	-3.78	258.22
11/01/2012	-4.12	260.86	-3.19	258.81
10/07/2012	-4.17	260.83	-3.64	258.36
06/08/2012	-4.22	260.70	-3.71	258.29
28/08/2012	-4.22	260.78	-3.64	258.36
19/10/2012	-4.31	260.69	-3.73	258.27
08/11/2012	-3.92	261.08	-2.71	259.29
11/01/2013	-4.30	260.70	-3.57	258.43
15/03/2013	-3.12	261.88	-2.56	259.44
03/07/2013	-4.25	260.75	-3.82	258.18
03/09/2013	-4.21	260.79	-3.92	258.08
26/09/2013	-4.47	260.53	-4.10	257.90
28/10/2013	-4.31	260.69	-4.02	257.98
14/11/2013	-4.28	260.72	-3.98	258.02
10/12/2013	-4.44	260.56	-3.98	258.02
10/04/2014	-3.96	261.07	-	-
08/10/2014	-4.23	260.77	-4.23	257.77
13/03/2015	-3.94	261.06	-2.91	259.09

Dall'analisi dei dati riportati si evidenzia come, nel piezometro di valle, le quote piezometriche abbiano avuto oscillazioni con un valore minimo di soggiacenza pari a -2.56 m dal pc (lettura 15/03/2013) e massimo pari a -4.23 m dal pc (lettura del 08/10/2010) con oscillazione della falda pari a 2.62 m. Nel piezometro di monte (PZ1) è stata registrata una soggiacenza minima pari a 3.12 (lettura 15/03/2013) e massima di 4.47 m dal pc (26/09/2013) evidenziando una oscillazione pari a 1.35 m. I dati rilevati evidenziando una stretta relazione tra le quote idrometriche del fiume Secchia ed i livelli piezometrici dei piezometri di cava; inoltre l'oscillazione risulta superiore nel piezometro di valle rispetto al piezometro di monte.

Sulla base dei dati rilevati e dei rilievi topografici eseguiti è stato possibile evidenziare come a livello del piezometro Pz1 (monte) la quota della falda risulti più bassa rispetto alla quota del pelo dell'acqua del fiume Secchia (fiume alimentante), mentre a livello del piezometro di valle Pz2 la quota della falda risulti più alta rispetto alla quota del pelo dell'acqua del fiume Secchia (fiume drenante) almeno in alcuni periodi dell'anno.

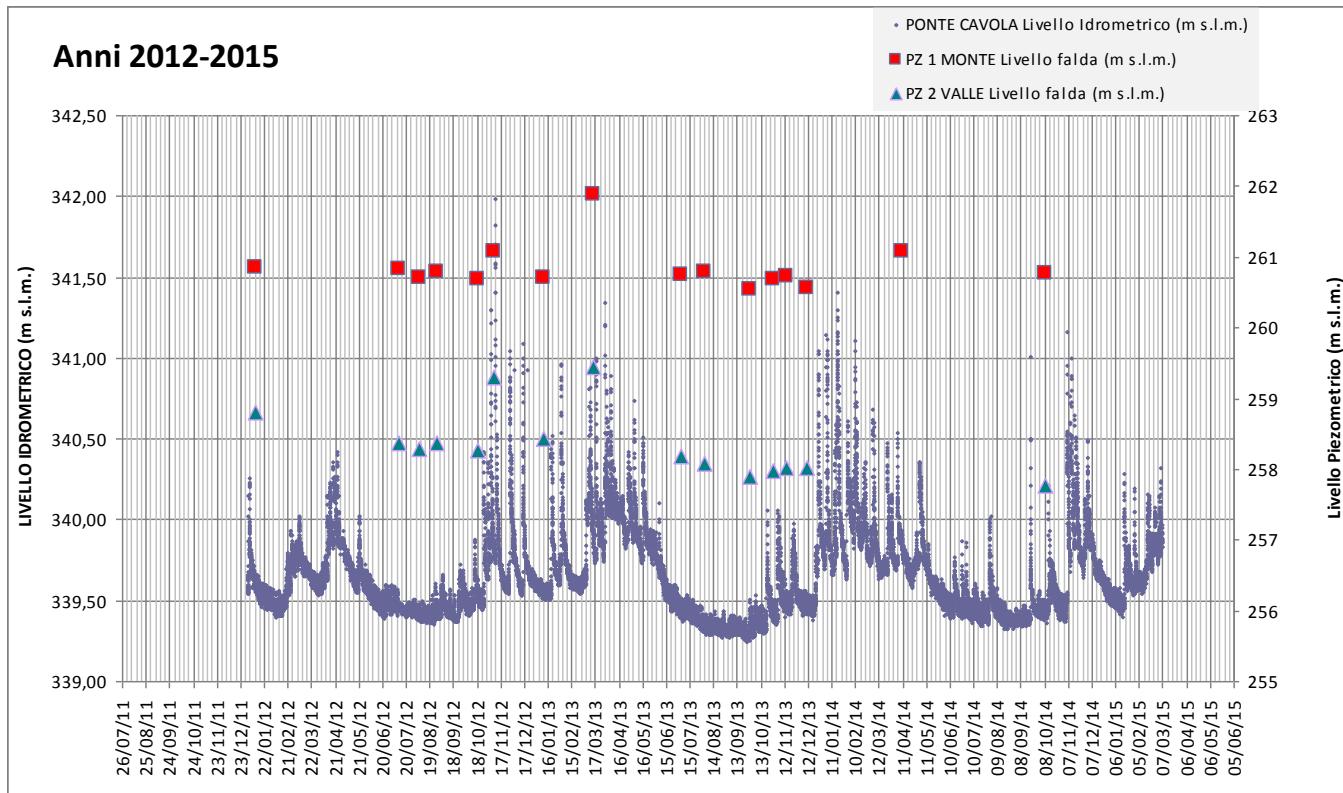


Figura 24. Andamento dei livelli piezometrici della falda nei due piezometri Pz1 e Pz2 in relazione all'andamento dei livelli idrometrici del fiume Secchia a Ponte Cavola (a monte dell'area)

2.6.3 Monitoraggio idrochimico delle acque sotterranee

Nel corso dei rilievi piezometrici sono state eseguite anche alcune misure di conducibilità e temperatura dell'acqua presente nei piezometri. I risultati di tale monitoraggio sono riportati nella tabella seguente.

Data	PZ 1 MONTE – Quota p.c. 265 m s.l.m.			PZ 2 VALLE – Quota p.c. 262 m s.l.m.		
	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)	pH	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)	pH
10/07/2012	13.9	1888		12.2	1739	
06/08/2012	17.0	2410		13.2	1702	
28/08/2012	13.2	2800	7.97	12.6	1770	
08/11/2012	17.5	1995		14.4	1925	
11/01/2013	13.8	1595		11.9	1850	
15/03/2013	10.0	1270		7.1	1310	
03/07/2013	12.7	-		11.5	-	
03/09/2013	16.1	2480		13.3	1428	

E' possibile notare come i valori di conducibilità siano risultati molto elevati evidenziando una forte influenza, sulle acque sotterranee, delle acque superficiali del F. Secchia, per le quali risulta notevole il contributo dalle sorgenti sulfuree presenti nella zona gessi triassici posti a monte della Cava (es. sorgenti di Poiano).

Le acque sotterranee sono state sottoposte anche ad analisi chimica con prelievo presso il piezometro di valle eseguito il 20/07/2012. Nella tabella seguente si riporta un estratto dei dati ottenuti, che evidenzia come il parametro relativo ai solfati risulti estremamente elevato (350 mg/l) a conferma del contributo delle acque delle sorgenti di Poiano. Per confronto si riportano delle analisi (Barchi, 1988) pubblicate nel testo "Studi sulla vulnerabilità degli acque sotterranee - Alta Pianura e Appennino della provincia di Reggio Emilia" che evidenziano come il contributo delle acque delle fonti di Poiano aumenti in modo importante i contenuti di solfati, cloruri. Sono riportati inoltre i dati del monitoraggio ambientale condotto da Arpa² sulle acque alla traversa di Castellarano (a valle dell'area in esame) nelle quali si evidenziano valori di conducibilità molto variabili, ma comunque confrontabili con quanto rilevato nelle acque del fiume Secchia nei pressi della cava la Gavia.

² Arpa (2013): "Report sullo stato delle acque superficiali triennio 2010 – 2012" disponibile in rete sul sito <http://www.arpa.emr.it>

Analisi chimiche		20/07/2012
Durezza (mg/l)	<i>CaCO₃</i>	675
Conduttività a 20°C (μS/cm)		1720
Cloruri (mg/l)	<i>Cl</i>	245
Solfati (mg/l)	<i>SO₄</i>	350
Nitrati (mg/l)	<i>NO₃</i>	48
Ammoniaca (ug/l)	<i>NH₄</i>	80
Ferro (ug/l)	<i>Fe</i>	52
Manganese (ug/l)	<i>Mn</i>	<10
Oli Minerali (ug/l)	(n-esano)	26

Figura 25. Risultati delle analisi chimiche eseguite sul piezometro di valle

Tabella 5.13. Parametri compostionali medi per le acque del F. Secchia a valle di Poiano (Barchi, 1988).

N°	Punto d'acqua	<i>SO₄</i> mg/l	<i>Cl</i> mg/l	<i>HCO₃</i> mg/l	<i>Ca</i> mg/l	<i>Mg</i> mg/l	<i>Na</i> mg/l	<i>K</i> mg/l	<i>Sr</i> mg/l
8	Secchia monte Poiano	190	8,9	188	122	10,0	5,6	1,3	< 100
9	Poiano	1888	2033	148	776	31,8	1323	6,0	< 100
10	Secchia valle Poiano	328	193	180	173	13,9	123	2,1	< 100

Figura 26. Analisi del F. Secchia [tabella estratta da "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi – Alta Pianura e Appennino della provincia di Reggio Emilia"]

PROV		MO	MO	MO	MO
COD_RER		01201100	01201100	01201100	01201100
DES_STAZIONE	TRAVERSA DI CASTELLARANO	TRAVERSA DI CASTELLARANO	TRAVERSA DI CASTELLARANO	TRAVERSA DI CASTELLARANO	TRAVERSA DI CASTELLARANO
DATA_PREL	09/02/2010	05/05/2010	27/07/2010	16/11/2010	
ANNO	2010	2010	2010	2010	
TEMPERATURA ARIA	°C	0.4	16.4	21.0	15.2
TEMPERATURA ACQUA	°C	2.3	12.3	21.1	11.3
pH	unità di pH	8.1	8.0	7.9	8.0
CONDUCIBILITÀ	μS/cm a 20° C	1137	492	1980	474
OSSIGENO DISCiolto	O ₂ mg/L	13.0	10.0	9.9	10.2
OSSIGENO ALLA SATURAZIONE	%	96	93	110	93
Solidi sospesi	mg/L	64	726	<5	3170
Alcalinità	Ca (HCO ₃) ₂ mg/L	360	249	157	234
B_O_D_5	O ₂ mg/L	<2	7	<2	4
C_O_D_	O ₂ mg/L	6	38	<4	84
Azoto ammoniacale (N)	mg/L	0.08	0.19	0.02	0.05
Azoto Nitrico (N)	mg/L	1.3	0.5	<0.2	0.4
AZOTO TOTALE	N mg/L	3.3	1.8	<1.0	2.8
Ortofosfato	P mg/L	0.03	0.04	<0.01	0.02
FOSFORO TOTALE	P mg/L	0.08	0.25	<0.01	0.63
Cloruri	Cl mg/L	162	31	427	42
Solfati	SO ₄ mg/L	194	77	369	74
Calcio	mg/L	129	68	194	58
Escherichia coli	UFC/100 mL	910	5900	100	52000
Durezza	CaCO ₃ mg/L	404	215	580	184
Arsenico	As ug/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Cadmio	Cd ug/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cromo totale	Cr ug/L	<2	<2	<2	<2
Nichel	Ni ug/L	<2	<2	<2	<2
Piombo	Pb ug/L	<2	<2	<2	<2
Boro	μg/L	116	128	120	92
Rame	Cu ug/L	<5	<5	<5	<5
Zinco	Zn ug/L	44	79	33	<10
Mercurio	Hg ug/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Figura 27. Dati relativi alla traversa di Castellarano estratti da: "Report sullo stato delle acque superficiali triennio 2010 – 2012"

Per confermare il contributo delle acque del F. Secchia agli elevati valori di conducibilità sono state eseguite alcune misure di temperatura e conducibilità del fiume Secchia nei pressi dei piezometri; nella tabella seguente sono riassunti i valori misurati che evidenziano valori di conducibilità molto elevati soprattutto nel periodo estivo quando il contributo delle acque sorgive diventa più importante mentre i dati di novembre e marzo, a seguito di eventi di piena, evidenziano valori più contenuti.

Data	FIUME SECCHIA - Zona di monte		FIUME SECCHIA - Zona di valle	
	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)
10/07/2012	25.4	2930		
06/08/2012	28.1	3840		
28/08/2012	20.6	3690	20.6	3520
08/11/2012	7.4	1244		
11/01/2013	6.1	1462		
15/03/2013	5.8	813		
03/07/2013	20.4	-		
03/09/2013	22.2	3250		

2.7 Aspetti geologici-geomorfologici e idrogeologici di interesse emersi dalle relazioni di fine anno

Si riportano di seguito alcune considerazioni rilevanti per l'area in esame estratte dalle relazioni di fine anno (anni 2012-2014) in particolare riguardo agli aspetti geologico-geomorfologici ed idrogeologici di interesse relativamente alle diverse fasi di lavorazione intercorse dall'inizio dei lavori.

2.7.1 Anno 2012

Gli scavi in area privata (autorizzati ai sensi della LR17/91 e dal PAE di Baiso) sono iniziati coltivando il lotto PAE 2a del progetto approvato. La coltivazione ha interessato un'area di circa 9000 mq essenzialmente priva di vegetazione in cui il suolo è risultato molto scarso (pochi centimetri) che è stato asportato e posizionato sul lato di valle. Lo scavo è avvenuto per "strati" successivi con due fasi di ribasso.



In una seconda fase sono stati eseguiti i lavori in area demaniale con l'asportazione di 19.978 mc di ghiaia alluvionale. I lavori hanno comportato la realizzazione, attraverso scavo ed asportazione, di un canale "scolmatore".

Nei sopralluoghi eseguiti durante l'anno non sono emerse anomalie negli scavi eseguiti o segnalazioni di rilievo, le scarpate si sono sempre rivelate stabili ed il fondo dello scavo privo di acqua, come pure le pareti.

Unica segnalazione degna di nota è il parziale allagamento del canale scolmatore e la presenza di acqua sul fondo in seguito alla piena del fiume Secchia del 5/11/2012 che ha causato un "rigurgito" d'acqua da valle verso monte.

2.7.2 Anno 2013

Tra le annualità 2012 e 2013 la coltivazione ha interessato un'area di circa 25.600 mq; il suolo ed i cappellacci sono risultati molto scarsi (pochi centimetri) nella porzione lato fiume, mentre sono risultati più spessi (anche 1.0 m di profondità) nelle zone lato strada provinciale.

I lavori dell'anno solare 2013 hanno riguardato la sistemazione della pista di accesso, gli scavi nei lotti PAE1a, PAE1b, PAE2 e PAE2a, la sistemazione, il ripristino e la messa in sicurezza dei luoghi. Una fase delle lavorazioni ha interessato anche la sistemazione idraulico-ambientale prevista nell'autorizzazione, rappresentati dalla sistemazione idraulica e

morfologica dell'alveo e della sponda destra del fiume Secchia anche con ripacimento di materiale proveniente in parte dalla sponda sinistra in coltivazione.

Durante l'esecuzione degli scavi è stata rilevata la presenza di un livello "argilloso" nella zona tra il lotto A-2013 ed il lotto B-2013. Sono stati rinvenuti inoltre massi ciclopici utilizzati per gli interventi di recupero. Anche in questo caso durante i sopralluoghi è sempre stata osservata la buona stabilità delle scarpate e l'assenza di acqua sul fondo di cava.

	
<i>Figura 30 Coltivazione settore PAE 1 con ribasso ed arretramento del fronte di scavo. Foto Bonini 16/07/2013</i>	<i>Figura 31 Lavori di scavo settore PAE1. Foto Bonini 26/08/2013</i>

2.7.3 Anno 2014

Nell'annualità 2014 la coltivazione ha interessato un'area di circa 7.500 mq; con suolo e cappellacci, dello spessore di circa 0.5-1.0 m di profondità. Anche in questa annualità non vi sono particolari segnalazioni in merito alla stabilità delle scarpate. Durante un sopralluogo eseguito all'inizio dell'agosto 2014 è stata evidenziata la presenza alla base degli scavi di un corpo di vecchia frana sepolto da 4-5 m di ghiaie alluvionali. Nell'area sono stati disposti drenaggi, il rinterro ed il posizionamento di una scogliera al piede di frana. Le condizioni del fronte di scavo si sono mantenute comunque buone, senza manifestare segni di sedimenti o lesioni.

Anche le intense precipitazioni verificatesi all'inizio di settembre non hanno influito sull'assetto dei fronti o delle porzioni rinterrate che non hanno presentato segni di movimento o dissesti. In questo caso, la piena del f. Secchia non ha interessato neanche la porzione di valle della cava esposta al rigurgito del fiume.

	
<i>Figura 32 Porzione di fronte rinterrato. Foto G. Bonini 05/08/2014</i>	<i>Figura 33. Visione del fronte e del piede (in figura indicato dalla freccia) corpo di frana sepolto. Foto G. Bonini 05/08/2014</i>

	
<p>Figura 34 Scarpata di abbandono scavo in deroga e fase di rinterro. Foto G. Bonini 07/08/2014</p>	<p>Figura 35 Piede corpo di frana sepolto (in figura indicato dalla freccia) con scogliera al piede e rinterro a valle. Foto G. Bonini 12/08/2014</p>
 <p>Figura 36 Fronte di scavo. A sinistra area in ripristino con rinterro di terreno extracava; nella zona centrale fronte con profilo di abbandono, a destra porzione del fronte ancora da scavare e scoticare.</p>	

2.8 Modello geologico e parametri meccanici

Dal punto di vista litologico l'area di intervento si sviluppa all'interno dei depositi alluvionali in evoluzione (b1) ed in parte all'interno dell'unità di Modena (AES8a) entrambi caratterizzati dalla presenza di ghiaia e ghiaia con sabbia. Lo sviluppo planimetrico delle unità geologiche è riportato nella tavola 2 ove sono rappresentate la carta geologica e la carta geologica ed idrogeologica a valenza locale.

In particolare dal punto di vista granulometrico la ghiaia presenta ciottoli arrotondati sovente allungati di diametro variabile da 1-2 cm a 10-15 cm; sono presenti massi arrotondati in discreta quantità (circa 5%) con diametro anche maggiore di 100 cm.

	
<p><i>Cumulo materiale tipico del giacimento alluvionale della Gavia. Pozzetto esplorativo. Foto Bonini 2011</i></p>	<p><i>Fronte di scavo in coltivazione. Si nota scarsa presenza di suolo in superficie, buona classazione del deposito alluvionale (AES8a) e la presenza di massi di grandi dimensioni (evidenziati dalla freccia) immersi nel deposito "ghiaioso" (in modo casuale). Foto Bonini 16/07/2013.</i></p>

I depositi alluvionali ghiaiosi presentano nell'area spessori relativamente variabili. Nella porzione di monte, in corrispondenza del piezometro PZ1, il substrato roccioso è stato individuato a -6.0 m dal pc (259 m slm); nel sondaggio S1_10 posto tra le sezioni 16 e 20 di tavola 2 il substrato è stato individuato a -11.40 m dal pc (circa 252/253 m slm), in corrispondenza del PZ2 il substrato è stato individuato a -10.50 m dal pc (251.5 m dal pc). In alveo alla quota di circa 255-256 m slm nella zona di chiusura del PCA è affiorante il Flysch di M.te Venere - MOV (immersione N341 – Inclinazione 26° - giacitura diritta).

Le alluvioni ghiaiose sono cartografabili come due unità geologiche separate da una scarpata di erosione (attualmente non più presente in quanto interna all'area già scavata). Le alluvioni più antiche sono riferibili all'unità di Modena - AES8a (depositi post romani IV-VII secolo d.C.) e sono sovente, anche se in modo discontinuo, ricoperte da un suolo limo-argilloso-sabbioso poco differenziato ed evoluto.

L'unità si sviluppa sulla sponda sinistra ad una quota di 1-2 m più alta rispetto ai depositi b1; su tale unità è prevalentemente realizzata la SP486r. Sono presenti sul margine occidentale dell'unità, livelli di depositi caotici riferibili a depositi di versante e/o frane relitte o comunque confinate (vedi sezione 16 in tavola 2). Lo spessore dell'AES8a è variabile da 6 a 12 m.

Le alluvioni più recenti sono riferibili all'unità denominata b1 "Deposito alluvionale in evoluzione" ed interessa la porzione maggiore dell'area in esame. Tale unità è costituita da ghiaie prevalenti di origine fluviale talora embricate con presenza di rare lenti di sabbie; il deposito si presenta nell'area terrazzato con scarpate di spessori limitati (< 1.0 m); nella



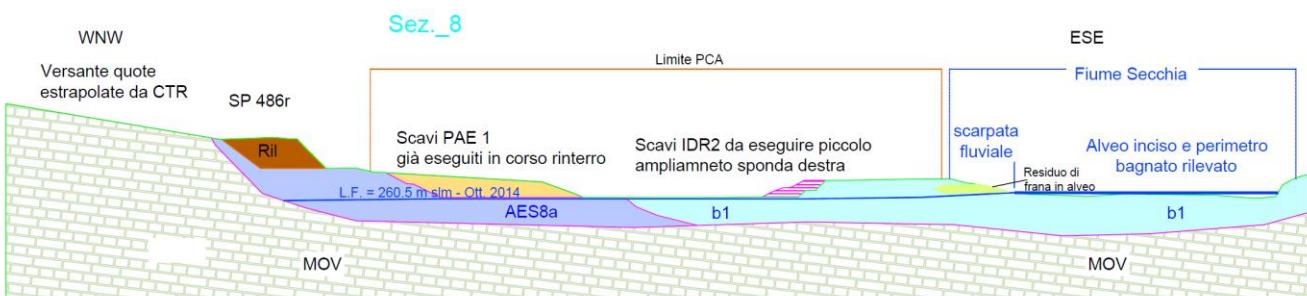
Taglio del fronte di scavo per visionare la tipologia del deposito (AES8a), granulometria ed eventuali embricature.

porzione centrale (ove è lasciato l'isolotto) è in parte fissato da vegetazione - b1a anche se non cartografato nella carta geologica ma evidenziato nella carta dell'uso del suolo. Il deposito è solcato da canali di divagazione riattivabili in caso di piena.

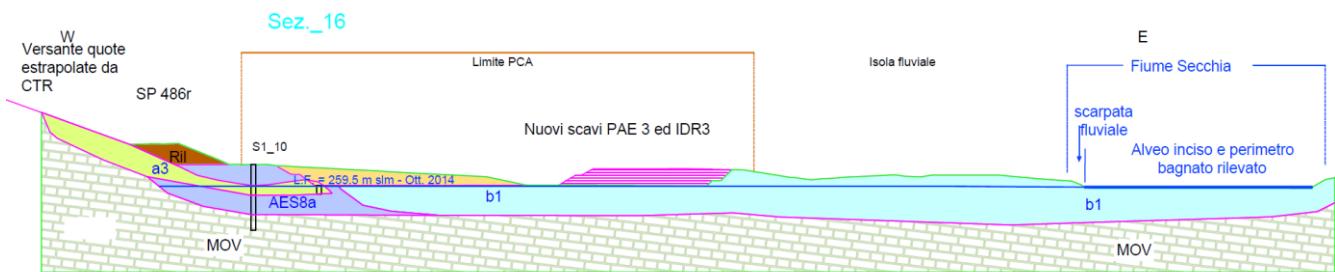
Tra le peculiarità rilevate si segnala che nella porzione di sud lungo la scarpata di erosione fluviale attiva, è stato cartografato un deposito di versante (frana) relitto ora sospeso e posto in mezzo all'alveo; nella zona nord sono invece affioranti in alveo strati di arenaria probabilmente appartenenti alla Formazione di Monte Venere (MOV). Entrambi questi elementi sono esterni all'area in esame.

Di seguito sono descritte alcune sezioni geologiche (riportate nella tavola 2).

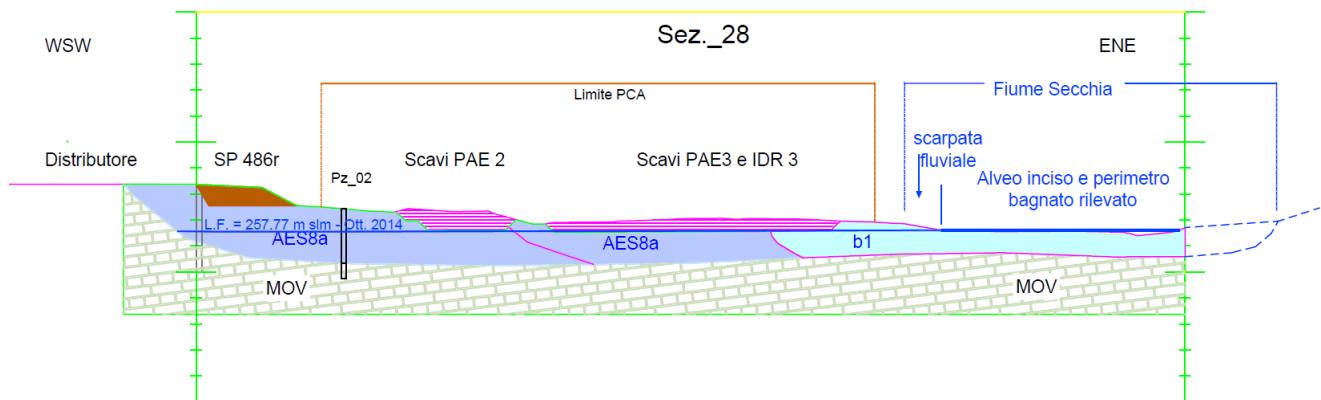
Sezione 8. La sezione 8 è posta nel settore sud o di monte dell'area di intervento; nella sezione si evidenzia la presenza dei depositi AES8a sulla sponda sinistra e dai depositi b1 sulla sponda destra e nella zona centrale. I depositi alluvionali erano separati da una scarpata ora non più presente (area già scavata). I depositi alluvionali sono posti sopra un substrato roccioso (MOV) disposto a traversapoggio con leggero franapoggio lungo il versante di sinistra. Sulla sponda sinistra è ben visibile il rilevato stradale della SP486r. Nella sezione è riportata la quota piezometrica dell'autunno 2014, in quanto in tale data oltre ai rilievi piezometrici sono stati eseguiti alcuni rilievi topografici del pelo dell'acqua dai quali si evince una fase alimentante della falda da parte del corso d'acqua.



Sezione 16. La sezione 16 è posta nel settore centrale dell'area di intervento; la sezione è stata scelta anche perché posta nei pressi del sondaggio S1_10 e per analizzare le risultanze emerse dagli scavi (presenza di deposito di versante frammisto ai depositi alluvionali). Nella sezione si evidenzia la presenza dei depositi AES8a sulla sponda sinistra ed i depositi b1 sulla sponda destra e nella zona centrale molto prossimi alla sponda sinistra. I depositi alluvionali erano separati da una scarpata ora non più presente (area già scavata). I depositi alluvionali sono posti sopra un substrato roccioso (MOV) disposto a traversapoggio con leggero franapoggio lungo il versante di sinistra. Sulla sponda sinistra è ben visibile il rilevato stradale della SP486r. La sponda sinistra è interessata da un deposito caotico a base argillosa di colore grigio-scuro intercettato dal sondaggio S1_10 e dal fronte degli scavi; tale deposito è raccordabile con i depositi a3 posti a monte della SP486r. Nella sezione è riportata la quota piezometrica dell'autunno 2014 in quanto in tale data oltre ai rilievi piezometrici sono stati eseguiti alcuni rilievi topografici del pelo dell'acqua dai quali si evince una fase alimentante della falda da parte del corso d'acqua.



Sezione 28. La sezione 28 è posta nel settore nord o di valle dell'area di intervento; nella sezione si evidenzia la presenza dei depositi AES8a sulla sponda sinistra ed i depositi b1 sulla sponda destra. I depositi alluvionali sono posti sopra un substrato roccioso (MOV) disposto a traversapoggio con leggero reggipoggio lungo l'alveo. In sponda destra è segnalato, ma coperto dalle alluvioni, il contatto geologico (graduale) tra Flysch di M.te Venere e la Formazione di Monghidoro (MOH); tale limite non è rappresentato nelle sezioni. Sulla sponda sinistra è ben visibile il rilevato stradale della SP486r. Nella sezione è riportata la quota piezometrica dell'autunno 2014 in quanto in tale data oltre ai rilievi piezometrici sono stati eseguiti alcuni rilievi topografici del pelo dell'acqua dai quali si evince come nell'area le quote piezometriche ed il livello idrometrico si trovassero quasi in equilibrio.



In sintesi dal punto di vista geologico e litologico è possibile evidenziare la seguente successione verticale di unità:

- b1. Deposito alluvionale attuale costituito da ghiaie e ghiaie con sabbia (detto anche ALL2 nelle precedenti relazioni e verifiche di stabilità): presenta uno spessore di 4-10 m. Valori caratterizzanti $N_{SPT} > 50$; $V_s > 390$ m/s;
- AES8a. Deposito alluvionale terrazzato costituito da ghiaie e ghiaie con sabbia (detto ALL1 nelle precedenti relazioni e verifiche di stabilità): presenta uno spessore variabile da 6 a 12 m. Valori caratterizzanti $N_{SPT} > 50$; $V_s > 390$ m/s (cresce con la profondità fino a 600-650 m/s);
- MOV. Formazione rocciosa di tipo flyschioide con alternanza di strati arenaceo prevalenti e strati pelitico-argillitici. Rappresenta il substrato roccioso. Valori caratterizzanti $V_s > 800$ m/s.

2.8.1 Parametri meccanici dei depositi alluvionali

Le indagini eseguite hanno permesso di ricavare alcuni parametri meccanici caratteristici tra cui, in primo luogo il valore di N_{SPT} (standard penetration test).

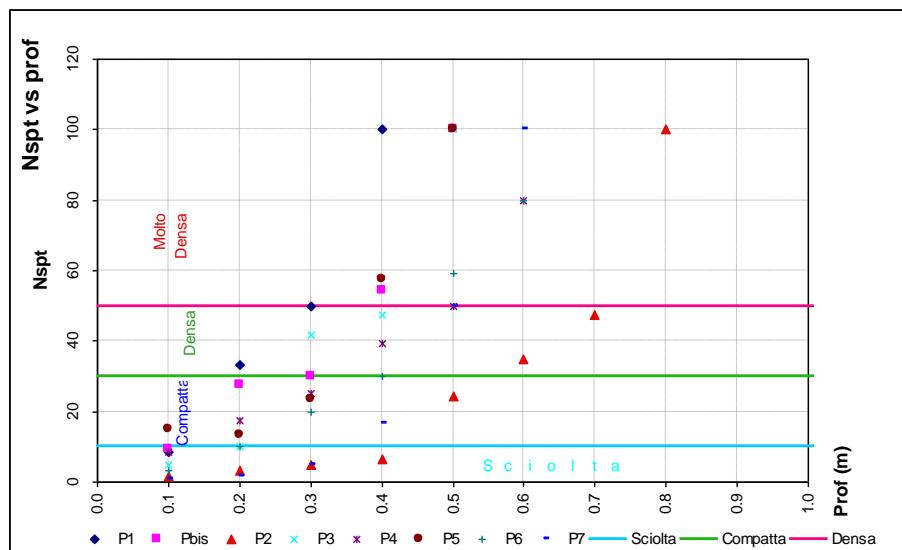


Figura 37. Valori di N_{SPT} in funzione della profondità. Si noti come le ghiaie risultino affioranti-subaffioranti.

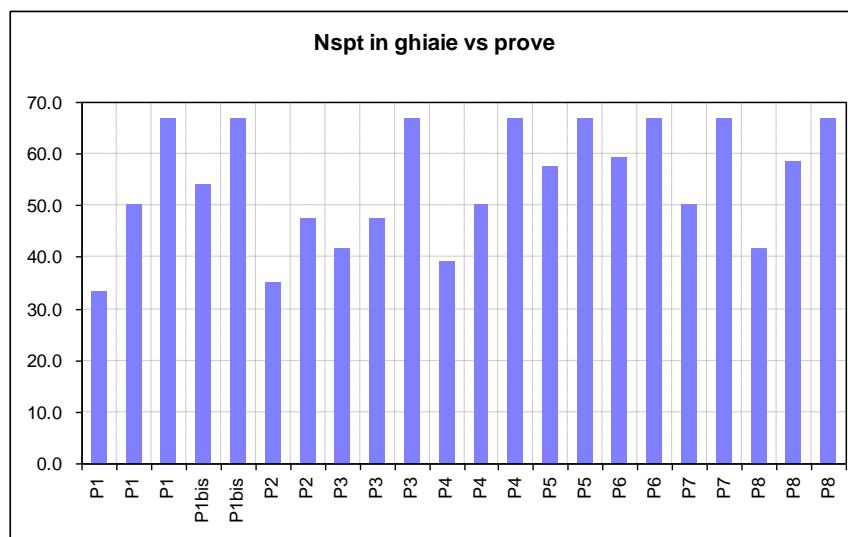


Figura 38. Valori di Nspt nelle diverse prove interessanti il livello di ghiaie

Dai valori di Nspt sono stati calcolati i parametri Φ' ed E attraverso formule di correlazione.

L'angolo di attrito ϕ' è stato determinato utilizzando le seguenti equazioni:

$$\Phi' = (\text{NSPT} \cdot 0.3) + 27$$

Shioi & Fukui (1982)³

$$\Phi' = (0.14 \cdot D_r) + 28$$

Schmertmann (1978)⁴

$$\Phi' = 19 - 0.38 \cdot \sigma'_v + 8.73 \cdot \log(\text{NSPT})$$

De Mello (1971)⁵

$$\Phi' = 27.2 + 0.28 \cdot (N'60)$$

Peck, Hanson e Thornburn (1956)

$$\Phi' = 20 + 9.3 \cdot (N'60)$$

Peck, Hanson e Thornburn (1953)⁶

$$\Phi' = ((15 \cdot \text{NSPT})^{0.5}) + 15$$

RoadBridge

La correlazione con Nspt non è sempre diretta, ma in Schmertmann è necessario determinare la densità relativa D_r ricavata con secondo le formule proposte da diversi autori tra cui:

$$D_r = \text{EXP}(0.478 \cdot \text{LN}(\text{Nspt}) - 0.262 \cdot \text{LN}(\sigma'_v) + 2.84)$$

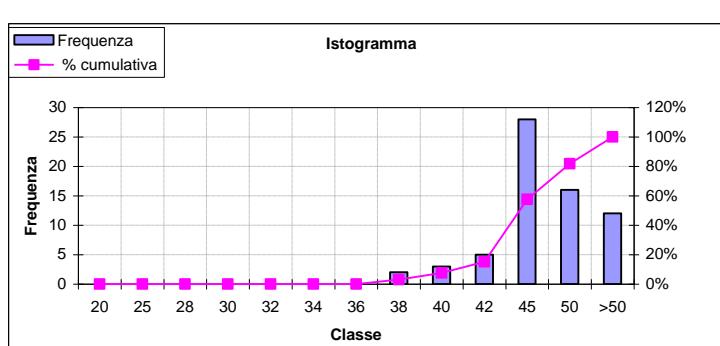
Schultze & Menzenbach (1961)⁷

$$D_r = 21 \cdot (\text{Nspt} / (\sigma'_v + 0.7))^{0.5}$$

Gibbs-Holz (1957)⁸

L'elaborazione statistica dei valori di ϕ' trovati è riportata nell'istogramma successivo.

Classe	Frequenza	% cumulativa
20	0	0.00%
25	0	0.00%
28	0	0.00%
30	0	0.00%
32	0	0.00%
34	0	0.00%
36	0	0.00%
38	2	3.03%
40	3	7.58%
42	5	15.15%
45	28	57.58%
50	16	81.82%
>50	12	100.00%

Figura 39 Istogramma Valori di Φ'

³ Shioi Y. & Fukui J. (1982): "Application of N-Value to Design of Foundations in Japan", 2nd European Symposium of penetration Testing, Vol.1 pp159-164

⁴ Schmertmann J.H. (1978): "Guidelines for cone penetration test performance and design. U.S. Dept. Of Transportation, FHWA, R78-209, Washington D.C. USA

⁵ De Mello V.F.B (1971): "The standard penetration test state-of-the art report" 4th Pan-American Conf. On Soil Mechanics Foundation Engineering, Puerto Rico, 1, 1-86

⁶ Peck R.B., Hanson W.F., Thornburn T.H. (1953) "Foundation engineering" Wiley, New York

⁷ Schulze E. & Menzenbach E. (1961): "Standard penetration test and compressibility of soils" Proc. 5th Int. Conf. Soil mechanics, Foundation Engineering, Paris, vol.1, pp527-32

⁸ Gibbs H.J. & Holz W.G. (1957): "Research on determining density of sands by spoon penetration testing" Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.1, 35-39.

Dei parametri sopra riportati sono stati determinati: il valore medio, il 5° percentile, il valore medio di Schmertmann 5° percentile di Schmertmann

Complessivo		Schmertmann	
Media	5° percentile	Media Sm	5° percentile Sm
47.14	40.00	47.2	44.89

Si nota come i valori risultano alquanto elevati, comunque in linea con l'addensamento e granulometria (grossolana) del deposito esaminato. Per meglio comprendere le caratteristiche geotecniche sono stati ricavati i parametri meccanici di riferimento per le analisi e verifiche geotecniche utilizzando la seguente procedura:

L'angolo di attrito determinato con le Nspt rappresenta il valore di riferimento della forza al taglio totale (τ);

Si è quindi ricavata la $\tau = c' + \gamma' * \tan \phi'$ imponendo $c' = 0$ e ϕ' pari al parametro elaborato;

E' stata ricalcolata la coppia dei parametri c' e ϕ' facendo variare c' e mantenendo fisso τ .

In tal modo sono stati calcolati i valori di seguito riportati.

Prof m	γ t/mc	σ t/mq	Φ °	c t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c2 t/mq
0.50	1.70	0.85	40.00	0.00	0.71	40.00	0.0000
0.50	1.70	0.85	44.89	0.00	0.85	40.00	0.1335
0.50	1.70	0.85	47.14	0.00	0.92	40.00	0.2029
0.50	1.70	0.85	47.20	0.00	0.92	40.00	0.2047

Prof m	γ t/mc	σ t/mq	Φ °	c t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c2 t/mq
0.50	1.70	0.85	44.89	0.00	0.85	42.00	0.0814
0.50	1.70	0.85	47.14	0.00	0.92	42.00	0.1506
0.50	1.70	0.85	47.20	0.00	0.92	42.00	0.1526

Prof m	γ t/mc	σ t/mq	Φ °	c t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c2 t/mq
0.50	1.70	0.85	40.00	0.00	0.71	38.00	0.0491
0.50	1.70	0.85	44.89	0.00	0.85	38.00	0.1827
0.50	1.70	0.85	47.14	0.00	0.92	38.00	0.2519
0.50	1.70	0.85	47.20	0.00	0.92	38.00	0.2538

L'analisi evidenzia come la coppia dei parametri geotecnici c' e ϕ' risulta quindi rientrare nel range:

C' t/mq	0.0-0.25
Φ' (°)	38-42

In tal senso sono stati associati i seguenti valori alle unità b1 e AES8a:

Unità	C' (t/mq)	Φ' (°)
b1 (ALL1)	0.20	38-42
AES8a (ALL2)	0.25	38-42

Il modulo elastico E è stato calcolato correlando i valori di Nspt con il modulo stesso attraverso varie equazioni:

$$E = (280 * NSPT) / 100 \quad (\text{Parry})$$

$$E = (0.756 * NSPT) + 18.75 \quad (\text{D'Apollonia})$$

$$E = 7 * RADQ(NSPT) \quad (\text{Denver})$$

$$E = 1200 * (NSPT + 6) / 1000 \quad (\text{Bowles, 1994})$$

E Medio	E 5° percentile
MPa	MPa
83.49	49.50

L'elaborazione statistica dei valori trovati è riportata nell'istogramma successivo.

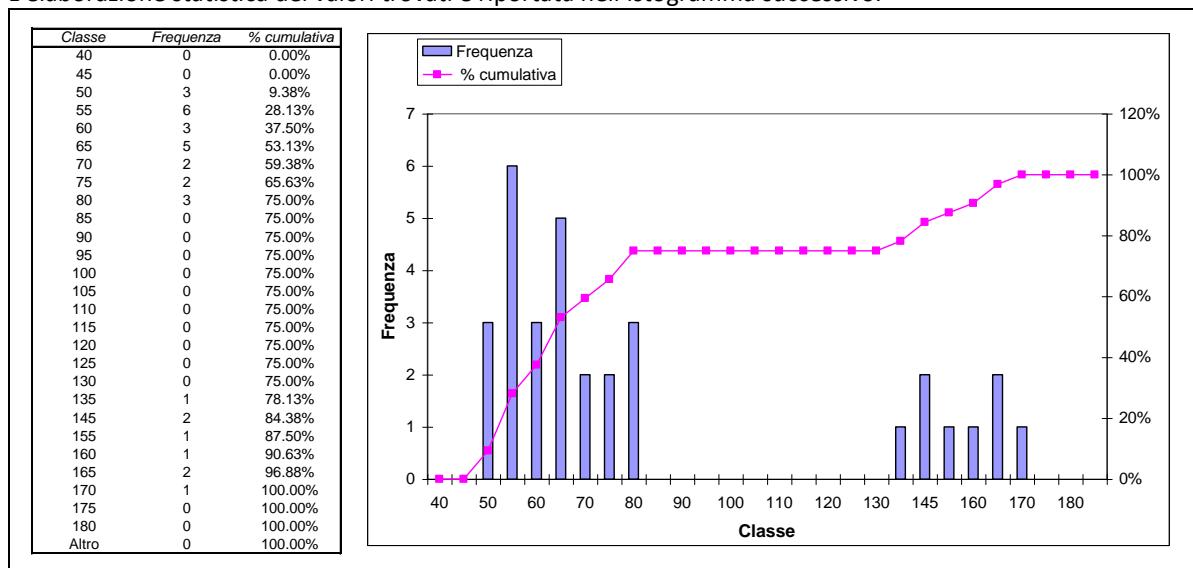


Figura 40. Istogramma Valori di E

2.8.2 Parametri meccanici del substrato roccioso

Le analisi sull'ammasso roccioso sono state eseguite secondo i concetti sviluppati da Hoek che sono alla base del GSI (Geological Strength Index) e si basano sulla relazione esistente tra l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso e le caratteristiche delle discontinuità che lo separano. Il valore di GSI è rappresentato da un indice che fornisce una valutazione accurata della resistenza e della deformabilità dell'ammasso roccioso, ricavabile da un diagramma classificativo.

Per facilitare l'utilizzo della carta generale, sono state proposte da Marinos e Hoek (2000)⁹ delle carte per vari tipi di rocce più facilmente riscontrabili in natura ed in cui è indicato il più probabile campo di appartenenza del valore di GSI. Nella figure successive si riportano il diagramma generale per le rocce fratturate ed il diagramma con i valori tipici delle arenarie.

I parametri dell'ammasso roccioso sono stati ricavati per l'unità MOV che presenta un comportamento ed un aspetto o francamente roccioso; i parametri sono desunti dalla bibliografia in quanto l'ammasso roccioso è ampliamente coperto dei depositi alluvionali (anche se visionato nei sondaggi PZ1, PZ2 e S1_10). I dati sono derivati da:

- "Assessing the geomechanical features of some of the most common heterogeneous rock units in the Northern Apennines" di G. Mandrone (2004) (Flysch di M.te Venere = Flysch di M.te Sporno);
 - analisi condotte da Ronchetti F. et. Al. (2008);
 - "Relazione finale attività tipo B – Analisi di dettaglio della franosità" a cura della Regione Emilia-Romagna e dell'Università di Modena e Reggio Emilia (2007);
- dove all'unità MOV sono assegnati i seguenti parametrici geomeccanici di base:

Riferimento bibliografico	γ kN/mc	σ_c MPa	GSI	mi
a)		40-75	30-40	10
b)	26	-	41	17
c)	-	88.75	40-45	15.2

I dati utilizzati per le analisi sono i seguenti:

Dati di progetto	γ kN/mc	σ_c MPa	GSI	mi
	25	55	40	15

Di seguito la classificazione GSI di Hoek-Brown 1980.

⁹ Marinos P. & Hoek E. (2000) "GSI – A geologically friendly tool for rock mass strength estimation"

Gli indici riportati nel grafico sono riferibili a condizioni standard. Situazioni particolari, quali ad esempio la presenza di acqua, porzioni o zone particolarmente disarticolate e alterate, presenza di minerali che influenzino le caratteristiche dell'ammasso, comportano una traslazione verso destra e verso il basso per l'individuazione dell'indice di GSI più appropriato.

Definiti i parametri di base applicando il criterio per i pendii si ottengono i seguenti parametri geomecanici caratteristici per i criteri di rottura. Per ottenere i dati relativi all'unità MOV è stato posto un disturbo dell'ammasso D variabile da 0.7 a 0.8.

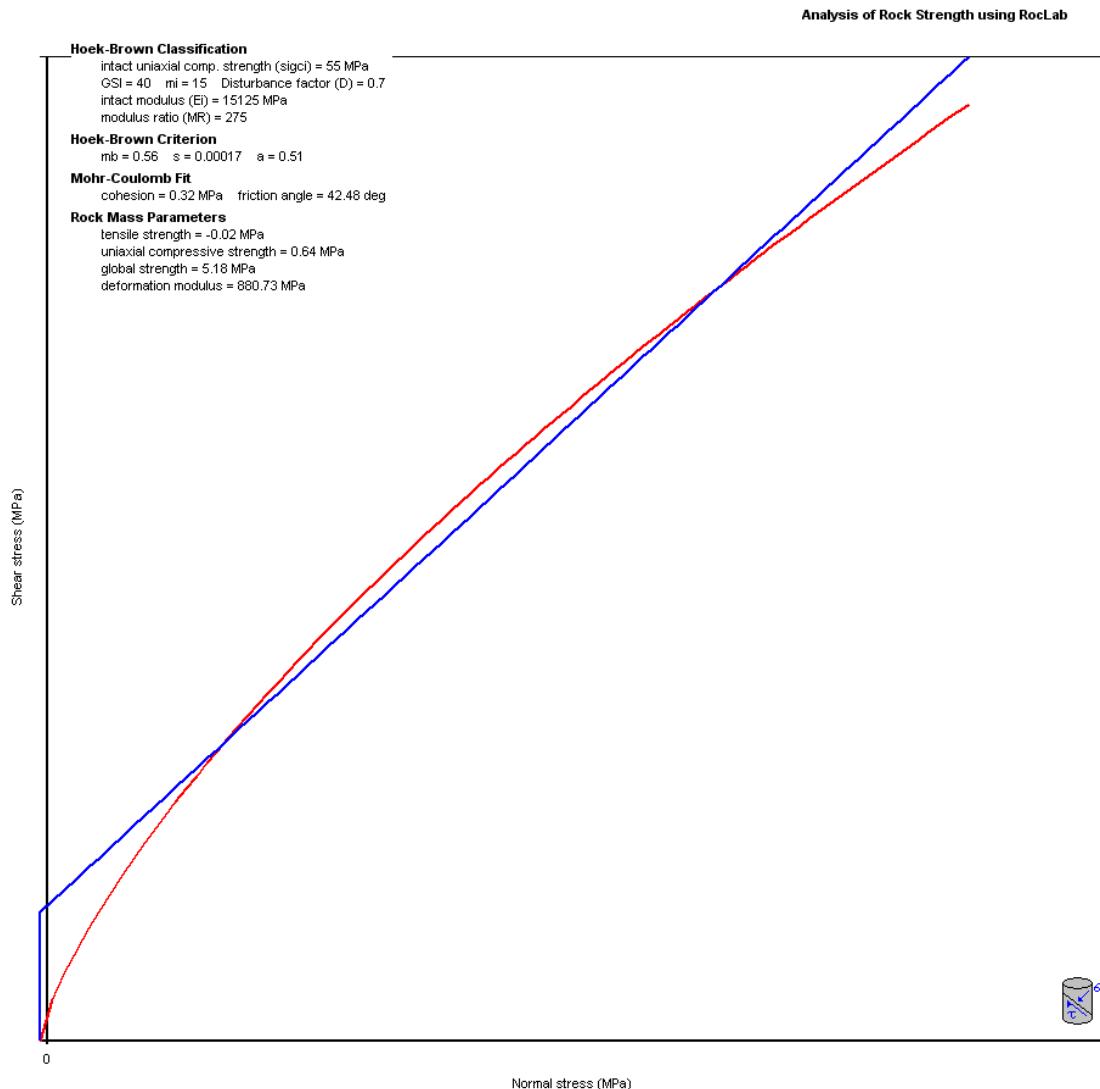
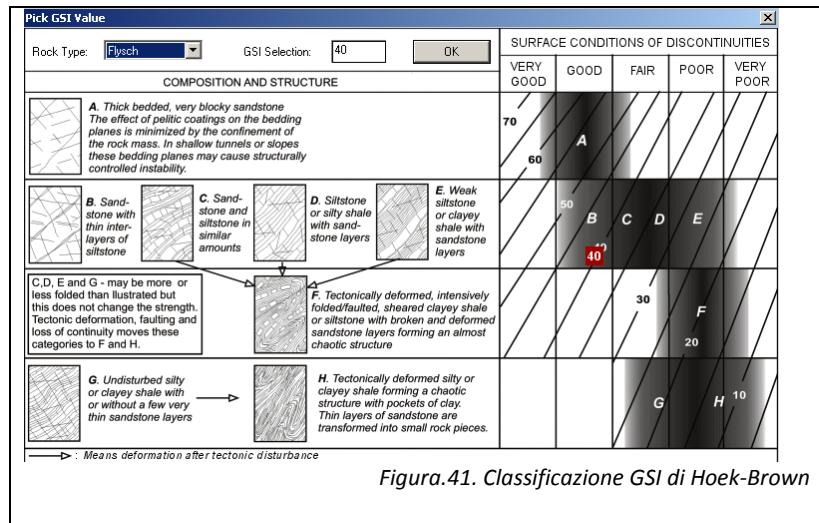


Figura 42. Involuppo di rottura Mohr-Coulomb e criterio Hoek e Brown. Elaborazione con software RocLab per unità MOV ($D = 0.7$)

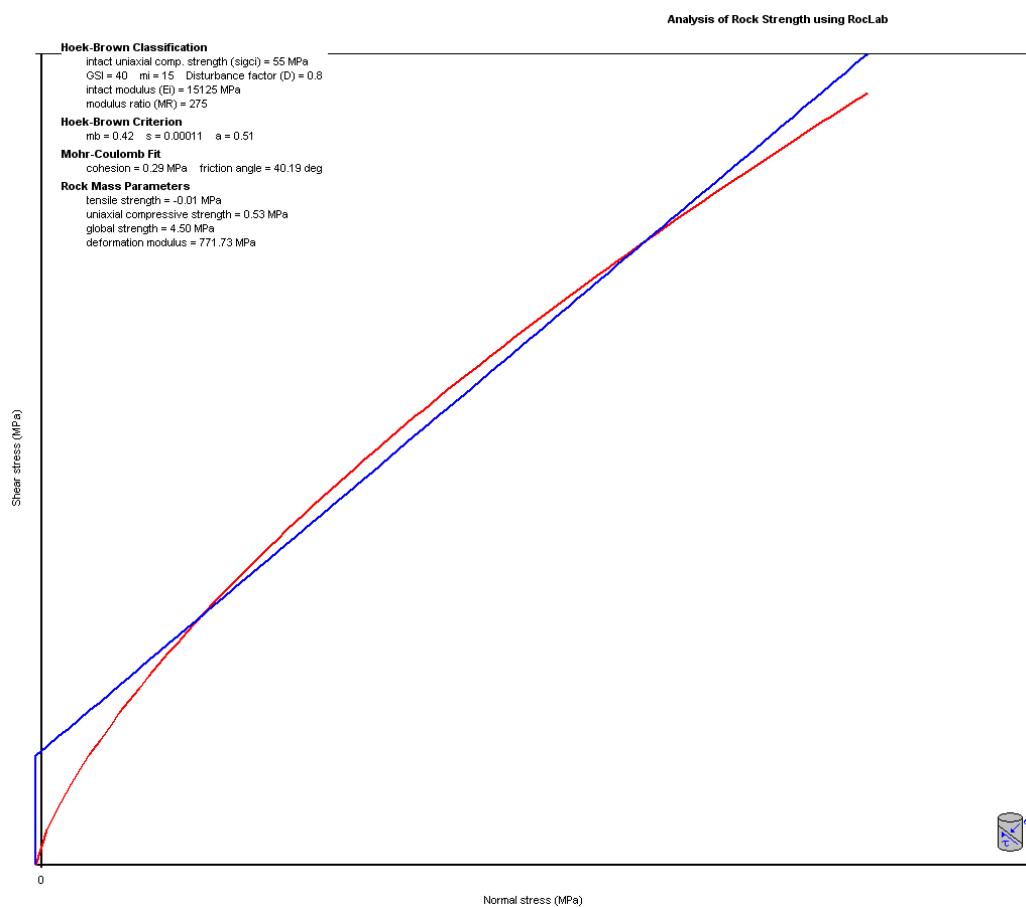


Figura 2.43. Inviluppo di rottura Mohr-Coulomb e criterio Hoek e Brown. Elaborazione con software RocLab per unità MOV ($D = 0.8$)

In sintesi si ottengono i seguenti parametri caratteristici.

Dati caratteristici	γ kN/mc	c' kPa	Φ' ($^{\circ}$)
	25	290-320	40.2-42.5

2.9 Modellazione sismica del sito

2.9.1 Zonazione sismica e pericolosità

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004¹⁰), si viene a trovare nella zona sismogenetica 913. Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

Nel "Database of individual seismogenetic sources - DISS"¹¹ disponibile al sito www.ingv.it l'area in esame ricade internamente alla sorgente sismogenetica ITCS027 Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, per la quale sono riportate le informazioni sintetizzate nella tabella a lato.

Nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI, 2004¹², INGV, Bologna) per un intorno significativo dell'area in esame (un raggio di 30 Km con centro latitudine 44.412 e longitudine 10.628) sono stati identificati 29 eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (44.412, 10.328) e raggio 30 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncf	Nnt	Ncpt
177	DI	1481	5	7				LUNIGIANA	DOM	5	85	85	44.276	10.13	A	5.84	0.14	5.80	0.21	5.80	0.21	915	G	196	542	177			
471	CP	1720	1	10	15			S.ROMANO	POS85		60	44.25	10.333		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	915	G	544	471					
740	DI	1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	DOM	27	75	75	44.668	10.286	A	5.57	0.10	5.40	0.15	5.55	0.15	913	G	615	740				
802	DI	1834	7	4	35			ALTA LUNIGIANA	DOM	21	65	65	44.439	10.021	A	5.14	0.18	4.76	0.27	4.95	0.25	915	G	383	550	802			
819	DI	1837	4	11	16	50		ALPI APUANE	DOM	50	100	95	44.174	10.181	A	5.65	0.09	5.51	0.13	5.51	0.13	915	G	391	552	819			
988	DI	1873	9	17				LIGURIA ORIENTALE	DOM	68	65	65	44.497	10.283	A	5.52	0.13	5.32	0.19	5.47	0.18	916	A	537	988				
1190	CP	1892	5	17	3	8	15	CARPINETI	POS85		60	44.45	10.517		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G	581	1190					
1291	DI	1898	3	4				CALESTANO	DOM	260	70	65	44.503	10.314	A	5.07	0.09	4.65	0.14	4.85	0.13	913	G	584	1291				
1362	CP	1902	8	4	22	37	10	FIVIZZANO	POS85		70	44.2	10.2		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	915	G	556	1362					
1365	CP	1902	12	4	16	35	1	FIVIZZANO	POS85		55	44.2	10.2		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	915	G	557	1365					
1385	DI	1904	2	25	18	47	50	Reggiano	CFTI	62	70	60	44.48	10.63	A	5.13	0.07	4.75	0.11	4.94	0.10	913	G	461	624	1385			
1504	CP	1909	3	18	2	51	52	CARPINETI	POS85		60	44.5	10.5		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G	625	1504					
1590	DI	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	DOM	73	50	50	44.597	10.279	A	4.85	0.14	4.33	0.21	4.55	0.19	913	G	587	1590				
1708	DI	1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	CFTI	640	100	95	M	44.18	10.28	A	6.48	0.04	6.48	0.04	915	G	487	563	1708				
1712	CP	1920	12	27	16	19		PIAZZA SERCHIO	POS85		50	44.25	10.283		4.64	0.14	4.02	0.21	4.27	0.19	915	G	564	1712					
1727	DI	1921	11	29	12	4		BORGO VAL DI TARO	DOM	10	50	50	44.376	9.987	A	4.81	0.14	4.27	0.21	4.50	0.19	915	G	566	1727				
1769	DI	1925	3	15	17	15		FRASSINORO	DOM	16	45	45	44.282	10.286	A	4.65	0.14	4.03	0.21	4.28	0.19	915	G	588	1769				
1784	DI	1926	6	28	21	15		REGGIANO	DOM	3	40	40	44.488	10.487	A	4.61	0.11	3.97	0.16	4.22	0.15	913	G	628	1784				
1788	CP	1926	11	18	22	57		BAGNONE	POS85		55	44.3	10		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	915	G	567	1788					
1797	CP	1927	11	20	10	24	12	CERVAREZZA	POS85		60	44.4	10.4		4.66	0.09	4.04	0.14	4.29	0.13	913	G	589	1797					
1811	CP	1928	8	3	23	9		FIVIZZANO	POS85		55	44.2	10.2		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	915	G	570	1811					
1851	CP	1931	1	25	10	48	26	FIVIZZANO	POS85		60	44.25	10.1		4.66	0.11	4.05	0.17	4.29	0.16	915	G	571	1851					
1954	CP	1940	1	24	23	32	16	CORNIGLIO	POS85		50	44.467	10.1		4.93	0.09	4.45	0.14	4.67	0.13	915	G	591	1954					
2114	CP	1957	10	25	23	2	5	MONCHIO	POS85		55	44.383	10.2		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	915	G	592	2114					
2164	CP	1961	8	3	10	26	29	FIVIZZANO	POS85		60	44.2	10.2		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	915	G	577	2164					
2218	DI	1965	11	9	15	35	1	ALTA V. SECCHIA	DOM	32	50	50	44.373	10.355	A	5.01	0.11	4.56	0.16	4.77	0.15	913	G	593	2218				
2231	CP	1967	5	15	10	3	34	S.POLO	POS85		60	44.6	10.4		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G	637	2231					
2278	CP	1970	5	3	4	17	41	S.POLO	POS85		60	44.633	10.383		4.80	0.21	4.26	0.31	4.49	0.29	913	G	639	2278					
2313	CP	1972	6	25	17	10	49	CALESTANO	POS85		60	44.6	10.2		4.66	0.21	4.04	0.31	4.29	0.29	913	G	642	2313					

Numeri di record estratti: 29

N numero d'ordine del record N numero d'ordine del record

Tr tipo di record DI: parametri calcolati da dati di base macroseismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici

Tr tipo di record

Anno tempo origine: anno Anno tempo origine: anno

Me tempo origine: mese Me tempo origine: mese

Gi tempo origine: giorno Gi tempo origine: giorno

Or tempo origine: ora Or tempo origine: ora

Mi tempo origine: minuto Mi tempo origine: minuto

Se tempo origine: secondo Se tempo origine: secondo

AE denominazione dell'area dei massimi effetti

Me Magnitudo equivalente

De Errore associato alla stima di Me

Mm Magnitudo macroseismica (calibrata a Ms)

Dm Errore associato alla stima di Mm

Tm Codice di determinazione di Mm

Ms magnitudo calcolata sulle onde di superficie

Ds errore associato alla stima di Ms

Ts codice di determinazione di Ms

Maw Magnitudo momento --

Daw Errore associato alla stima di Maw --

TW codice di determinazione di Maw O valore osservato --

¹⁰ Gruppo di Lavoro (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.

¹¹ 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

¹² Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.

AE denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt codice dell'elaborato di riferimento vedi tabella 1
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx intensità massima x 10 (scala MCS)
Imx intensità massima x 10 (scala MCS)
Io intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
Io intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
Tl codice di determinazione di Io M: valore assegnato manualmente
Tl codice di determinazione di Io
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessualiimali-decimali
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessualiimali-decimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessualiimalidecimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessualiimalidecimali
TL codice di localizzazione A: localizzazione macroseismica automatica M: localizzazione macroseismica manuale S: localizzazione strumentale
TL codice di localizzazione

Mas Magnitudo calcolata sulle onde di superficie fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99
Ma Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das Errore associato alla stima di Mas fino al 1980 coincide con Da di CPTI99
Da Errore associato alla stima di Ma
TS Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione lo/Mn di Azzaro e Barbano (1997)
Msp Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996) per $Ms > 5.5$: $Msp = Ms$; per $Ms \leq 5.5$: $Msp = (Ms + 0.584) / 1.079$
Dsp Errore associato alla stima di Msp
ZS9 Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato
TZ Codice di assegnazione alla zona sorgente G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa
Ncft Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2
Ncft Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2
Nnt Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1

Tabella 2.4. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, terremoti con epicentro compreso in un raggio di 30Km dall'area in esame.

2.9.2 Classificazione sismica

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 il Comune di **Baiso** viene classificato in **zona 3**. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.

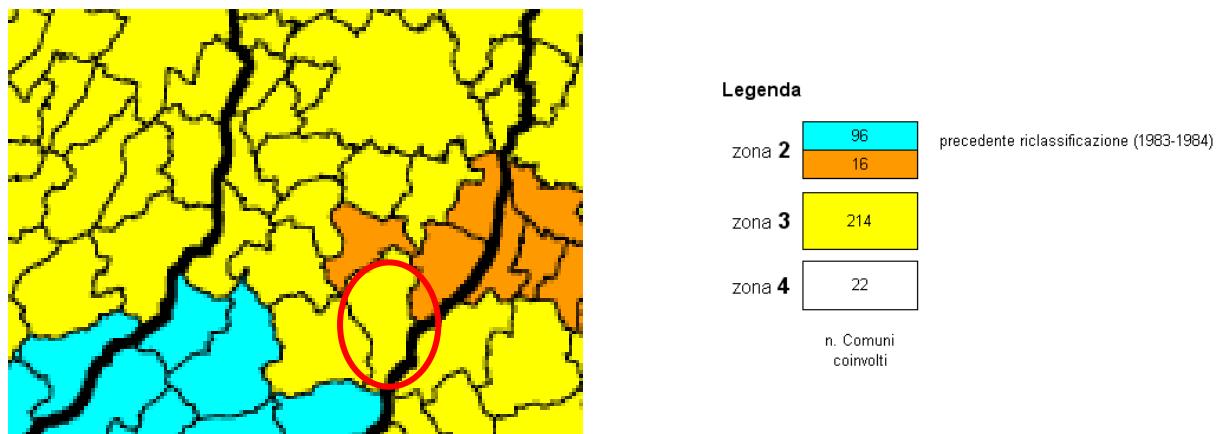
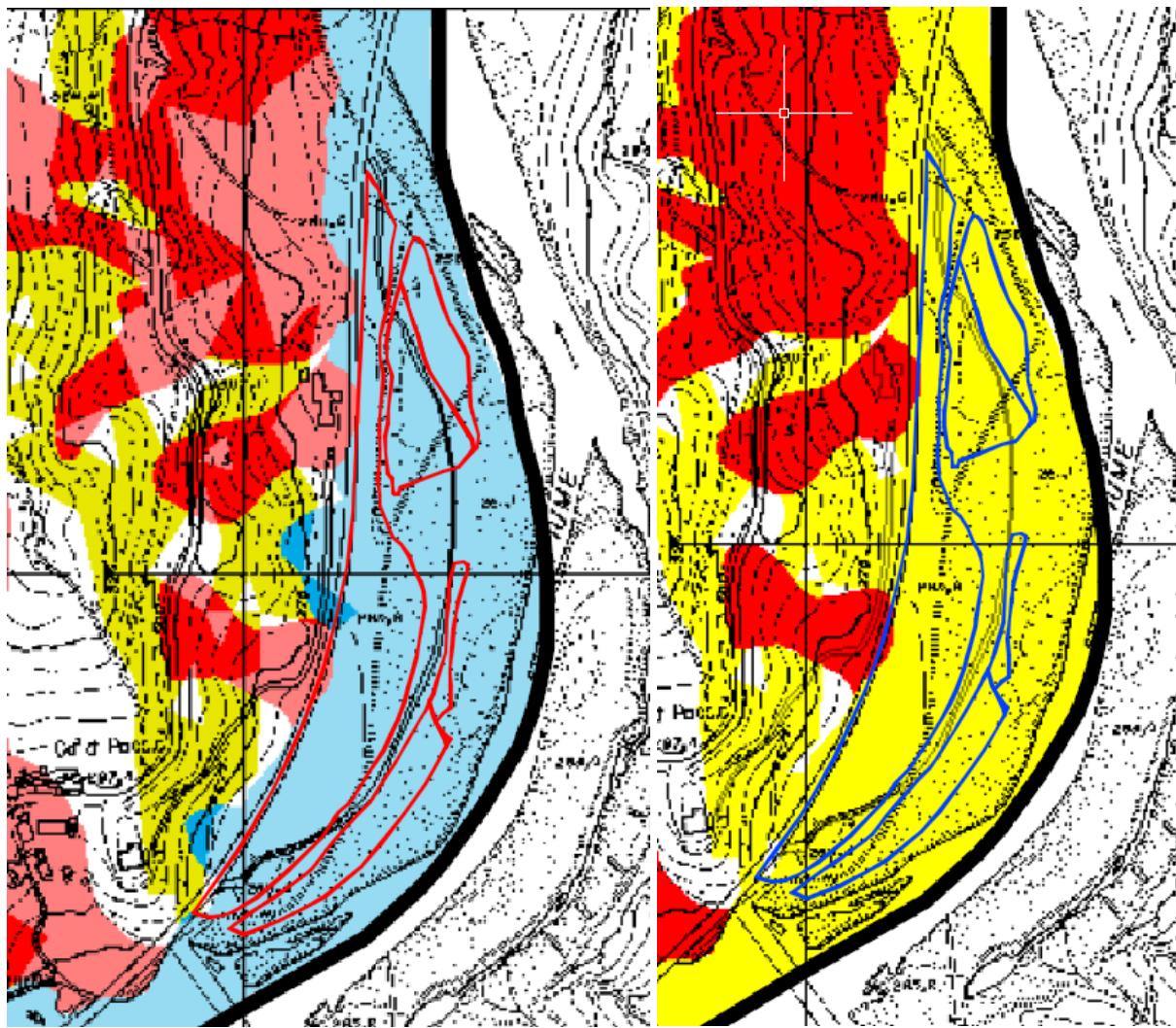


Figura 44. Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna in base all'Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003, il n° di comuni si riferisce all'intero territorio regionale.

2.9.3 Elementi di microzonazione sismica

2.9.3.1 Rischio sismico da PTCP della Provincia di Reggio Emilia

Nella tavola P9a (218SE) "Rischio sismico-carta degli effetti attesi" del PTCP della provincia di Reggio Emilia, l'area oggetto del presente studio ricade nella classe "B" e limitatamente "D" per la quale gli effetti attesi sono l'amplificazione topografica e stratigrafica, al limite del perimetro di PAE si evidenzia la presenza di aree caratterizzate da instabilità di versante. Nella tavola P9b (218SE) "Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento" per l'area in esame è indicato un livello di approfondimento "2" e 3 per le aree in dissesto.



CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITÀ DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X	X	X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X			X	
G	X			X (potenziale)	
H					

Figura 45. Estratto dalla tavola P9a (218 SE) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – “Rischio sismico-carta degli effetti attesi”.

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

1
2
3

Figura 46. Estratto dalla tavola P9b (218 SE) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – “Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento”.

2.9.3.2 Rischio sismico da PSC del Comune di Baiso

Nel PSC del Comune di Baiso [Variante al Piano Strutturale Comunale (PSC) adottata con Delibera di Consiglio Comunale n. 02 del 27/03/2014 è stata pubblicata sul BURERT in data 04/06/2014] è presente uno studio di microzonazione sismica.

Nella **Tavola P9** “Aree soggette ad effetti locali” l’area in esame è caratterizzata da “*depositi alluvionali lacustri appenninici indifferenziati*” per cui gli effetti attesi sono l’amplificazione e gli studi previsti la valutazione dell’amplificazione; al limite occidentale della cava sono rilevate frane attive e depositi di versante e frane quiescenti.

Nella **Tavola P10** “Carta degli effetti attesi” l’area della cava è classificata come “*Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti e a potenziale densificazione*” per cui gli studi previsti sono la valutazione dell’amplificazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; per la microzonazione sismica sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima di eventuali cedimenti, densificazioni.

Nella **Tavola P11** “Livelli di approfondimento” l’area della cava è classificata all’interno delle aree soggette ad approfondimenti di II Livello, ma nel caso le indagini indichino proprietà meccaniche scadenti occorre stimare i potenziali cedimenti e densificazione secondo procedure di III Livello.

Nella **Tavola P12** "Carta di microzonazione sismica" l'area in esame è come **"Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti e a potenziale densificazione"** per cui gli studi previsti sono la valutazione dell'amplificazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; per la microzonazione sismica sono stati stimati i seguenti coefficienti di amplificazione F.A. P.G.A. **1.8-2.2**, F.A. INTENSITÀ SPETTRALE (0.1s < To < 0.5s) pari a **1.9-2.2** e F.A. INTENSITÀ SPETTRALE (0.5s < To < 1.0s) pari a **1.4-1.7**, nelle successive fasi sono previsti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e approfondimenti di III livello per la stima di eventuali cedimenti, densificazioni.

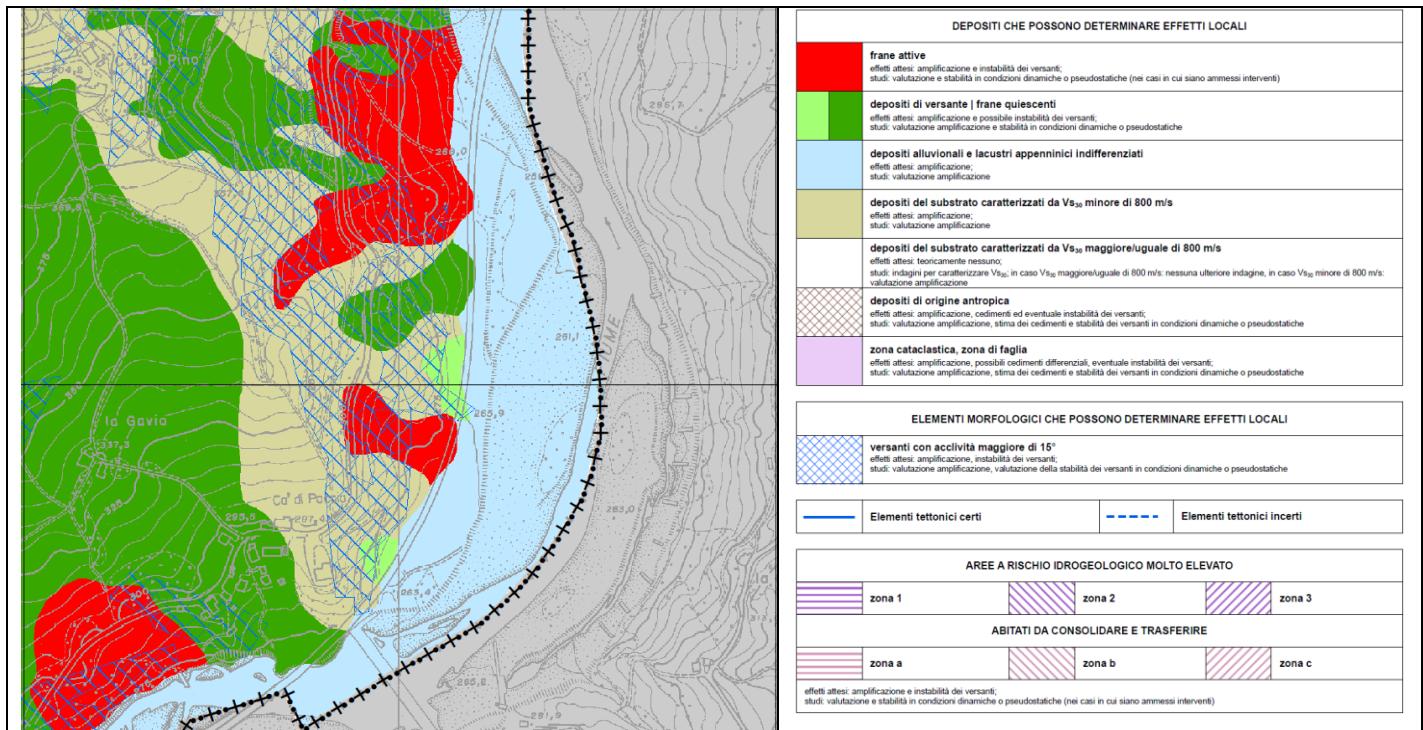


Figura 47. Estratto dalla Tavola P9 del PSC del comune di Baiso

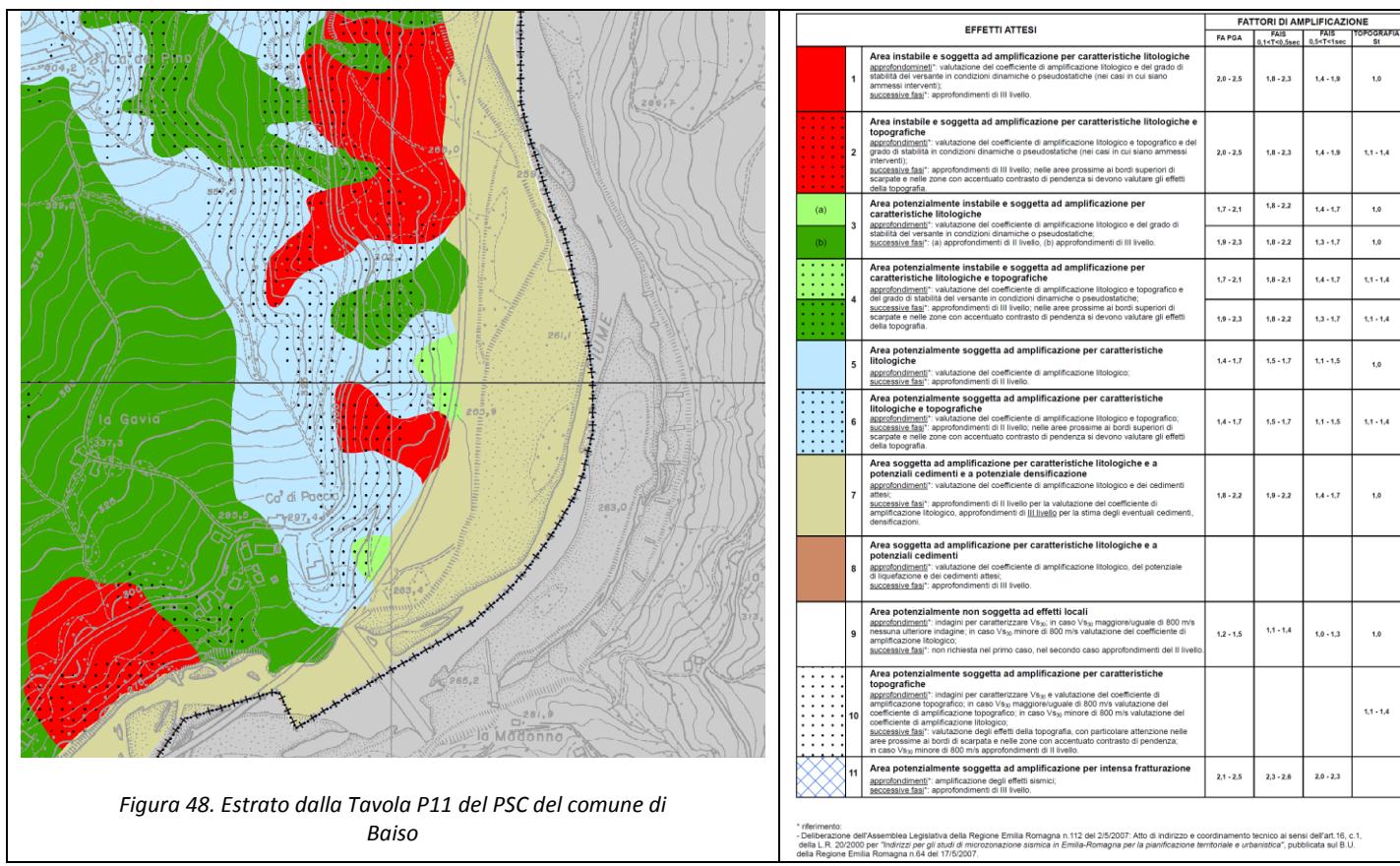


Figura 48. Estratto dalla Tavola P11 del PSC del comune di Baiso

2.9.3.3 Elementi di Analisi locale di secondo livello

L'analisi di secondo livello prevede la definizione dei coefficienti di amplificazione. Nel caso in esame non è stata elaborata una cartografia di microzonazione sismica, ma ci si è limitati a calcolare il fattore di amplificazione, in particolare secondo il metodo riportato nell'Allegato A2 della DGR 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

Il valore di a_{refg} per il Comune di Baiso è pari a **0.158g**.

Il primo step del calcolo del valore di FA prevede la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (V_{sH} e V_{s30}) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate.

La velocità delle onde di taglio equivalente nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto delle fondazioni è stata determinata attraverso la seguente formula:

$$V_{s30} = 30 / [\sum_{i=1,n} (h_i / V_{s_i})]$$

La prova Masw eseguita ha restituito un valore di V_{sH} al piano campagna pari a 575 m/s.

Il fattore di amplificazione stratigrafico

Dal momento che l'intervento in esame è ubicato in un ambito di "Appennino e margine appenninico padano" caratterizzato da velocità del substrato > 800 m/s, si devono usare le tabelle riportate in Figura 49.

L'analisi delle tabelle ha permesso di ipotizzare per l'area in esame i seguenti fattori di amplificazione: F.A. P.G.A. pari a **1.2**, F.A. INTENSITÀ SPETTRALE ($0.1s < T_o < 0.5s$) pari a **1.1** e F.A. INTENSITÀ SPETTRALE ($0.5s < T_o < 1.0s$) pari a **1.0**.

I fattori di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGAO) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner (SI/SI₀) per prefissati intervalli di periodi ($0.1s < T_o < 0.5s$ e di $0.5s < T_o < 1.0s$), dove PGAO e SI₀ sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Il valore dell'accelerazione a_{refg} amplificata vale **0.1896g**.

Fattore di amplificazione topografico

L'area in esame è ubicata lungo il fiume Secchia in un'area pianeggiante/subpianeggiante caratterizzata dalla presenza di scarpate fluviali di pochi metri di altezza (<30m); il fattore S_T (coefficiente di amplificazione topografica) valutato con il metodo riportato nella DGR 112/2007 ha fornito un valore pari a 1.0.

In modo analogo la velocità delle onde di taglio equivalente fino alla profondità del bedrock si determina nel seguente modo:

$$V_{sH} = H / [\sum_{i=1,n} (h_i / V_{s_i})]$$

F.A. P.G.A.										
V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0
20	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0
30	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0
35	1.7	1.8	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0
40	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITÀ SPETTRALE - $0.1s < T_o < 0.5s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.1	2.0	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.3	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
25	2.2	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
30	2.1	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
35	1.9	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITÀ SPETTRALE - $0.5s < T_o < 1.0s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.1	2.1	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
30	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
35	2.5	2.4	2.3	1.8	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
40	2.7	2.6	2.6	2.0	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0

Figura 49. Valori del Fattore di Amplificazione in caso di substrato caratterizzato da $V_s > 800$ m/s (estratto dall'appendice A2.1.1 dell'Atto di indirizzo).

2.10 Verifiche di stabilità'

Le verifiche di stabilità del versante posto a valle della SP486r sono state eseguite nelle condizioni coltivazione (fase di scavo) e nelle condizioni definitive di abbandono del versante. Si specifica che lo scavo sarà oggetto di un recupero morfologico anche attraverso il riempimento di parte dell'area coltivata con terre e rocce di scavo.

2.10.1 Parametri geotecnici di calcolo

Sulla base delle indagini eseguite e dei rilievi in situ sono stati distinti alcuni orizzonti stratigrafici per i quali sono stati definiti i parametri geomeccanici utili ai fini delle verifiche di stabilità. In particolare nel sito in esame sono presenti due livelli alluvionali principali: il livello indicato con la sigla ALL1 (AES8a) costituisce un terrazzo più antico rialzato di circa 2,00 m rispetto al terrazzo alluvionale più recente (ALL2- b1) ubicato più ad est.

All'interno del sondaggio S1 a profondità comprese tra 4,8 e 7 m da p.c. è stato rilevato un orizzonte costituito da materiale detritico (DT1) costituito da argille limose policrome: la presenza di questo materiale è stata interpretata come possibile continuazione del deposito di versante (a3 – vedi sezione geologica 16 descritta al § 2.7) indicato nella cartografia geologica regionale riportata ai paragrafi precedenti.

I parametri meccanici di progetto (conformi al PCS approvato) sono riportati in sintesi nella tabella seguente.

PARAMETRI MECCANICI DI PROGETTO										
	γk kN/mc	$c'k$ kN/mq	$\phi'k$ °	$\tan\phi'k$	$\gamma M2c'$	$\gamma M2\phi'$	γd kN/mc	$c'd$ kN/mq	$\tan\phi'd$	$\phi'd$ °
ALL2 (b1)	20	2	40	0,8391	1,25	1,25	20	1,60	0,6713	33,87
ALL1 (AES8)	20	2,5	40	0,8391	1,25	1,25	20	2,00	0,6713	33,87
DT1 (a3)	19	0	28	0,5317	1,25	1,25	19	0,00	0,4254	23,04
MOV	25	290	42	0,9004	1,25	1,25	25	232,00	0,7203	35,77
Rilevato SP486r	20				1,25	1,25	20	0,00		35,00
Riporti	18	0	30	0,5774	1,25	1,25	18	0,00	0,4619	24,79
										da PCS

Dove: γ = peso per unità di volume; c' = coesione efficace; ϕ' = angolo di attrito interno efficace; il pedice k indica il parametro caratteristico; il pedice d indica il parametro di progetto; i γM costituiscono i coefficienti di riduzione dei parametri meccanici come da NTC 2008.

Dalle indagini e dai rilievi eseguiti e dalle esperienze maturate nel periodo di gestione dell'area in esame non è stata riscontrata presenza di falda a quote interferenti con le lavorazioni. Nelle verifiche di stabilità viene comunque considerata una condizione estrema considerando la presenza o, in fase di scavo un allagamento degli scavi da parte del F. Secchia con conseguente falda prossima le scarpate di scavo o, in fase definitiva di una falda, indotta dalle piene del F. Secchia, prossima a piano campagna.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite ai sensi delle NTC 2008.

2.10.2 Parametri sismici

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* (G.U. n°29 del 04/02/08) nelle quali è presente un allegato relativo alla pericolosità sismica del territorio nazionale, in particolare è fornita la pericolosità sismica su un reticolo di riferimento per diversi tempi di ritorno (dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>). Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad \text{dove } p \text{ è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; } p_i \text{ è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; } d_i \text{ è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia sudetta.}$$

I calcoli dei parametri sismici sono stati eseguiti considerando due fasi differenti: una fase provvisoria durante gli scavi per la quale è stato considerato un periodo di riferimento V_R pari a 35 anni; per la fase definitiva, successiva alla escavazione e ritombamento del sito, si è considerato invece un periodo di riferimento V_R pari a 50 anni.

Sono state considerate una Vita Nominale $V_N \geq 50$ (vedasi tabella 2.4.1 delle NTC 2008), con classi d'uso considerate pari a I in fase di scavo e II o III in fase definitiva (III per la strada SP436r), da cui derivano un coefficiente $Cu = 0.7$ nel primo caso e $Cu=1.0$ nel secondo (vedasi tabella 2.4.II delle NTC 2008).

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

• Ricerca per coordinate	LONGITUDINE 10,62908	LATITUDINE 44,41240	
• Ricerca per comune	REGIONE Emilia-Romagna	PROVINCIA	COMUNE
Elaborazioni grafiche	Grafici spettri di risposta		
	Variabilità dei parametri		
Elaborazioni numeriche	Tabella parametri		
Nodi del reticolo intorno al sito	km7,5		
	16942 - 16943		
	17164 - 17165 km		
	7,5		
	... La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate del PCA del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".		
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

 $V_R = 35$ e $V_N = 35$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info	
Coefficiente d'uso della costruzione - Cu	0,7	info	
Valori di progetto	Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	35	info
	Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R	35	info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{ve} = 81\%$	30	info
	SLD - $P_{ve} = 63\%$	35	info
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{ve} = 10\%$	350	info
	SLC - $P_{ve} = 5\%$	682	info
Elaborazioni	Grafici parametri azione		
	Grafici spettri di risposta		
	Tabella parametri azione		
Strategia di progettazione	10000 (ton)		
	1000		
	100		
	10		
	10000 (ton)		
	1000		
	100		
	10		
LEGENDA GRAFICO	— □ — Strategia per costruzioni ordinarie		
	— ■ — Strategia scelta		
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
SLO	30	0,055	2,494	0,249
SLD	35	0,059	2,493	0,253
SLV	332	0,140	2,507	0,288
SLC	682	0,178	2,515	0,294

 $V_R=50$ e $V_N = 50$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info	
Coefficiente d'uso della costruzione - Cu	1	info	
Valori di progetto	Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	50	info
	Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R	50	info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{ve} = 81\%$	30	info
	SLD - $P_{ve} = 63\%$	50	info
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{ve} = 10\%$	475	info
	SLC - $P_{ve} = 5\%$	975	info
Elaborazioni	Grafici parametri azione		
	Grafici spettri di risposta		
	Tabella parametri azione		
Strategia di progettazione	10000 (ton)		
	1000		
	100		
	10		
LEGENDA GRAFICO	— □ — Strategia per costruzioni ordinarie		
	— ■ — Strategia scelta		
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
SLO	30	0,055	2,494	0,249
SLD	50	0,069	2,491	0,262
SLV	475	0,159	2,510	0,290
SLC	975	0,199	2,519	0,299

 $V_R = 75$ e $V_N = 50$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info	
Coefficiente d'uso della costruzione - Cu	1,5	info	
Valori di progetto	Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	75	info
	Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R	75	info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{ve} = 81\%$	45	info
	SLD - $P_{ve} = 63\%$	75	info
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{ve} = 10\%$	712	info
	SLC - $P_{ve} = 5\%$	1462	info
Elaborazioni	Grafici parametri azione		
	Grafici spettri di risposta		
	Tabella parametri azione		
Strategia di progettazione	10000 (ton)		
	1000		
	100		
	10		
LEGENDA GRAFICO	— □ — Strategia per costruzioni ordinarie		
	— ■ — Strategia scelta		
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
SLO	45	0,066	2,491	0,260
SLD	75	0,081	2,502	0,270
SLV	712	0,180	2,515	0,295
SLC	1462	0,223	2,541	0,304

Sulla base delle definizioni precedenti le azioni sismiche si possono calcolare in relazione ad un periodo di riferimento V_R , che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U secondo la relazione riportata nella formula 2.4.1 delle NTC 2008 e di seguito riportata.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per l'opera in esame il valore di V_R risulta pari a 35 anni in fase provvisoria e 50 e 75 in fase definitiva.

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica è utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni e calcolato secondo la formula (1) dell'allegato A delle NTC 2008, riportata di seguito:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite sono riportate nella tabella 3.2.1 delle NTC2008.

Il valore del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame è risultato pari a 332 in fase di scavo e di 475 anni in fase definitiva e 712 anni per la stabilità della strada.

In sintesi i parametri di calcolo nel caso di $T_R=332$ per $V_R=35$ anni e categoria sottosuolo B sono i seguenti:

Comune di	Baiso		
Longitudine	44.411		
Latitudine	10.628		
Zona sismogenetica	913		
Magnitudo attesa	M	6.14	
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	CU	0.7	
Periodo di riferimento	VR	35	anni
Tempo di ritorno	Tr	332	
Categoria di sottosuolo	B		
Stato Limite Ultimo	SLV		
accelerazione di progetto	ag	0.140	g
Parametro spettrale	F0	2.507	-
Parametro spettrale	Tc'	0.288	s

i parametri di calcolo nel caso di $T_R=475$ per $V_R=50$ anni e categoria sottosuolo B sono i seguenti:

Comune di	Baiso		
Longitudine	44.411		
Latitudine	10.628		
Zona sismogenetica	913		
Magnitudo attesa	M	6.14	
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	CU	1.0	
Periodo di riferimento	VR	50	anni
Tempo di ritorno	Tr	475	
Categoria di sottosuolo	B		
Stato Limite Ultimo	SLV		

accelerazione di progetto	ag	0.159	g
Parametro spettrale	F0	2.510	-
Parametro spettrale	Tc'	0.290	s

i parametri di calcolo nel caso di $T_R=475$ per $V_R=50$ anni e categoria sottosuolo E sono i seguenti:

Comune di	Baiso		
Longitudine	44.411		
Latitudine	10.628		
Zona sismogenetica	913		
Magnitudo attesa	M		
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	CU	1.0	
Periodo di riferimento	VR	50	anni
Tempo di ritorno	Tr	475	
Categoria di sottosuolo	E		
Stato Limite Ultimo	SLV		
accelerazione di progetto	ag	0.159	g
Parametro spettrale	F0	2.510	-
Parametro spettrale	Tc'	0.290	s

i parametri di calcolo nel caso di $T_R=712$ per $V_R=75$ anni e categoria sottosuolo E sono i seguenti:

Comune di	Baiso		
Longitudine	44.411		
Latitudine	10.628		
Zona sismogenetica	913		
Magnitudo attesa	M		
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	CU	1.5	
Periodo di riferimento	VR	75	anni
Tempo di ritorno	Tr	712	
Categoria di sottosuolo	E		
Stato Limite Ultimo	SLV		
accelerazione di progetto	ag	0.180	g
Parametro spettrale	F0	2.515	-
Parametro spettrale	Tc'	0.295	s

2.10.2.1 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Nelle NTC 2008 per valutare l'effetto della risposta sismica locale si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento così come riportato nella tabella a lato.

La classificazione si effettua preferibilmente in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio così come definita nella formula seguente:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i V_{s,i}}$$

dove h_i è lo spessore in metri dell'iesimo strato compreso nei primi 30m di profondità, $V_{s,i}$ la velocità delle onde di taglio nell'iesimo strato, N il numero di strati compresi nei primi 30m di profondità.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

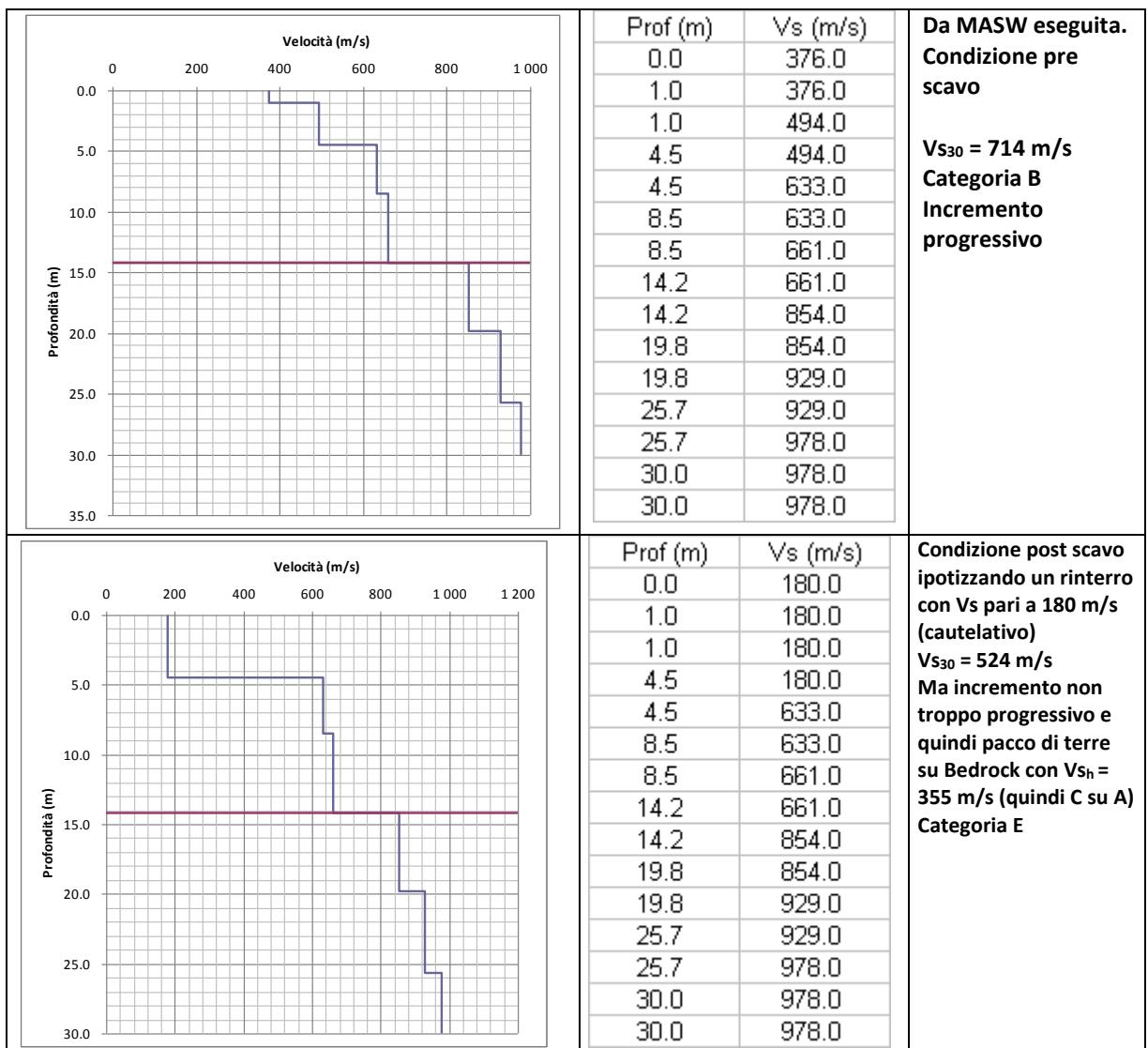
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Alle cinque categorie di sottosuolo precedentemente descritte sono state aggiunte due ulteriori categorie (S1 ed S2) per le quali è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche.

L'indagine sismica MASW eseguita presso il sito in esame ha fornito un valore di V_{s30} pari a 714 m/s: sulla base di tale valore il terreno in situ è stato classificato come **terreno tipo B durante la fase di scavo**; cautelativamente, data l'asportazione di terreno ghiaioso per 4-6 m in parte sostituito da terreni di riporto con V_s probabilmente più basse si è preferito cautelativamente considerare **una categoria E in fase definitiva**.



2.10.2.2 Parametri sismici di calcolo

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max} è stata determinata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S_s \times S_t \times a_g$$

dove: a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido; S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica; S_t = coefficiente di amplificazione topografica.

Il prodotto $S_s \times S_t = S$ = coefficiente di amplificazione locale. Nelle seguenti tabelle si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, rispettivamente in funzione della categoria topografica e del tipo di terreno.

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30.0 m. In tal senso S_t è stato considerato pari a 1.0 essendo la scarpata anche provvisionale inferiore al valore di 30m.

In sintesi per $V_R=35$ anni e $T_R=332$ e categoria sottosuolo B:

Stato Limite Ultimo		SLV
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.2
Categoria topografica		T1
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.0
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t \times S_s$	1.2
Amax	$Amax = Ag \times S$	0.168
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.24
Coefficiente sismico orizzontale	$khk = ag \times S \times \beta$	0.0403
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0202
Categoria di sottosuolo		B

In sintesi per $V_R=50$ anni e $T_R=475$ e categoria sottosuolo B:

Stato Limite Ultimo		SLV
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.200
Categoria topografica		T1
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.0
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t \times S_s$	1.200
Amax	$Amax = Ag \times S$	0.191
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.24
Coefficiente sismico orizzontale	$khk = ag \times S \times \beta$	0.0458
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0229
Categoria di sottosuolo		B

In sintesi per $V_R=50$ anni e $T_R=475$ e categoria sottosuolo E:

Stato Limite Ultimo		SLV
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.561
Categoria topografica		T1
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.0
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t \times S_s$	1.561
Amax	$Amax = Ag \times S$	0.248
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.24
Coefficiente sismico orizzontale	$khk = ag \times S \times \beta$	0.0596
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0298
Categoria di sottosuolo		E

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_t

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

In sintesi per $V_R=75$ anni e $T_R=712$ e categoria sottosuolo E:

Stato Limite Ultimo		SLV
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.502
Categoria topografica	T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.0
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St * Ss$	1.502
Amax	$Amax = Ag * S$	0.270
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.24
Coefficiente sismico orizzontale	$khk = ag * S * \beta$	0.0649
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0325
Categoria di sottosuolo	E	

Nell'analisi pseudo-statica i valori Khk possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i pendii (§ 7.11.3.5.2), ovvero $Khk=Kh$.

2.10.3 Verifiche analitiche di stabilità

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo Slide della Società Canadese Rocscience. Le verifiche eseguite sono risultate conformi alla normativa vigente. Di seguito si riportano le verifiche eseguite.

2.10.3.1 Metodo di calcolo

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanentni	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanentni non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

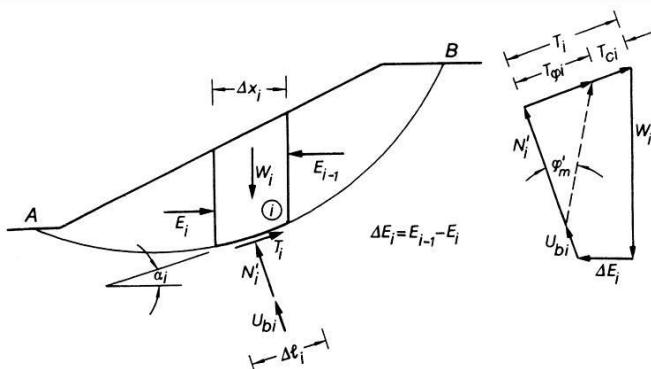
Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_m	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_r	1,1

suddiviso in conci di larghezza b (vedi schema riportato di seguito), per ognuna delle quali vengono valutati il momento stabilizzante M_s e il momento ribaltante M_r calcolati rispetto al centro del cerchio.



Il contributo al momento stabilizzante M_s di un concio è fornito in generale dalla resistenza alla base, somma della componente del peso W ortogonale alla base moltiplicata per la tangente dell'angolo di resistenza al taglio ϕ e della eventuale coesione c , moltiplicata per la lunghezza $b/\cos\alpha$, dove α è l'inclinazione della base del concio rispetto all'orizzontale.

Nei casi in esame l'azione di progetto E_d corrisponde al momento ribaltante M_r e la resistenza di progetto R_d al momento stabilizzante M_s ; la verifica viene quindi soddisfatta, considerando il fattore parziale γ_r sulla resistenza di progetto, se:

$$E_d \leq R_d \Leftrightarrow M_r \leq \frac{M_s}{\gamma_r}$$

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte mediante l'analisi di tipo pseudo-statico che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti.

Le forze orizzontali di inerzia, dovute alla azione sismica, sono state considerate con intensità

$$\text{pari a: } F_h = \beta_s \times \frac{a_{\max}}{g} \times W$$

dove: β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima al sito riportato nella seguente tabella 7.11.I, in funzione della categoria di suolo; a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito; W = peso del materiale; g = accelerazione di gravità. Le forze verticali sono state considerate pari a:

$$F_v = \pm 0.5 \times F_h$$

2.10.3.2 Scelta delle sezioni di verifica e sezioni tipo

Sono state analizzate la sezione di progetto 8 e la sezione di progetto 16 (descritte nel paragrafo 2.7) in quanto ritenute rappresentative della condizione complessiva dell'area di intervento; inoltre sono state verificate le sezioni tipo degli scavi (pendenza 45° altezza max 3.0 m – altezze superiori intervallate da banca di 2.0 m di larghezza) e le sezioni tipo dei rinterri (pendenza 18°); di seguito la rappresentazione grafica delle sezioni modellate con i relativi parametri geotecnici e le condizioni al contorno (carico stradale, livello piezometrico, azione sismica).

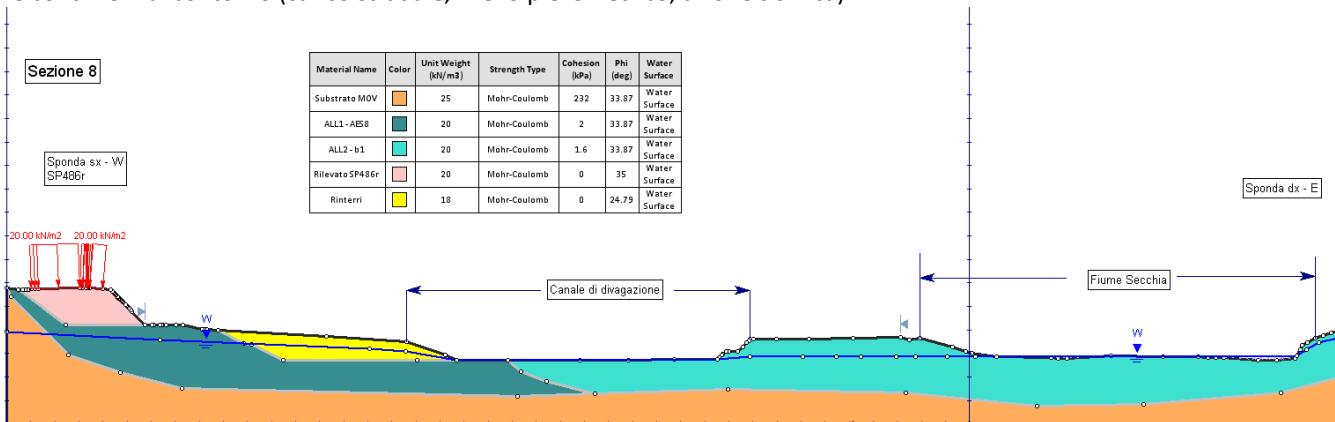


Figura 50. Schematizzazione sezione 8. Condizione statica con carico strada SP486r e livello piezometrico di progetto.

Parametri geotecnici ridotti con $\gamma_M 2$ (paragrafo 2.9.1). Nelle verifiche sismiche sono stati applicati coefficienti sismici differenti per le verifiche da eseguire: in destra idrografica per la scarpata definitiva di abbandono realizzata in ghiaia alluvionale utilizzata categoria di sottosuolo B e TR 475 anni ($a_{\max} = 0.191g$; $kh = 0.0458 - kv = 0.0229$); in sinistra per scarpata di ripristino realizzata in terre e rocce costipate (rinterri) utilizzata categoria di sottosuolo E e TR 475 anni ($a_{\max} = 0.248g$; $kh = 0.0596 - kv = 0.0298$). Eseguita verifica dei ripristini che interessa anche la SP486r con TR 712 anni e categoria sottosuolo E ($a_{\max} = 0.2709g$; $kh = 0.0649 - kv = 0.0325$). Scavi in sinistra già eseguiti ed in corso i rinterri.

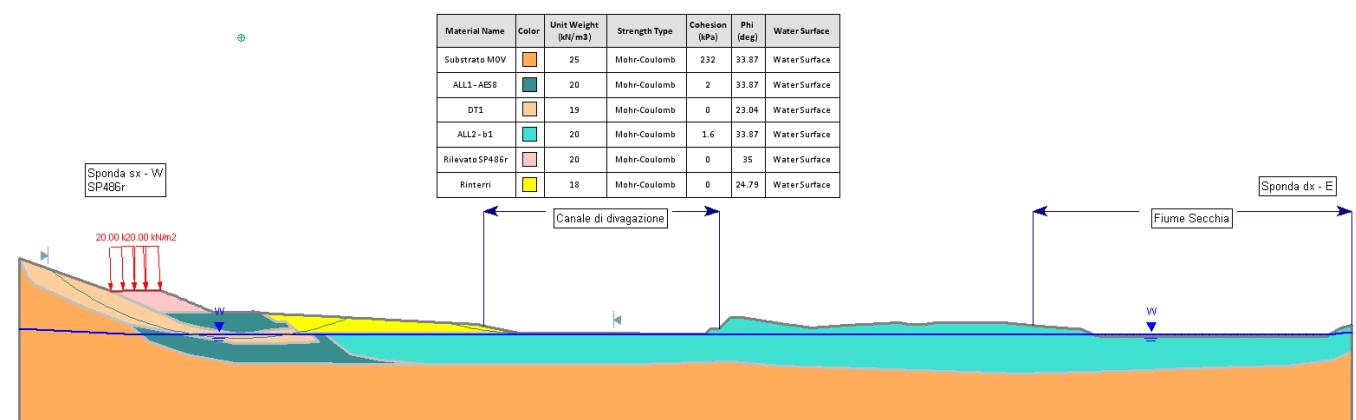


Figura 51. Schematizzazione sezione 16. Condizione statica con carico strada SP486r e livello piezometrico di progetto.

Parametri geotecnici ridotti con $\gamma_M 2$ (paragrafo 2.9.1). Nelle verifiche sismiche sono stati applicati coefficienti sismici differenti per le verifiche da eseguire: in destra idrografica per la scarpata definitiva di abbandono realizzata in ghiaia alluvionale utilizzata categoria di sottosuolo B e TR 475 anni ($a_{\max} = 0.191g$; $kh = 0.0458 - kv = 0.0229$); in sinistra per scarpata di ripristino realizzata in terre e rocce costipate (rinterri) utilizzata categoria di sottosuolo E e TR 475 anni ($a_{\max} =$

0.248g; kh = 0.0596 – kv = 0.0298). Eseguita verifica dei ripristini che interessa anche la SP486r con TR 712 anni e categoria sottosuolo E (amax = 0.2709g; kh = 0.0649 – kv = 0.0325). Scavi in sinistra già eseguiti ed in corso i rinterri.

2.10.3.3 Considerazioni di stabilità

Sono state eseguite le verifiche secondo combinazioni e condizioni di seguito descritte.

a) Verifiche sezioni di progetto – sezione 8

Per la sezione 8 sono state eseguite le seguenti verifiche:

a.1. Condizione statica con livello piezometrico di progetto. Verifiche sia in sinistra (verifica a.1.a) che in destra (a.1.b) idraulica del canale di divagazione (area di intervento) sia interne ai fronti che interessanti solo il rinterro;

a.2. Condizione sismica. Verifica pseudostatica con coefficienti sismici:

a.2.a: sponda sinistra, tempo di ritorno 475 anni categoria sottosuolo E (amax = 0.248g, kh = 0.0596, kv = 0.0298).

Verifica di ripristino con riempimento e rinfranco versante con cerchi che interessano la scarpata di ripristino;

a.2.b sponda sinistra, tempo di ritorno di 712 anni categoria di sottosuolo E (amax = 0.2709, kh = 0.0649, kv = 0.0325). Verifica di ripristino con riempimento e rinfranco versante con superfici che interessano la SP486r;

a.2.c. Condizione sismica sponda destra. Verifica pseudostatica considerando un Tr = 475 anni e categoria di sottosuolo B (amax = 0.191g, kh = 0.0458, kv = 0.0229)

Sezione 8 – sponda sinistra Limite normativa= Fs 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rinterro (TR 475 anni)	Condizione: Sismica Superfici passanti per SP486r (TR 712 anni)
Coefficiente di sicurezza Fs	Verifica a.1.a Fs= 1.682	Verifica a.2.a Fs= 1.368	-
Coefficiente di sicurezza Fs Superfici interessanti la SP486r	Verifica a.1.a Fs= 1.570 superfici esterne fronte di scavo Fs= 3.249 superfici interne al fronte di cava		Verifica a.2.b Fs= 1.405 superfici esterne fronte di scavo Fs= 2.388 superfici interne al fronte di cava
Verifica globale	Positiva	Positiva	Positiva

Sezione 8 – sponda destra Limite normativa= Fs 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rinterro (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza Fs	Verifica a.1.b Fs= 1.660	Verifica a.2.c. Fs= 1.496
Verifica globale	Positiva	Positiva

b) Verifiche sezioni di progetto – sezione 16

Per la sezione 16 sono state eseguite le seguenti verifiche:

b.1. Condizione statica con livello piezometrico di progetto. Verifiche in sinistra (verifica b.1.a) che in destra (b.1.b) idraulica del canale di divagazione (area di intervento) sia interne ai fronti che interessanti solo il rinterro;

b.2. Condizione sismica. Verifica pseudostatica con coefficienti sismici derivanti:

b.2.a: sponda sinistra, tempo di ritorno 475 anni categoria sottosuolo E (amax = 0.248g, kh = 0.0596, kv = 0.0298).

Verifica di ripristino con riempimento e rinfranco versante con cerchi che interessano la scarpata di ripristino;

b.2.b: sponda sinistra, tempo di ritorno di 712 anni categoria di sottosuolo E (amax = 0.2709, kh = 0.0649, kv = 0.0325). Verifica di ripristino con riempimento e rinfranco versante con superfici che interessano la SP486r;

b.2.c. Condizione sismica sponda destra. Verifica pseudostatica considerando un Tr = 475 anni e categoria di sottosuolo B (amax = 0.191g, kh = 0.0458, kv = 0.0229)

Sezione 16 – sponda sinistra Limite normativa= Fs 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rinterro (TR 475 anni)	Condizione: Sismica Superfici passanti per SP486r (TR 712 anni)
Coefficiente di sicurezza Fs	Verifica b.1.a Fs= 3.099	Verifica b.2.a Fs= 2.220	
Coefficiente di sicurezza Fs Superfici interessanti la SP486r	Verifica b.1.a Fs= 2.815 superfici interne al fronte di cava		Verifica b.2.b Fs= 2.050 superfici interne al fronte di cava
Verifica globale	Positiva	Positiva	Positiva

Sezione 16 – sponda destra Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpare di rinterro (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica b.1.b $F_s = 1.554$	Verifica b.2.c. $F_s = 1.407$
Verifica globale	Positiva	Positiva

c) Sezioni tipo

Sono state verificate le sezioni tipo proposte e riportate nelle tavole allegate.

In particolare sono state eseguite le seguenti verifiche con le seguenti condizioni:

c.1. Verifica sponda sinistra. Verifica statica sezione tipo scavo.

c.2. Verifica sponda sinistra. Verifica pseudostatica sezione tipo scavo – TR 332 anni Categoria di sottosuolo B. $A_{max} = 0.168$, $kh = 0.0403$, $kv = 0.0202$.

c.3. Verifica sponda sinistra. Verifica statica sezione tipo di ripristino.

c.4. Verifica sponda sinistra. Verifica pseudostatica sezione tipo di ripristino – TR 475 anni Categoria di sottosuolo E. $A_{max} = 0.248$, $kh = 0.0596$, $kv = 0.0298$.

c.5. Verifica sponda destra. Verifica statica sezione tipo di scavo e ripristino (profilo di scavo = profilo di abbandono).

c.6. Verifica sponda sinistra. Verifica pseudostatica sezione di scavo e ripristino (profilo di scavo = profilo di abbandono)– TR 475 anni Categoria di sottosuolo B. $A_{max} = 0.191$, $kh = 0.0458$, $kv = 0.0229$.

Sponda sinistra – sezione tipo di scavo Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 332 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.1 $F_s = 1.292$	Verifica c.2 $F_s = 1.201$
Verifica globale	Positiva	Positiva

Sponda sinistra – sezione tipo di ripristino Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.3 $F_s = 1.515$	Verifica c.4 $F_s = 1.265$
Verifica globale	Positiva	Positiva

Sponda destra – sezione tipo di scavo e ripristino Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.5 $F_s = 1.265$	Verifica c.6 $F_s = 1.161$
Verifica globale	Positiva	Positiva

In sintesi le verifiche eseguite mostrano una sostanziale e corretta stabilità dei versanti esaminati e progettati.

3 Considerazioni finali

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico è indirizzato alla valutazione di fattibilità geologico-sismica dell'intervento di sistemazione idraulico-morfologico posto in località La Gavia Comune di Baiso (RE), nonché alla definizione dei parametri meccanici dei litotipi interessati dagli scavi e delle aree indirettamente coinvolte dalle attività con particolare attenzione alle condizioni di stabilità generale del pendio e di rischio idraulico.

Per la redazione della presente relazione sono stati consultati gli studi pregressi, in particolare il PCA2007 vigente ed il PCS2007 in esaurimento della cava La Gavia, per i quali furono eseguite una serie di indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio, pozzetti con escavatore, prove sismiche), rilievi topografici e geologici.

Dal punto di vista idrografico l'area in esame è collocata in sponda sinistra del Fiume Secchia, a valle della confluenza con del Torrente Dolo ad una quota variabile tra 266 e 257m slm.

Per poter valutare le condizioni geologiche locali con particolare attenzione alla situazione di stabilità globale degli scavi e dei versante posti a tergo dell'area di intervento è stata ricostruita la situazione geologica della zona in esame utilizzando le indagini geognostiche eseguite nei vari anni nonché i rilievi geologici effettuati durante la fase di coltivazione della cava esistente. In sintesi geologicamente l'area in esame interessa un terrazzo alluvionale del F. Secchia appartenente all'unità geologica AES8a "Unità di Modena", localmente costituita da "ghiaia eterometrica ed eterogenea con matrice sabbiosa-limosa – grano sostenuta" ed i depositi alluvionali in evoluzione (b1). Lo spessore dei depositi alluvionali è variabile da circa 5/6m nella zona di sud (area a monte) a circa 11/12m nella zona centrale e di valle (nord) ed è posto sopra il substrato roccioso costituito dalla Formazione di Monte Venere (MOV).

Dal punto di vista dei dissesti, la cava è esterna alla perimetrazione delle frane attive e/o quiescenti riportate nella carta del dissesto provinciale (PTCP 2010) ed esterna alle frane censite nella carta inventario delle frane a scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna.

Nella presente relazione è stato riportato ed elaborato uno studio idrogeologico derivato dai monitoraggi piezometrici effettuati anche negli anni di attività della cava e dei lavori idraulico-morfologici che ha permesso di definire la quota di base degli scavi in relazione alla quota di falda di progetto riportata nella tavola 2.

Il Comune di Baiso viene sismicamente classificato in zona 3. Sulla base della stratigrafia individuata e delle indagini sismiche eseguite (V_{s30} 714 m/s) la categoria di sottosuolo dell'area è risultata di tipo B, in fase di ripristino nelle porzioni ove sono eseguiti rinfranchi con terre e rocce la categoria di sottosuolo è stata considerata di tipo E.

La relazione analizza inoltre lo sviluppo storico dal 1954 al 2013 del terrazzo su cui sono zonizzati gli interventi in esame, evidenziando la storica e costante presenza del terrazzo stesso e la divagazione verso la sponda destra dell'alveo del fiume Secchia; la relazione riporta un compendio dei dati idrologici dell'area in esame ed idraulici del fiume Secchia.

Le indagini geognostiche eseguite e reperite hanno permesso di caratterizzare meccanicamente le varie unità geologiche; in sintesi dal punto di vista geologico e litologico è possibile evidenziare la seguente successione verticale di unità:

- b1. Deposito alluvionale attuale costituito da ghiaie e ghiaie con sabbia (detto anche ALL2 nelle precedenti relazioni e verifiche di stabilità): presenta uno spessore di 4-10 m. Valori caratterizzanti $N_{spt} > 50$; $V_s > 390$ m/s;
- AES8a. Deposito alluvionale terrazzato costituito da ghiaie e ghiaie con sabbia (detto ALL1 nelle precedenti relazioni e verifiche di stabilità): presenta uno spessore variabile da 6 a 12 m. Valori caratterizzanti $N_{spt} > 50$; $V_s > 390$ m/s (cresce con la profondità fino a 600-650 m/s);
- MOV. Formazione rocciosa di tipo flyschioide con alternanza di strati arenaceo prevalenti e strati pelitico-argillitici. Rappresenta il substrato roccioso. Valori caratterizzanti $V_s > 800$ m/s.
- Di seguito i parametri geotecnici caratteristici:

	γk kN/mc	$c'k$ kN/mq	$\phi'k$ °
ALL2 (b1)	20	2,0	40,0
ALL1 (AES8a)	20	2,5	40,0
MOV	25	290,0	42,0

Definita quindi la successione litologica e stratigrafica del sito, individuata la condizione idrogeologica dell'area, definite le caratteristiche geotecniche e le azioni sismiche dell'area sono state progettate e verificate le scarpate di scavo ed i profili di ripristino ed abbandono.

Sono state eseguite le verifiche lungo le sezioni 8 e 16 di progetto ritenute tipiche delle condizioni al contorno e per le sezioni tipo di scavo e ripristino; le analisi sono state effettuate secondo le combinazioni e le condizioni di seguito descritte.

a) Verifiche sezioni di progetto – sezione 8

Sezione 8 – sponda sinistra Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rientro (TR 475 anni)	Condizione: Sismica Superfici passanti per SP486r (TR 712 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica a.1.a $F_s = 1.682$	Verifica a.2.a $F_s = 1.368$	-
Coefficiente di sicurezza F_s Superfici interessanti la SP486r	Verifica a.1.a $F_s = 1.570$ superfici esterne fronte di scavo $F_s = 3.249$ superfici interne al fronte di cava		Verifica a.2.b $F_s = 1.405$ superfici esterne fronte di scavo $F_s = 2.388$ superfici interne al fronte di cava
Verifica globale	Positiva	Positiva	Positiva

Sezione 8 – sponda destra Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rientro (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica a.1.b $F_s = 1.660$	Verifica a.2.c. $F_s = 1.496$
Verifica globale	Positiva	Positiva

b) Verifiche sezioni di progetto – sezione 16

Sezione 16 – sponda sinistra Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rientro (TR 475 anni)	Condizione: Sismica Superfici passanti per SP486r (TR 712 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica b.1.a $F_s = 3.099$	Verifica b.2.a $F_s = 2.220$	
Coefficiente di sicurezza F_s Superfici interessanti la SP486r	Verifica b.1.a $F_s = 2.815$ superfici interne al fronte di cava		Verifica b.2.b $F_s = 2.050$ superfici interne al fronte di cava
Verifica globale	Positiva	Positiva	Positiva

Sezione 16 – sponda destra Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica scarpate di rientro (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica b.1.b $F_s = 1.554$	Verifica b.2.c. $F_s = 1.407$
Verifica globale	Positiva	Positiva

c) Sezioni tipo

Sponda sinistra – sezione tipo di scavo Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 332 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.1 $F_s = 1.292$	Verifica c.2 $F_s = 1.201$
Verifica globale	Positiva	Positiva

Sponda sinistra – sezione tipo di ripristino Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.3 $F_s = 1.515$	Verifica c.4 $F_s = 1.265$
Verifica globale	Positiva	Positiva

Sponda destra – sezione tipo di scavo e ripristino Limite normativa= F_s 1.1	Condizione: Statica + falda	Condizione: Sismica (TR 475 anni)
Coefficiente di sicurezza F_s	Verifica c.5 $F_s = 1.265$	Verifica c.6 $F_s = 1.161$
Verifica globale	Positiva	Positiva

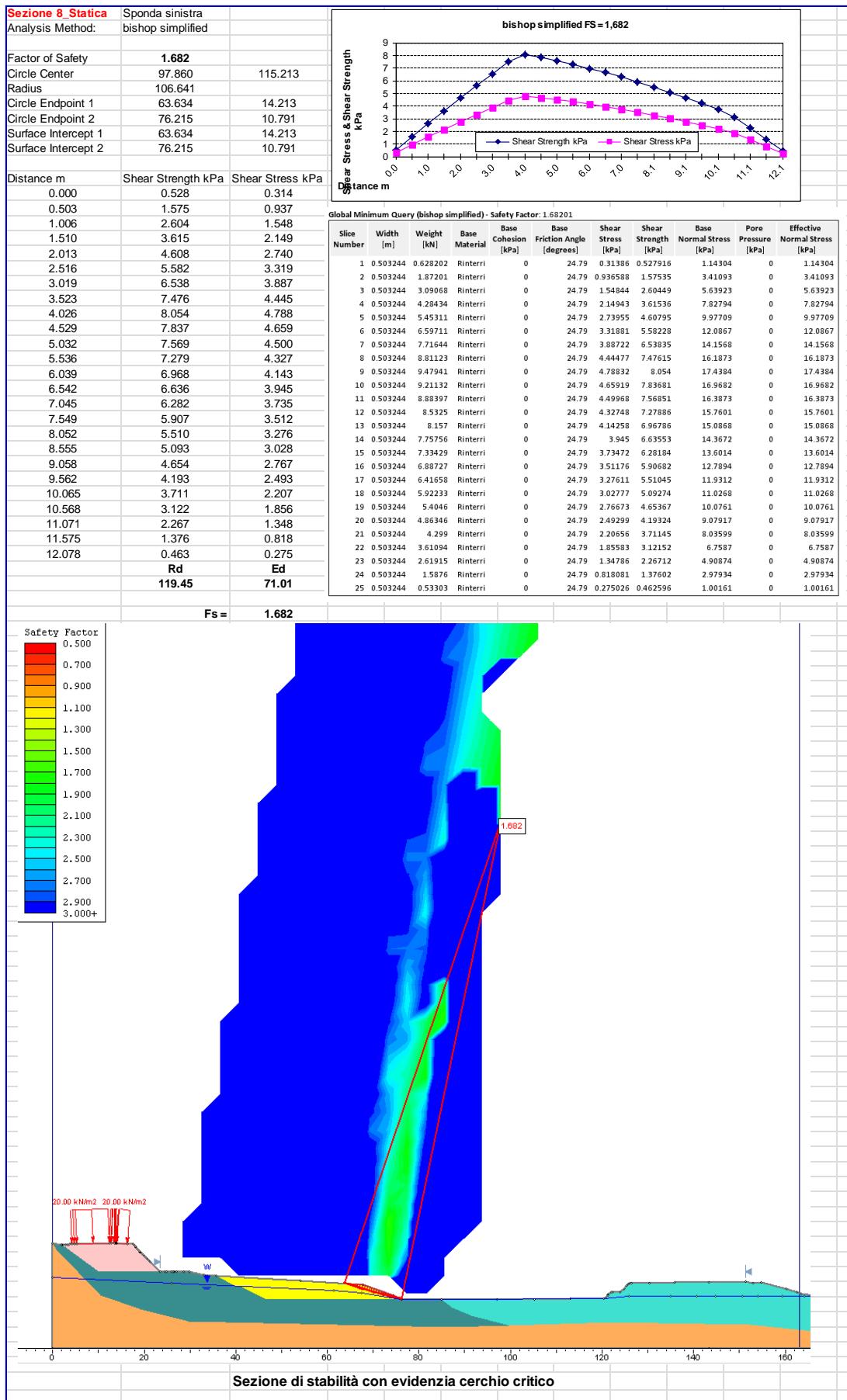
In sintesi le verifiche di stabilità e le verifiche geologiche ed idrologiche eseguite mostrano una sostanziale e corretta stabilità dei versanti esaminati e progettati ed una corretta fattibilità geologica dell'intervento di progetto. Data la localizzazione (ambiente perifluviale) è comunque buona norma e si ritiene necessario:

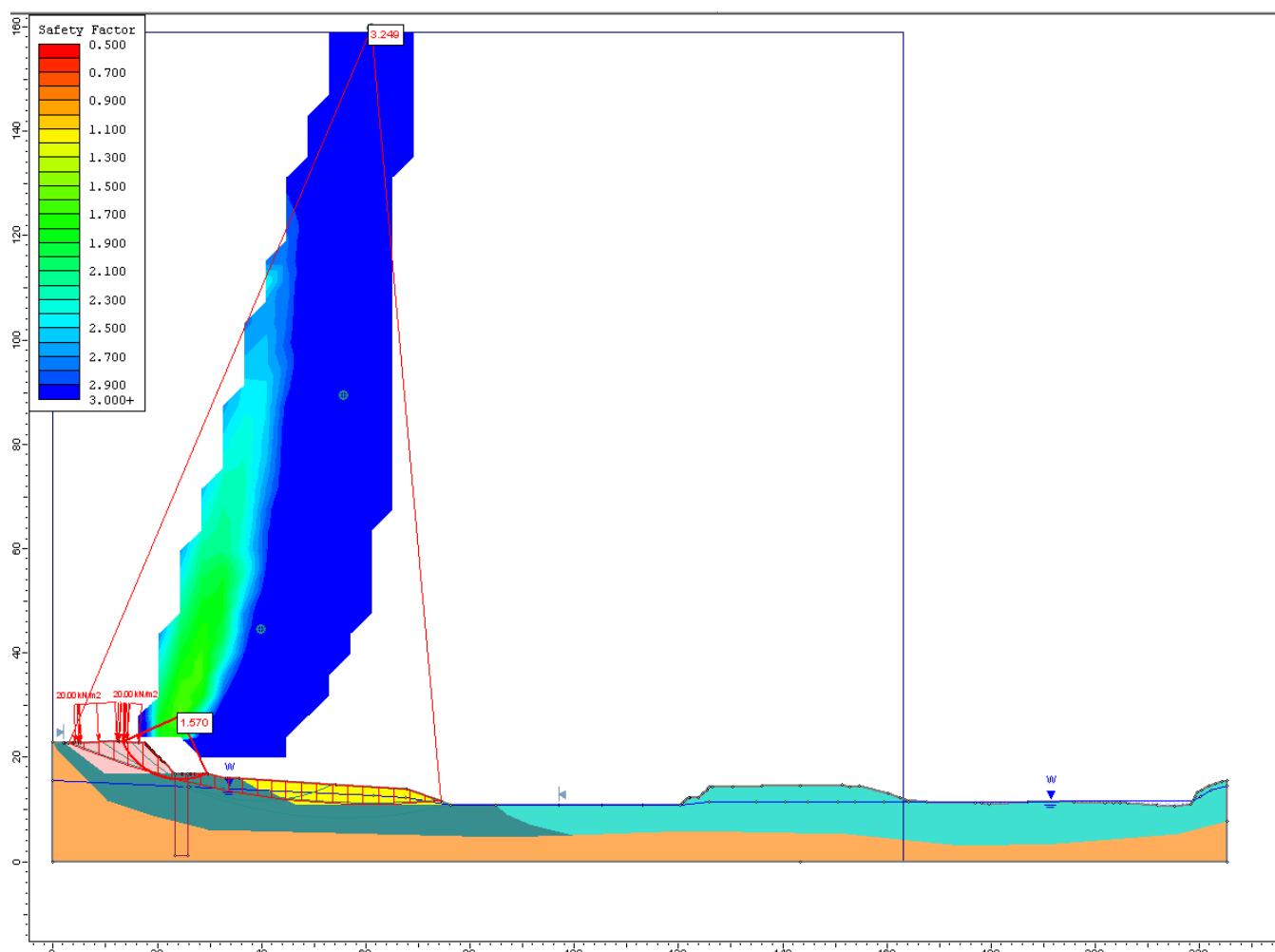
- ✓ Prevedere e programmare gli scavi ed i riporti il più contestualmente possibile;
- ✓ Privilegiare gli scavi ed i ripristini in periodi di magra del Fiume Secchia;
- ✓ Per evitare possibili fenomeni di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee nonché per la sicurezza dei mezzi d'opera, dovrà essere utilizzata la zona di sosta per i mezzi esistente e posta nella porzione di monte della cava esistente.

ALLEGATO 1
VERIFICHE DI STABILITÀ

Verifica a.1.a

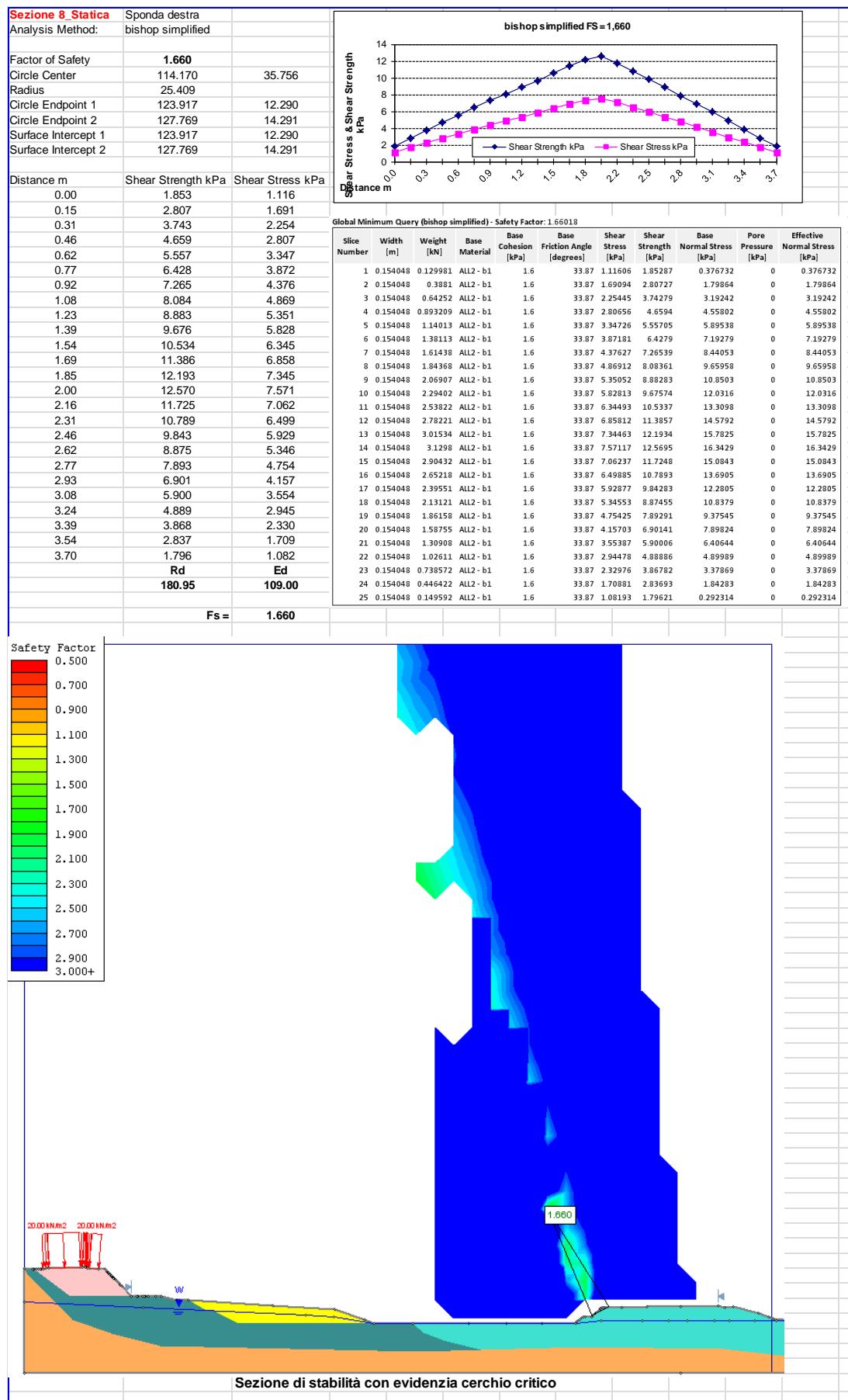
Sezione 8. Condizioni statiche – Sponda sinistra





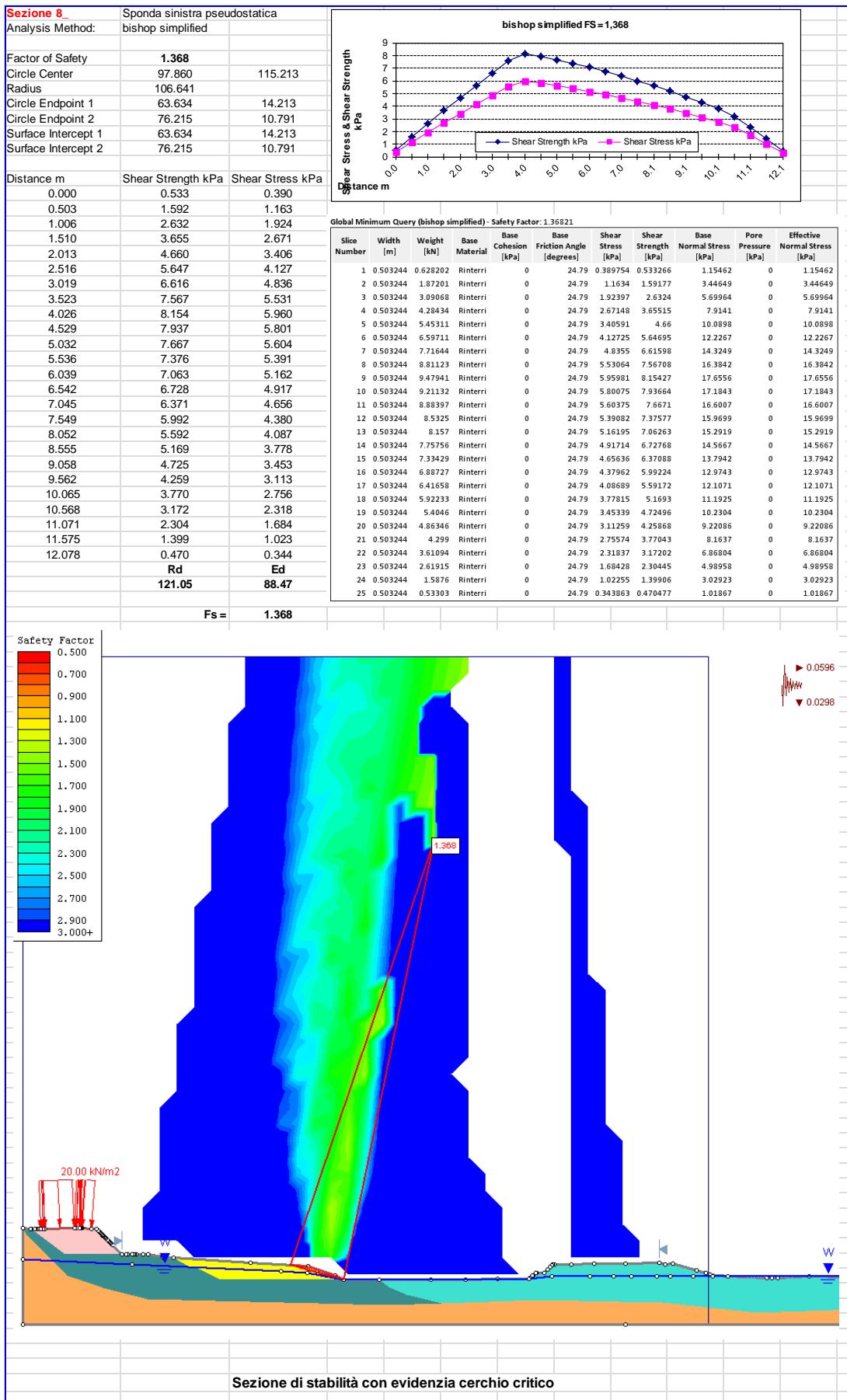
Verifica a.1.b

Sezione 8. Condizioni statiche – Sponda destra



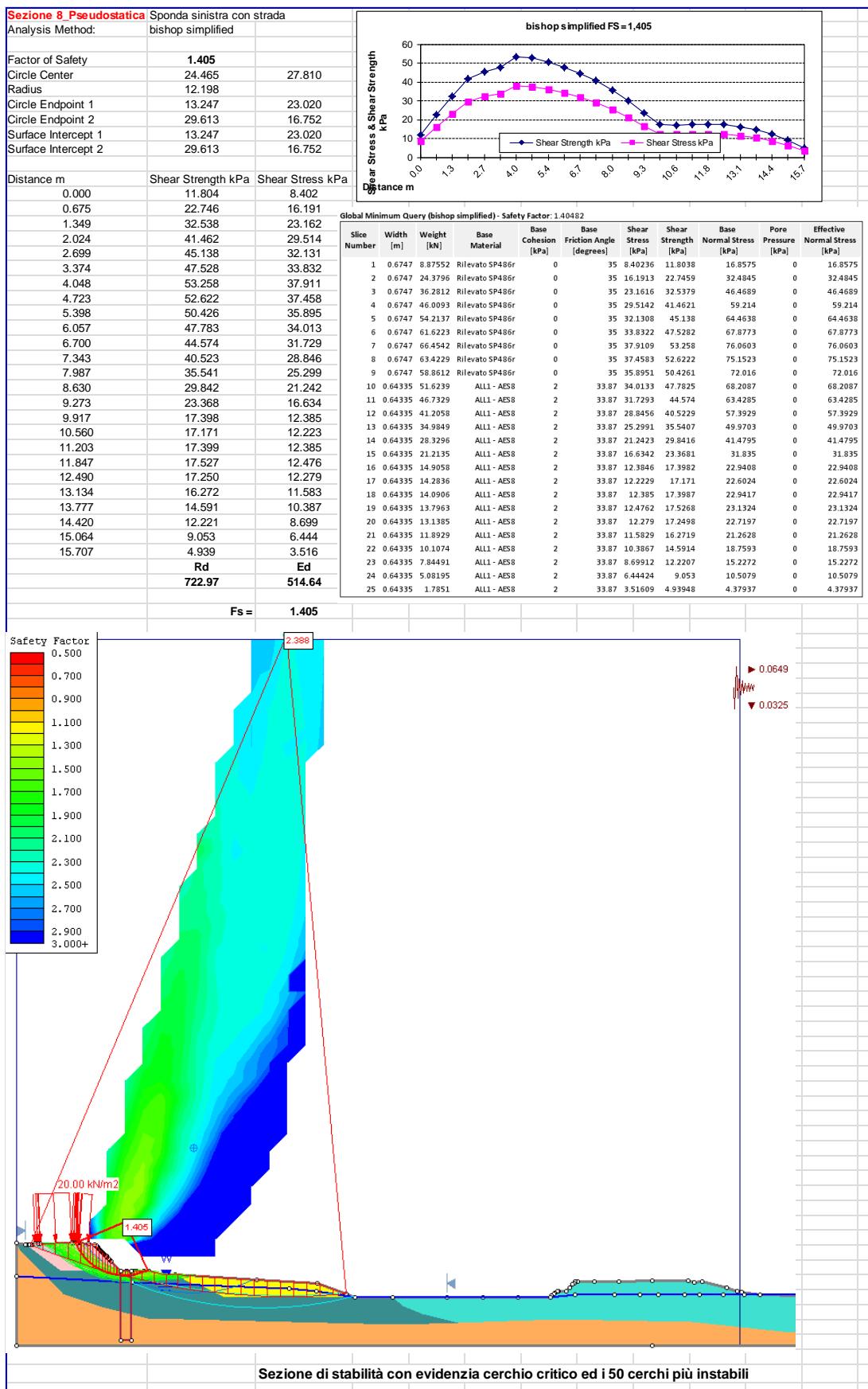
Verifica a.2.a

Sezione 8. Condizioni sismiche – Sponda sinistra



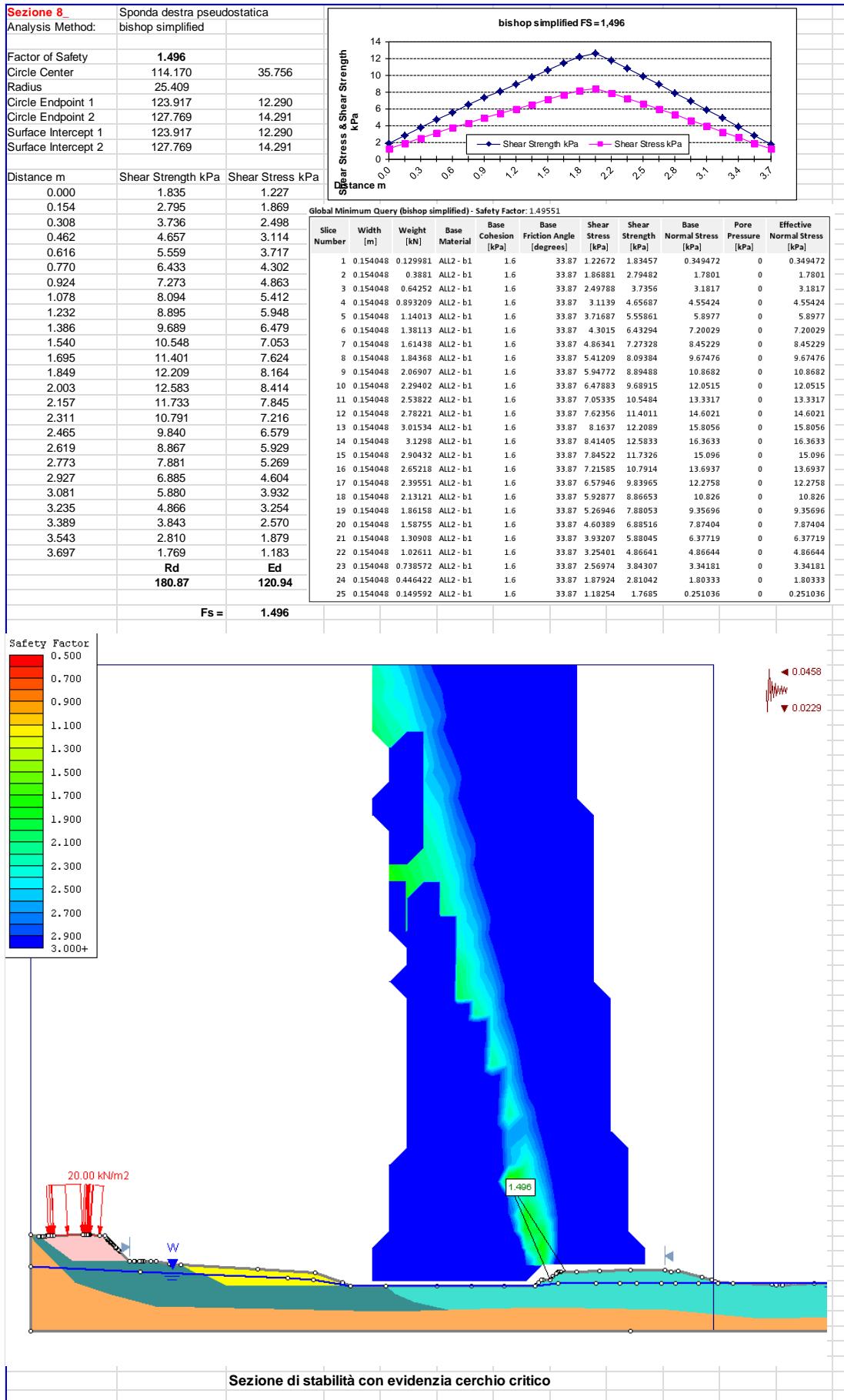
Verifica a.2.b

Sezione 8. Condizioni sismiche – Sponda sinistra – Stabilità strada TR712 anni



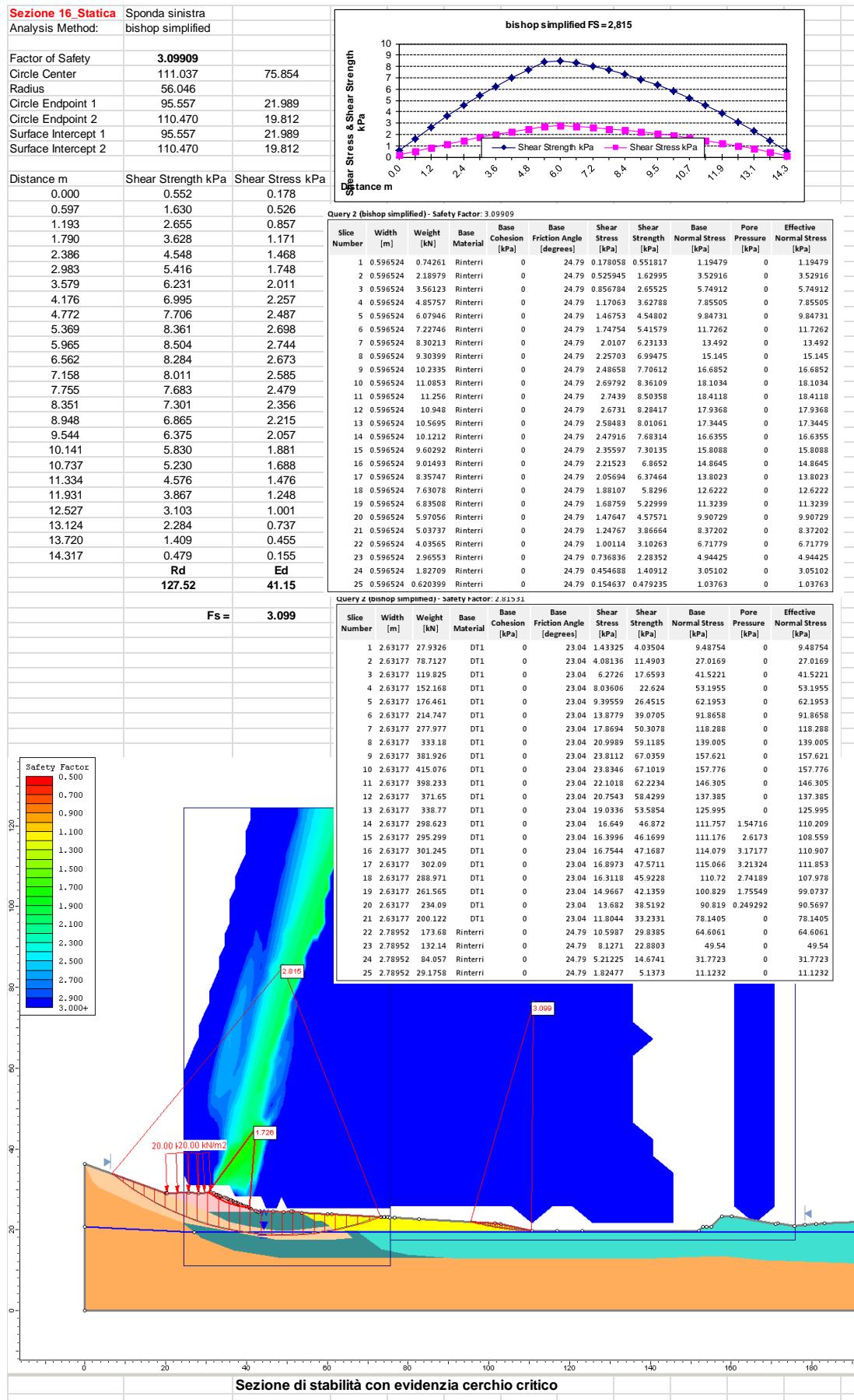
Verifica a.2.c

Sezione 8. Condizioni sismiche – Sponda destra



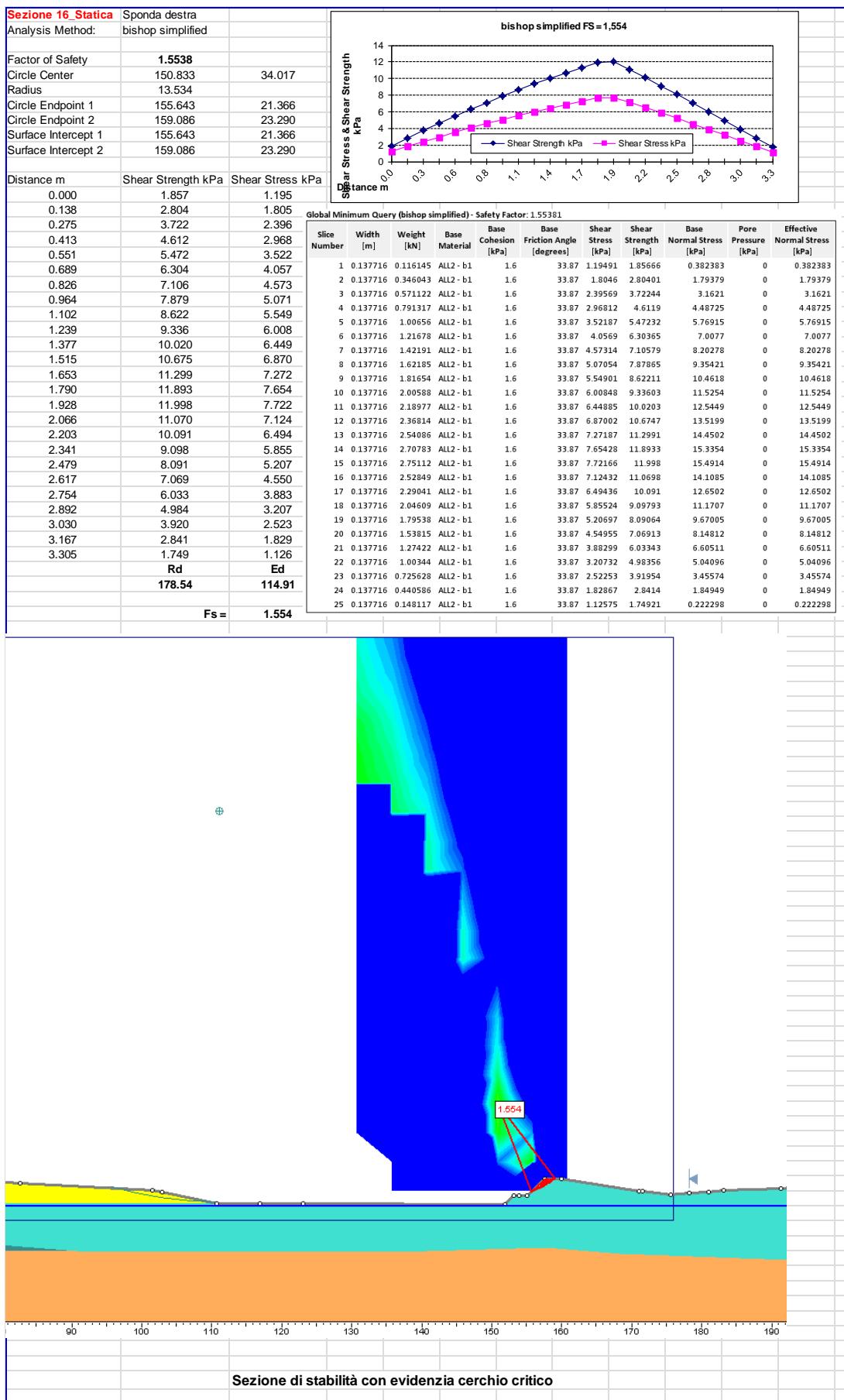
Verifica b.1.a

Sezione 16 -Condizioni statiche - Sponda sinistra



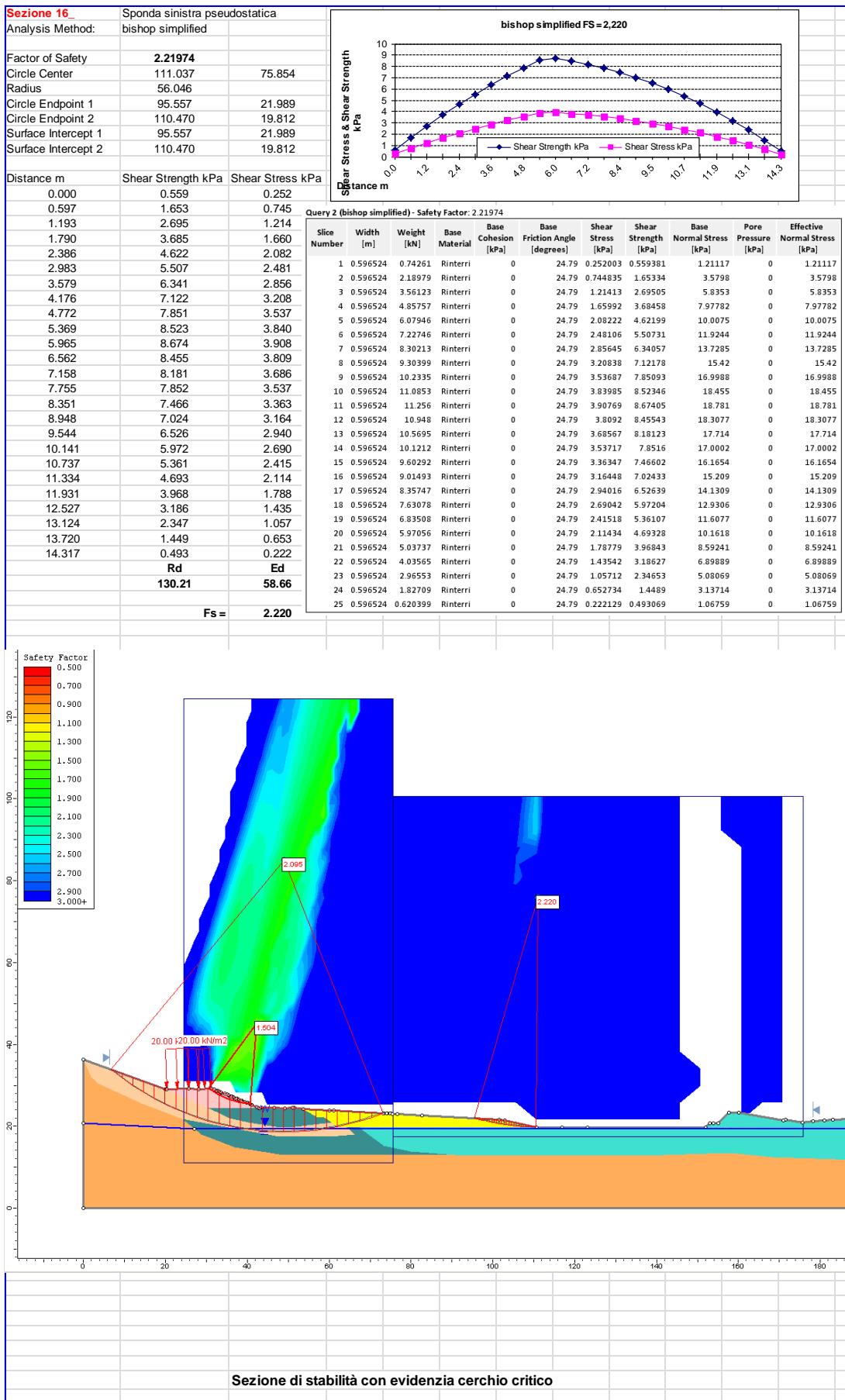
Verifica b.1.b

Sezione 16 -Condizioni statiche - Sponda destra



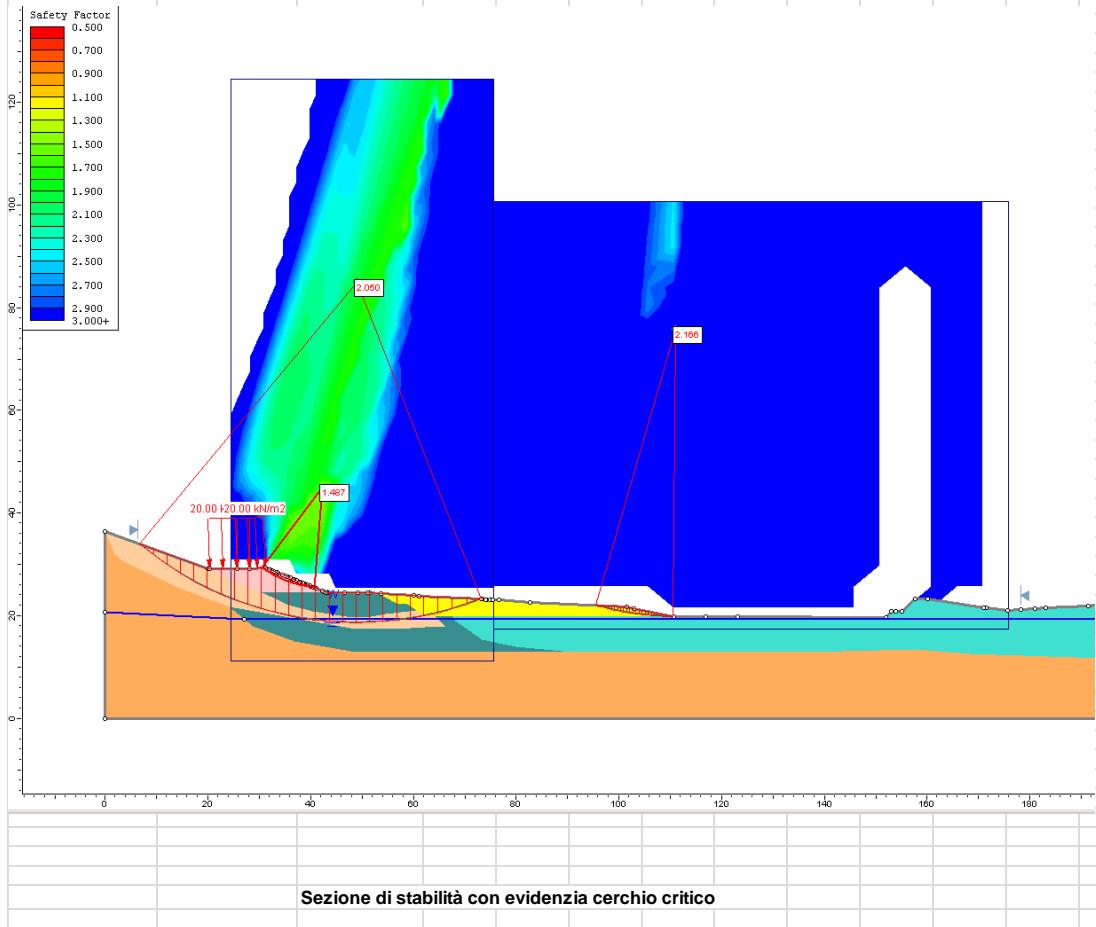
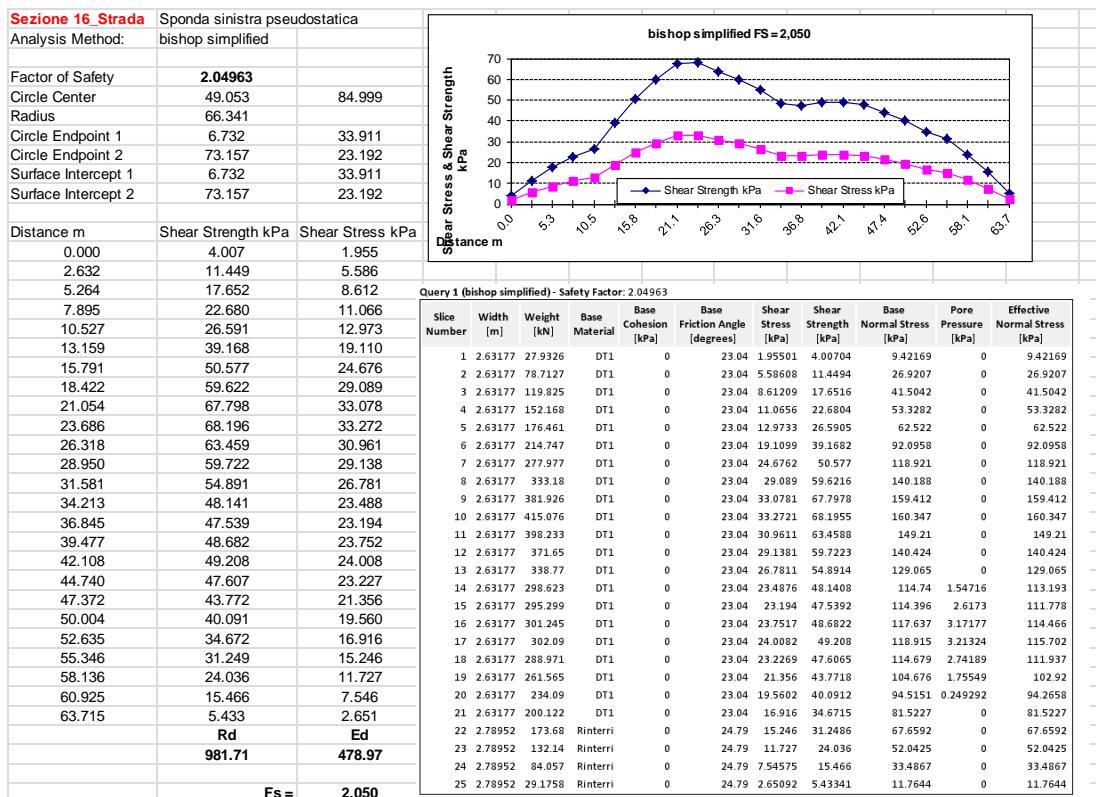
Verifica b.2.a

Sezione 16 -Condizioni sismiche - Sponda sinistra



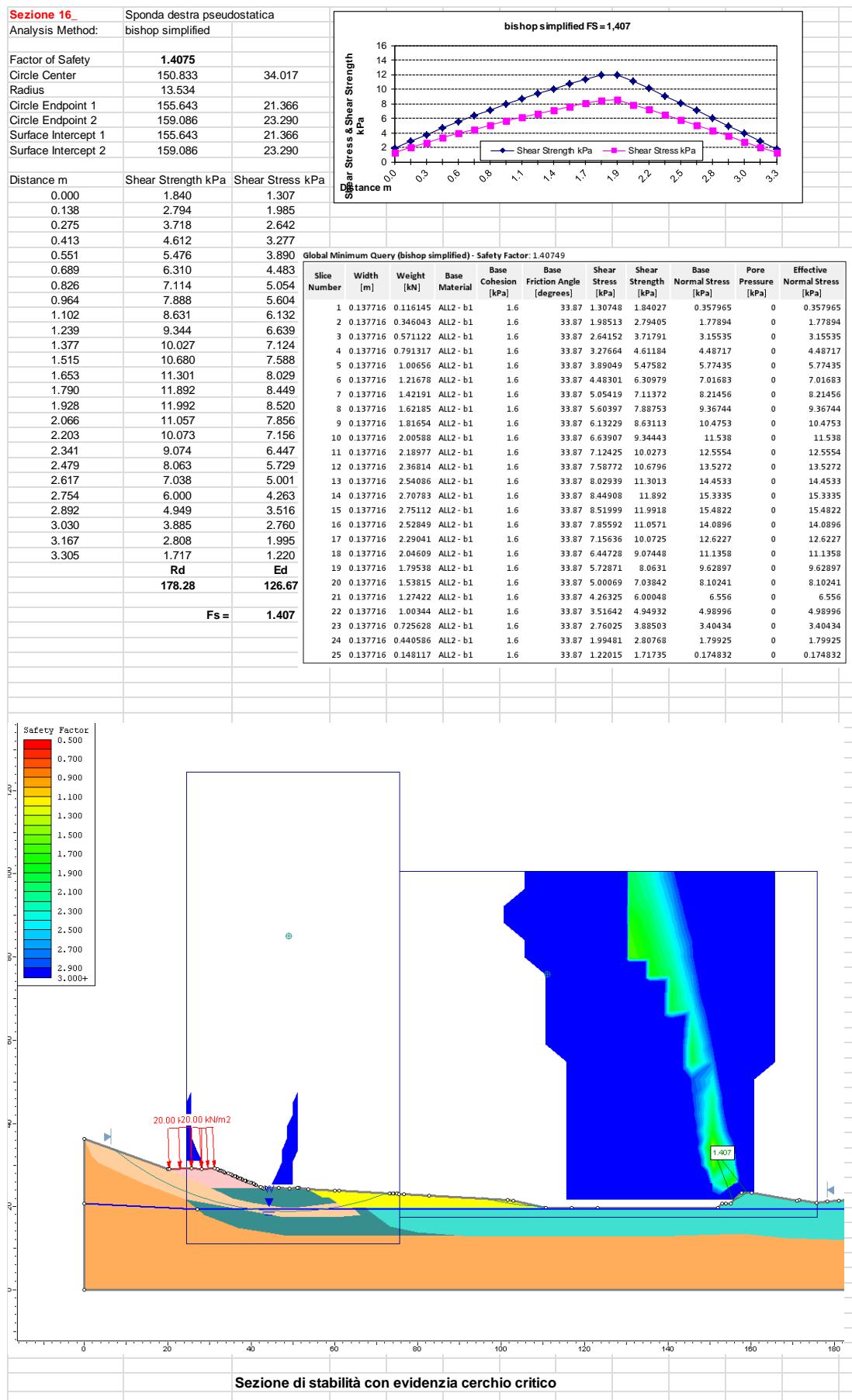
Verifica b.2.a

Sezione 16 -Condizioni sismiche - Sponda sinistra – Stabilità Strada TR 712 anni



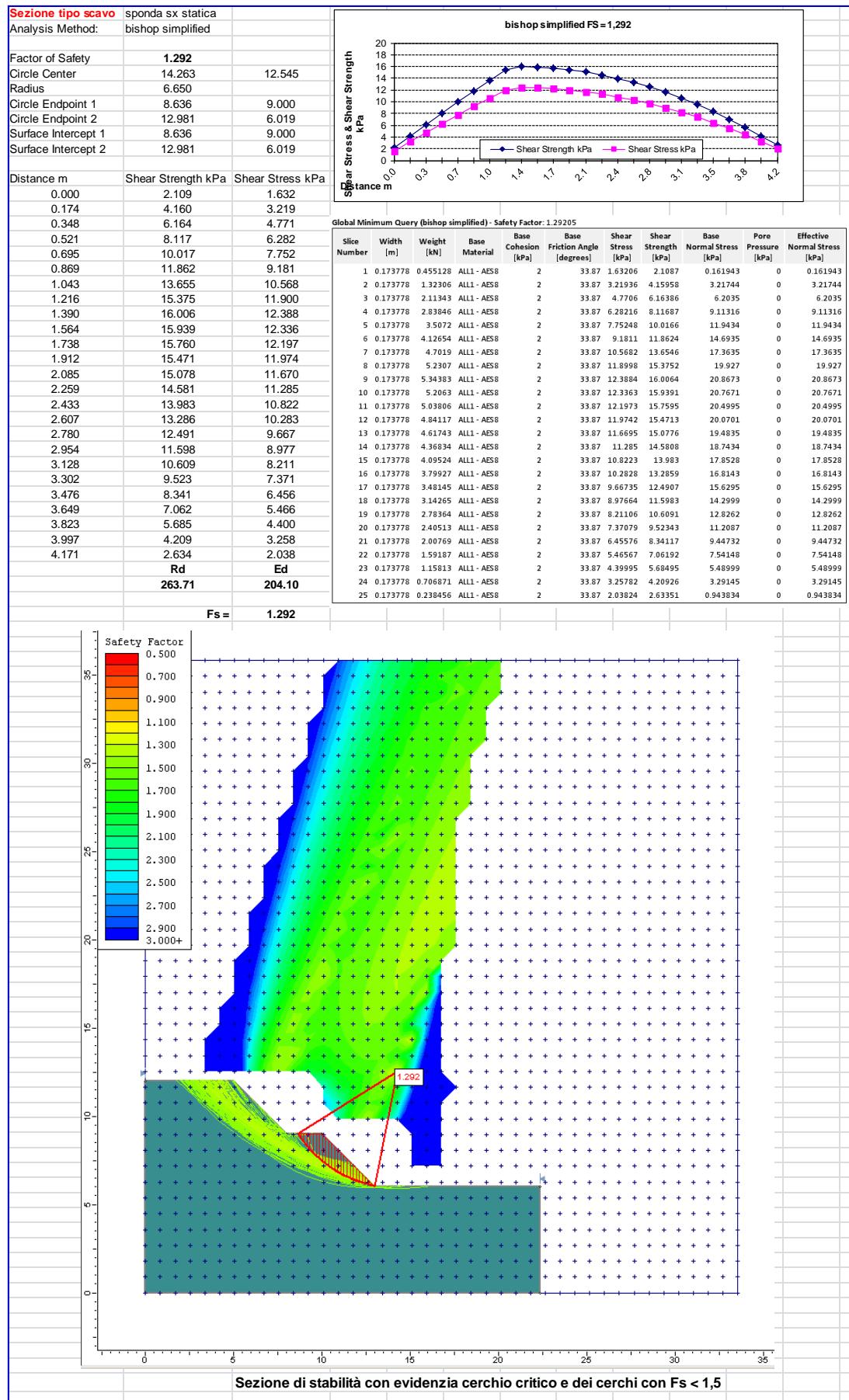
Verifica b.2.c

Sezione 16 -Condizioni sismiche - Sponda destra



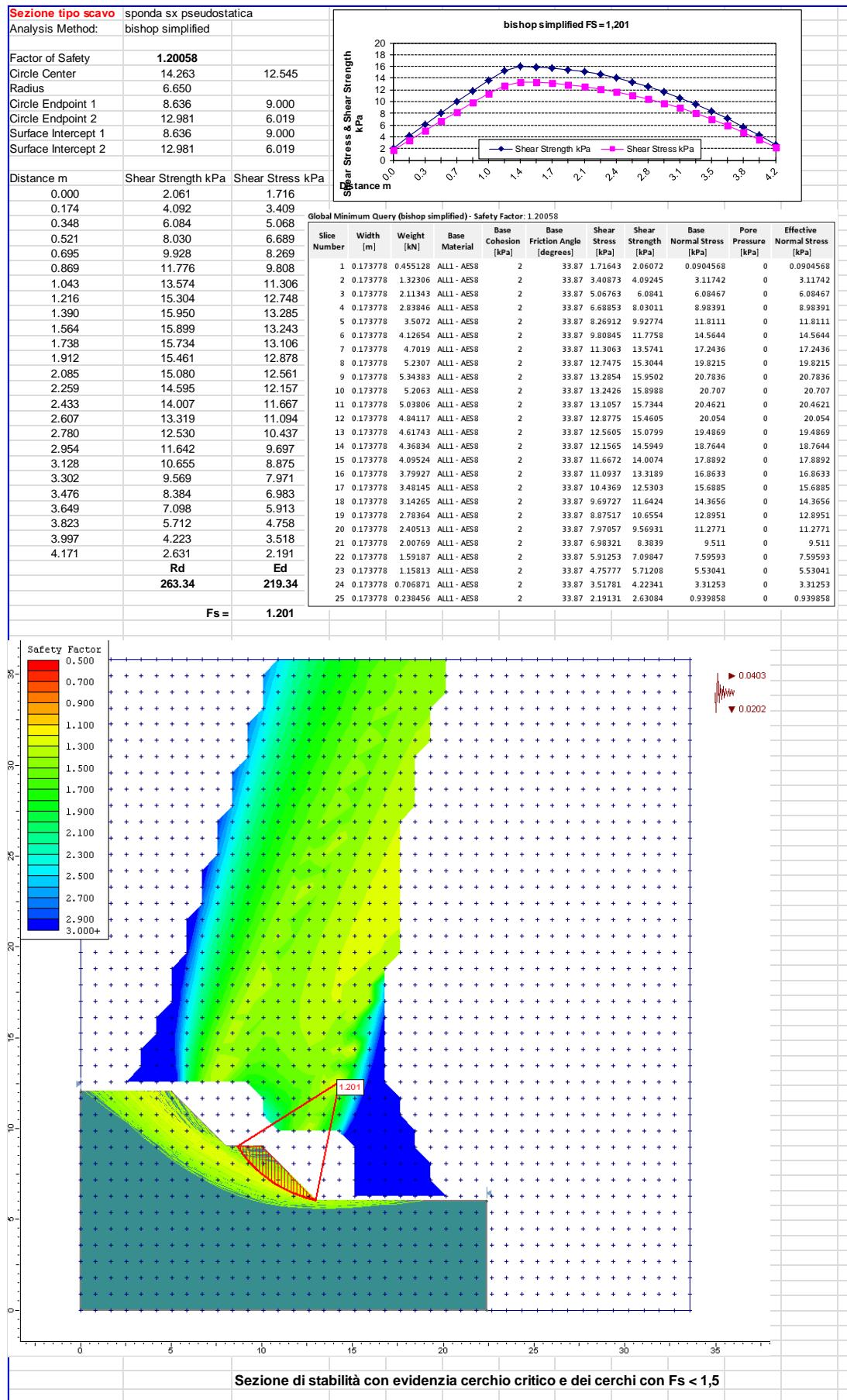
Verifica c.1

Sezione tipo di scavo – sponda sinistra - condizioni statiche



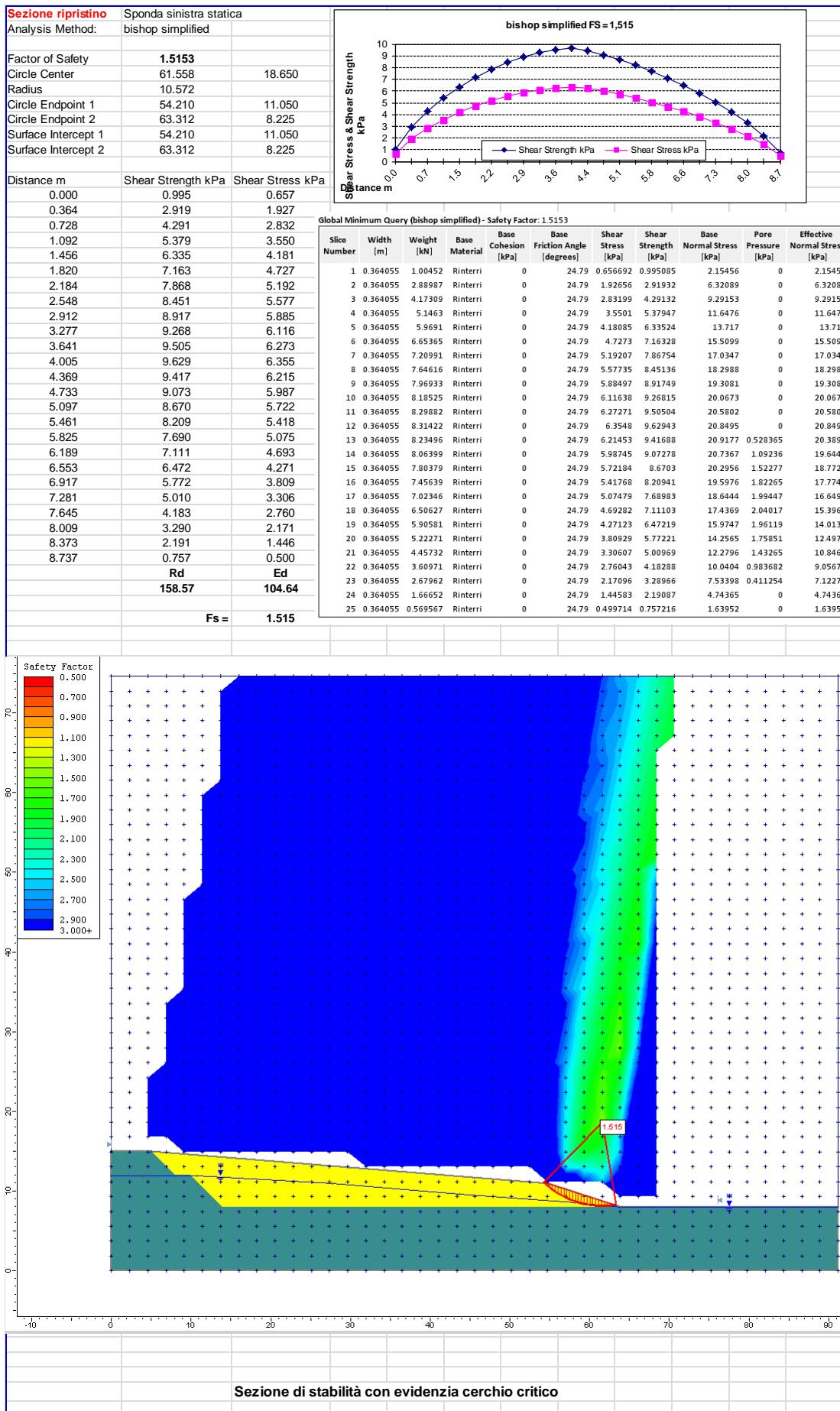
Verifica c.2

Sezione tipo di scavo – sponda sinistra - *condizioni sismiche*

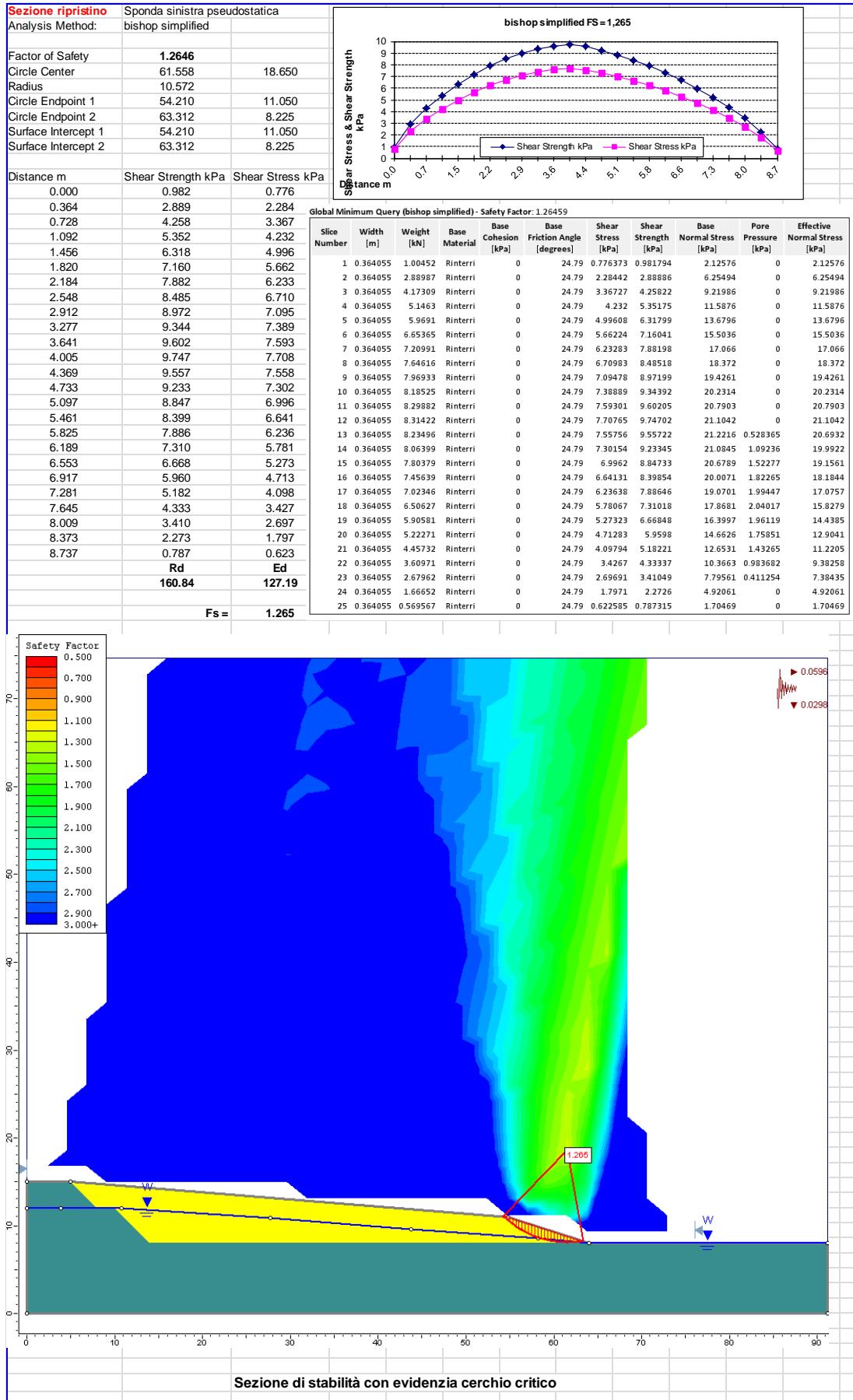


Verifica c.3

Sezione tipo di ripristino – sponda sinistra - condizioni statiche

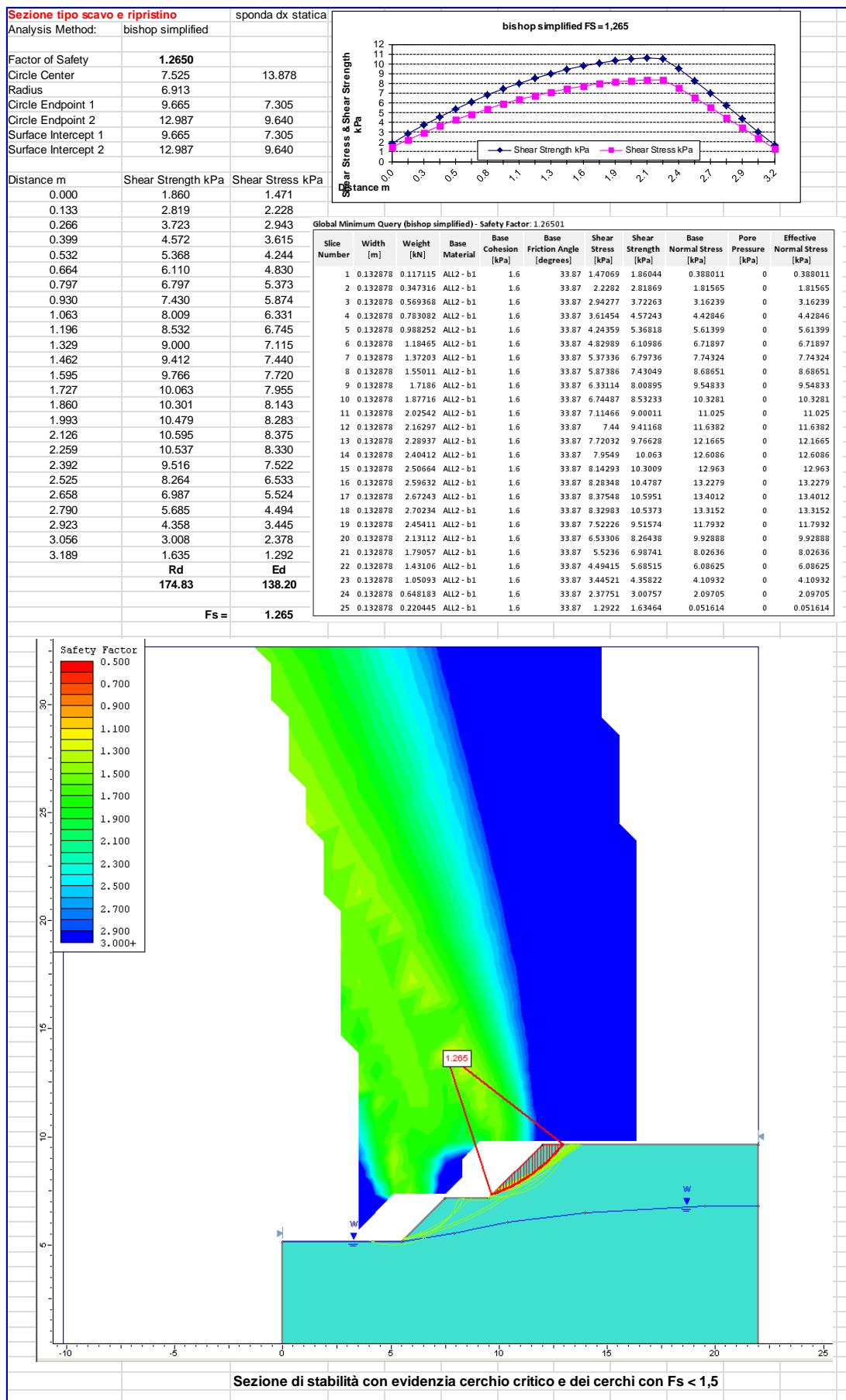


Verifica c.4

Sezione tipo di ripristino – sponda sinistra - *condizioni sismiche*

Verifica c.5

Sezione tipo di scavo e ripristino – sponda destra - *condizioni statiche*



Verifica c.6

Sezione tipo di scavo e ripristino – sponda destra - *condizioni sisimiche*