

PIANO DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE POGGIO BERNI

VARIANTE PARZIALE AL PAE 2025

(Art. 7 L.R. 17/1991 e ss.mm.ii.
L.R. 24/2017 e ss.mm.ii.)

SINDACO:	(F.to Ronny Raggini)
SEGRETARIO:	(F.to Dott. Roberto Severini)
RESPONSABILE DI SETTORE:	(F.to Geom. Corrado Ciavattini)
PROGETTISTI:	(F.to Geom. Corrado Ciavattini) (F.to Geom. Francesca Gobbi)
GEOLOGO	(F.to Geol. Fabio Fabbri)

Firma autografa omessa ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. n. 39/1993

Relazione Geologica

ALLEGATO **P**

Assunzione proposta:	Deliberazione di G.C. n. 043 del 16.05.2025
Adozione proposta:	Deliberazione di C.C. n. del
Approvazione piano:	Deliberazione di C.C. n. del
Pubblicato sul BUR n.	del



COMUNE di POGGIO TORRIANA

**VARIANTE AL PIANO DELLE ATTIVITA'
ESTRATTIVE (PAE) DEL COMUNE di
POGGIO TORRIANA - EX TERRITORIO
di POGGIO BERNI**

RELAZIONE GEOLOGICA

Novembre 2025

Sommario

PREMESSA.....	1
I – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	2
II-INQUADRAMENTO GEOLOGICO TERRITORIALE.....	8
II.1 - CARATTERI GENERALI.....	8
II.2- STRATIGRAFIA.....	16
III-GEOMORFOLOGIA.....	21
IV-CARATTERI GEOLOGICI LOCALI	23
IV.1- LITOLOGIA E ASSETTO DELLA STRATIFICAZIONE	23
IV.2- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	0
IV.3- PARAMETRI CARATTERISTICI	1
V-SISMICITA'.....	3
V.1- CATEGORIA SUOLO.....	3
V.2- CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	4
V.3 – PARAMETRI SISMICI	4
VI – VERIFICHE DI STABILITA'	7
VI.1 – CONSIDERAZIONI GENERALI	7
VI.2 – PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
VI.3 – SEZIONI DI VERIFICA E CALCOLI	9
VI.4 – CONSIDERAZIONI SULLE VERIFICHE DI STABILITA'	26
CONCLUSIONI.....	27

PREMESSA

Con riferimento alla Variante al Piano delle Attività Estrattive (PAE) del Comune di Poggio Torriana – ex territorio di Poggio Berni (Delibera di Giunta Comunale n. 43 del 16/05/2025), con Determina del Responsabile Settore 1 – Settore Tecnico n. 169 del 30/11/2025 ho ricevuto l’incarico di redigere la relazione geologica come richiesto dalla Provincia di Rimini con nota protocollo 0010453 del 12/06/2025.

Le condizioni dell’area di cava dismessa, presentano l’affioramento del substrato formazionale costituito dalle argille azzurre plioceniche oggetto di estrazione per produrre manufatti in laterizio. Tale presupposto, ha dispensata la realizzazione di investigazioni geognostiche, potendo fare riferimento a un’ampia casistica di parametri geotecnici relativi alla roccia in posto insediata nell’area di cava e considerando prudenzialmente, nelle verifiche di stabilità, quelli più cautelativi e/o provvedendo opportunamente a diminuirne cautelativamente i valori.

L’attività di studio, si è pertanto incentrata sul rilevamento geologico e geomorfologico del sito estrattivo.

Si è provveduto preliminarmente a descrivere i caratteri geologici territoriali, proseguendo successivamente l’attività di studio nell’analisi di dettaglio delle peculiarità geologiche del sito oggetto di variante al PAE e alle verifiche analitiche di stabilità.

I – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di cava dismessa, posta nel Comune di Poggio Torriana, è compresa nel quadrante nord – occidentale della Sezione 256140 *Villa Verucchio* scala 1:10.000 della C.T.R.

In particolare, il sito si sottende alla destra orografica del Torrente Uso, a ovest dell'abitato di San Michele, attestato nell'ampia superficie pianeggiante residuale dell'attività estrattiva circa alla quota assoluta di m 48.

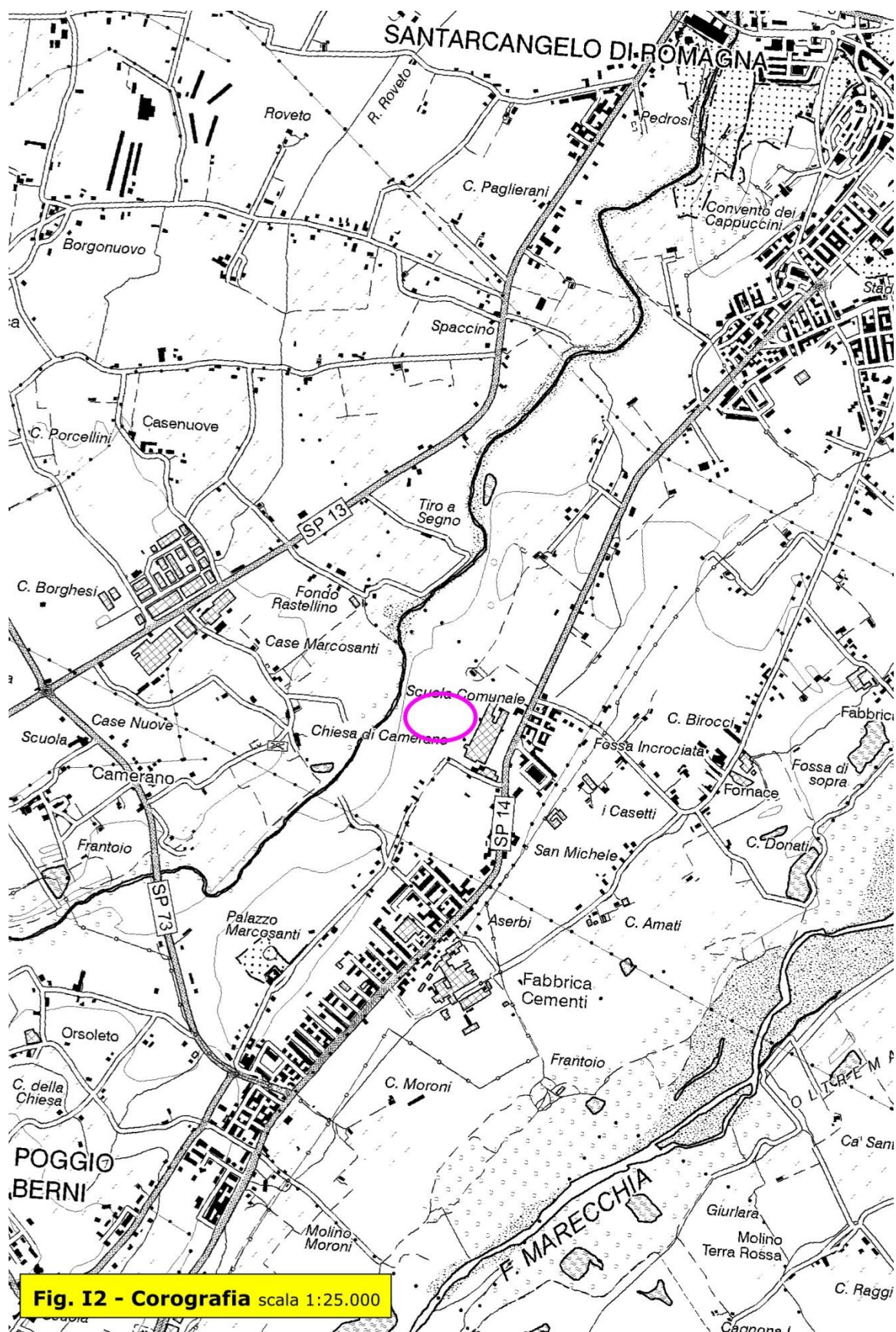
Il centroide dell'ambito estrattivo dismesso è identificato dalle coordinate geografiche UTM;

Latitudine: 4880080.65 N

Longitudine: 293724.99 E



Fig. I1 - Foto aerea area cava dismessa



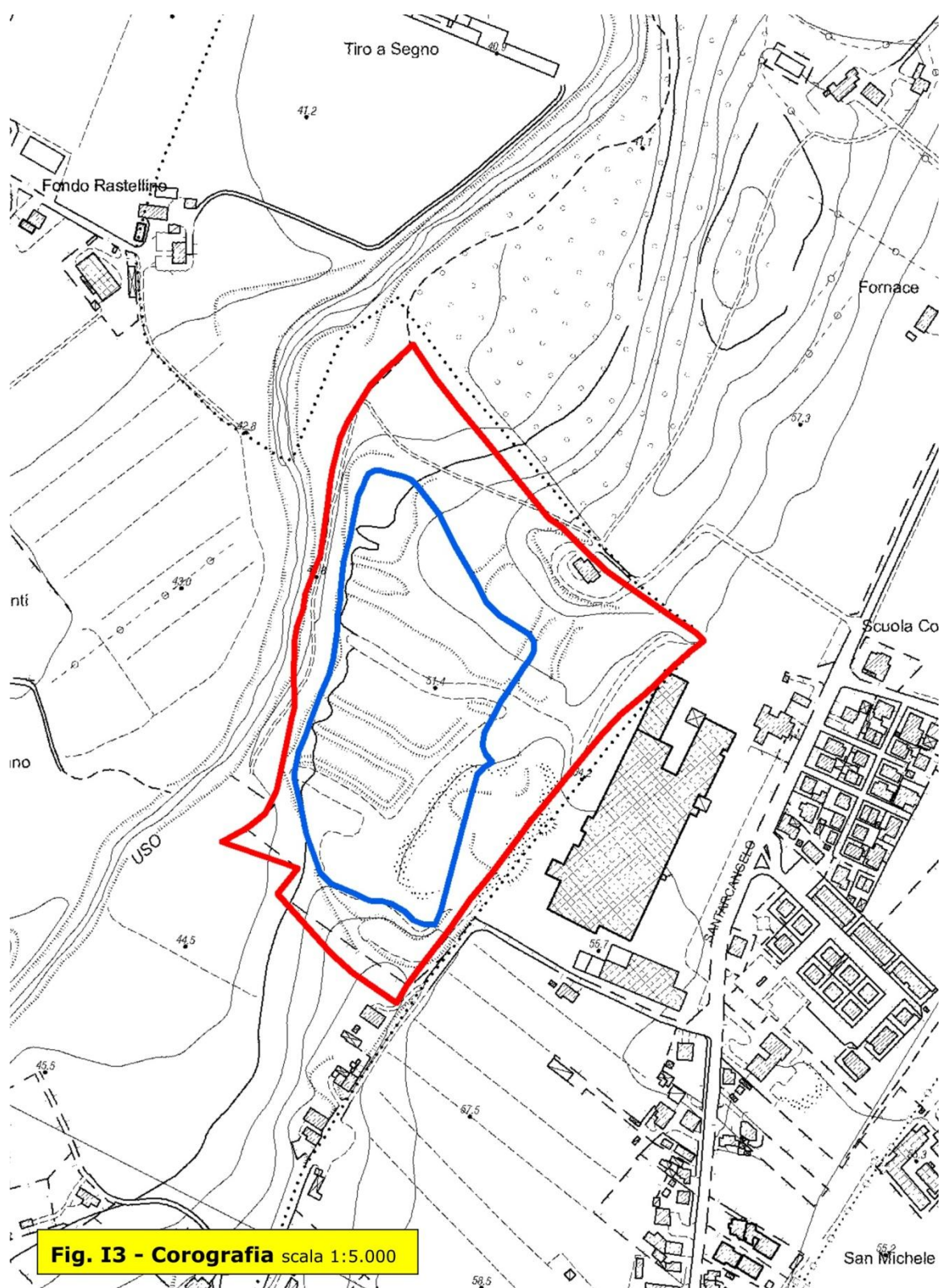




Fig. 14 - Panoramica da NE



Fig. I5 - Panoramica da SO



Fig. I6 - Panoramica da est

II-INQUADRAMENTO GEOLOGICO TERRITORIALE

II.1 - CARATTERI GENERALI

La struttura geologica territoriale, riflette i processi evolutivi intervenuti a regolare il sollevamento e la progradazione in senso adriatico dell'Appennino settentrionale, dove ai fenomeni traslativi della Successione Umbro Marchigiano Romagnola (UMR), si aggiungono gli effetti deformativi indotti dal ricoprimento della Coltre della Valmarecchia (*Coltre*). Quest'ultima sovrascorsa, coi suoi termini stratigrafici più antichi delle Unità Liguri, sulla Successione UMR e sui depositi della Successione Neogenico - Quaternaria del Margine Appenninico Padano in vari periodi della cronologia geologica fino al Pliocene inferiore, quando si è compiuta la messa in posto della *Coltre*.

In particolare, la struttura geologica dell'Appennino settentrionale si realizza, successivamente alla fase mesoalpina, attraverso un complesso ciclo orogenetico polifasico che si sviluppa tra l'Oligocene inferiore e il Pleistocene inferiore. Il prolungato processo deformativo del ciclo appenninico, evolve con una continuità sicuramente superiore alla tradizionale risoluzione in fasi tettoniche distinte (Fasi Oligoceniche, Fase Aquitaniana, Fase Burdigaliana, Fase Intramessiniana, Fase Pliocenica inferiore). Assumendo la fase pliocenica inferiore come l'ultimo significativo evento traslativo del fronte della catena appenninica, la successiva successione plio - pleistocenica acquista, lungo l'intero margine romagnolo, significato unitario di sequenza stratigrafica che salda il fronte della catena alle successioni di avampaese. In figura 1.2.1 è sintetizzato lo schema tettonico territoriale, dove sono discriminabili i più significativi elementi strutturali:

- a) L'impilamento in scaglie tettoniche delle formazioni che costituiscono il substrato autoctono, con le unità interne che si accavallano su quelle esterne immediatamente contermini.
- b) Il sovrascorrimento delle Unità liguri che non si configura come un semplice ricoprimento gravitativo (sostenuto da numerosi autori in passato), ma propone strutture improntate a un sistema embriciato di scaglie tettoniche, con superfici di scorrimento delimitate da faglie inverse listriche vergenti E-NE. Tali embricazioni sono riferibili non solo ai movimenti di traslazione della *Coltre* sui terreni del Dominio Toscano e Umbro - romagnolo, ma anche ai fenomeni deformativi avvenuti nella fase ligure.

c) I sovrascorrimenti che tagliano le Argille varicolori, i quali si trasportano sul dorso delle sequenze sedimentarie della Successione epiligure dello spessore variabile da poco più di un centinaio di metri a circa 700-800 metri.

Lo schema tettonico territoriale, distinto nei due principali elementi strutturali di impilamento in scaglie tettoniche delle formazioni che costituiscono il substrato autoctono riunito nella Successione UMR e di sovrascorrimento delle Unità liguri comprese nella *Coltre* sul substrato autoctono, è schematizzato rispettivamente nelle figure 1.2 e 2.2.

Fig. 1 - 2.1 SCHEMA TETTONICO TERRITORIALE

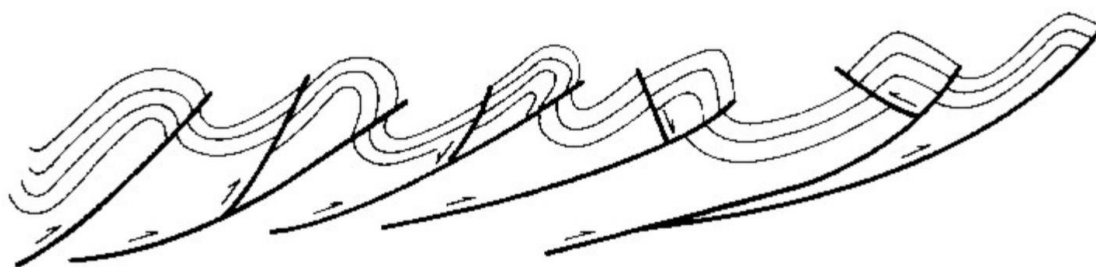
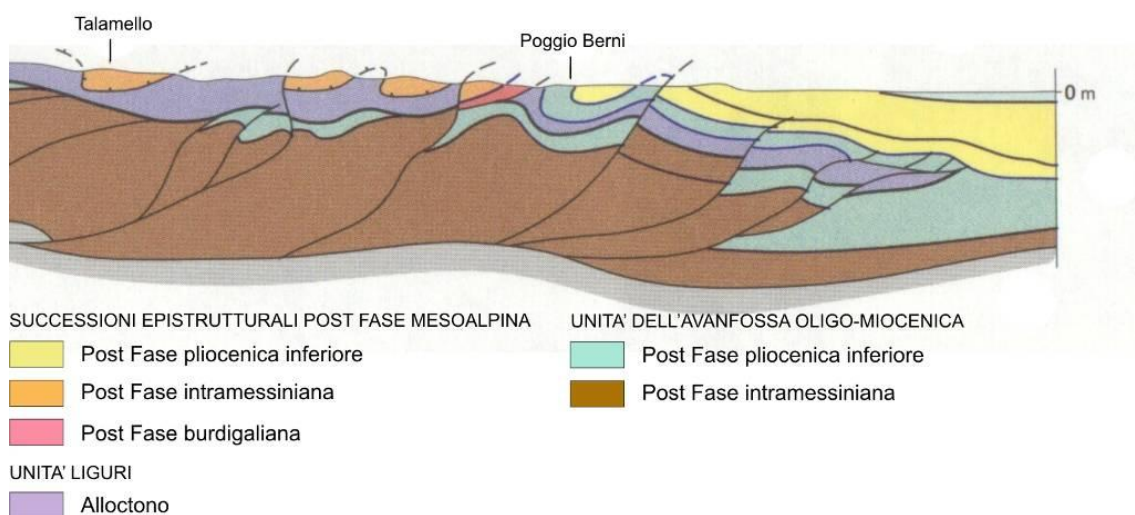


Fig. 1.2 - stile strutturale del substrato su cui scorre la *Coltre* (S. Conti)

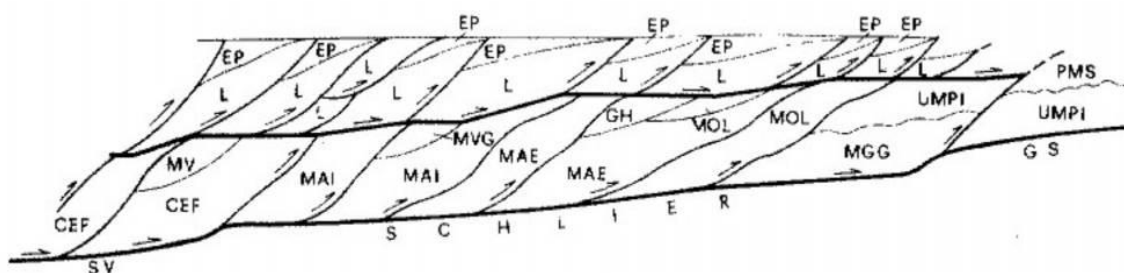


Fig. 2.2 - sistema di accavallamenti della Val Marecchia (da Conti & Gelmini, 1992b)

L'avanzamento della *Coltre* alloctona da SO verso NE, è espresso da una sequenza di sovrascorrimenti con fronti arcuati sostanzialmente conformi alla direzione appenninica (Fig. 3-2.1). Visti in pianta, (Fig. 3.2.1), i fronti dei sovrascorrimenti descrivono archi di varia grandezza (1,5-8 Km), delimitati lateralmente da faglie trasversali (dirette e/o trascorrenti) o da altre embricazioni con accavallamenti lungo superfici in prevalenza ad alto angolo, sempre situate nei litotipi più argillosi costituenti le formazioni liguri (Argille varicolori, Formazione di Sillano).

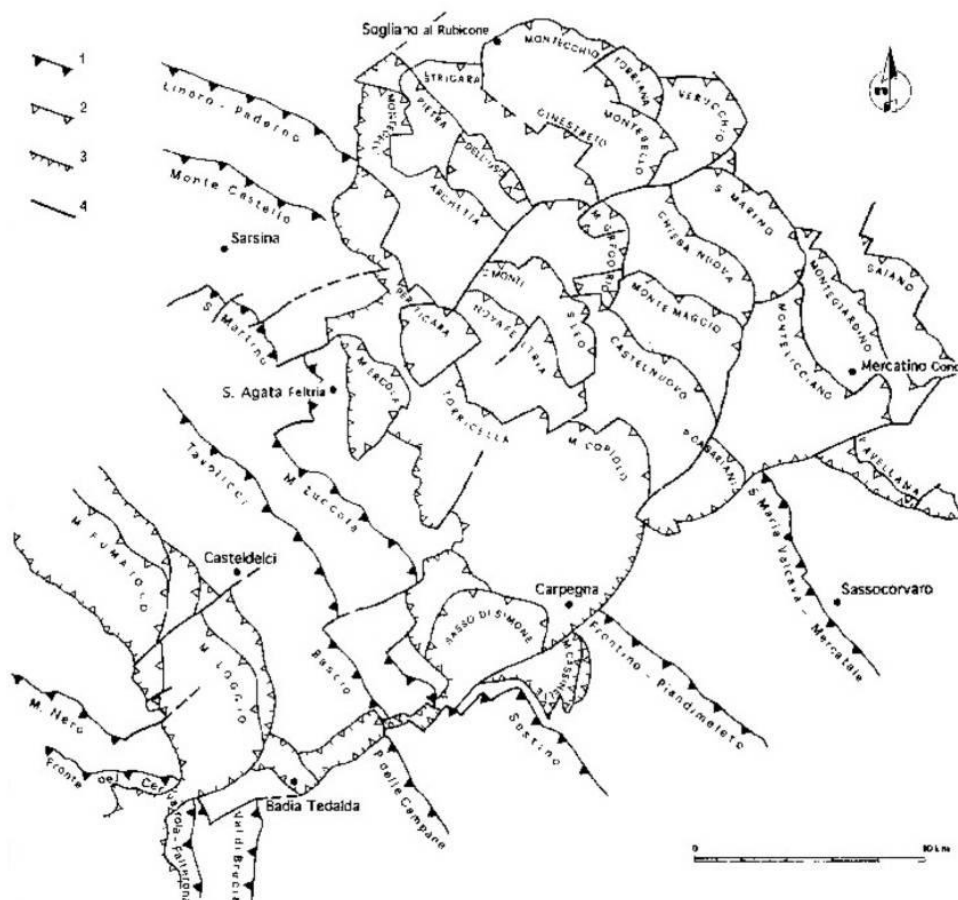


Fig. 3 - 2.1 - Schema tettonico Coltre della Valmarecchia (Conti).

- 1: faglie inverse e sovrascorrimenti del substrato; 2: faglie inverse e sovrascorrimenti della coltre;
- 3: limite coltre-substrato; 4: faglie dirette e trascorrenti.

I fronti di sovrascorrimento, sono evidenziati in affioramento da depositi epiliguri (formazioni di San Marino, del Monte Fumaiolo, di Acquaviva), i quali appoggiati sulle Argille varicolori con netta discontinuità, si presentano in fasce strette e allungate e/o in placche rocciose disarticolate (Foto 3-2.1a).



Foto 3-2.1a Panoramica arco epiligure

Gli affioramenti arcuati epiliguri sembrano sottoposti al controllo strutturale di faglie impostate lungo il corso del Fiume Marecchia che esercitano effetto trascorrente, come esemplificato in Foto 3-2.1b.



Foto 3-2.1b - discontinuità arco epiligure indotta da faglia impostata lungo il corso fluviale che esercita effetto trascorrente

In corrispondenza del fronte di sovrascorrimento affiorante della *Coltre* nei pressi di Ponte Verucchio, si registrano ulteriori esempi di dislocazioni orizzontali trascorrenti che coinvolgono depositi liguri (Formazione di Monte Morello), epiliguri (Evaporiti) e pliocenici (Foto 3-2.2 – 3-2a).





La sequenza pliocenica è prevalentemente in facies pelitica, poggia in apparente concordanza sulle Argille di Casa i Gessi al cui tetto si ritrovano lenti discontinue di gesso selenitico (dintorni di Torriana fino nell'alveo del Fiume Marecchia all'altezza di Ponte Verucchio). In generale, tutta la successione pliocenica presente sopra la *Coltre*, è interessata da una intensa deformazione. I depositi bacinali del Pliocene inferiore - medio posti a valle del lembo affiorante più esterno della *Coltre* (allineamento S. Giovanni in Galilea, Torriana, Verucchio, San Marino), sono definiti pedeappenninici. Tali depositi (Foto 3-2.3), in corrispondenza del fronte di accavallamento affiorante delle formazioni liguri (Foto 3-2.4), assumono giacitura sub verticale. I crolli dei banchi argillosi in assetto verticale, ha accelerato notevolmente l'arretramento della corona del canyon, attualmente progredita nell'ambito dei depositi liguri fino alla briglia del Consorzio di Bonifica (Foto 3-2.5). L'intensità delle tensioni compressive, nei pressi della briglia ha provocato il ribaltamento della Formazione di Monte Morello, determinando giaciture sub-verticali anche ai termini epiliguri stratigraficamente sovrainposti (gesso selenitico) come evidenziato in Foto 3-2.6.



Foto 3-2.3 Depositi pliocenici con assetto verticale nell'alveo del F. Marecchia



Foto 3-2.4 Affioramento nell'alveo del F. Marecchia del fronte di accavallamento delle Unità Liguri sui depositi pliocenici pedeappenninici



Foto 3-2.5 progressione erosiva in alveo del F. Marecchia fino alla briglia del Consorzio di Bonifica con rimozione del substrato formazionale anche attorno ai pali di fondazione.



Foto 3-2.6 giaciture sub - verticali dei terreni epiliguri a valle degli strati rovesciati della Formazione di Monte Morello posti nei pressi della briglia

II.2- STRATIGRAFIA

Il territorio compreso in Fig. II1 – Carta Geologica, è caratterizzato dalla presenza di depositi formazionali appartenenti alla Successione Neogenico – Quaternaria del margine appenninico padano e rari depositi quaternari continentali di frane quiescenti.

DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente che, dove non specificato, si considera di tipo movimento è indeterminato).

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 franosi, 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.

DEPOSITI NEOGENICO-QUATERNARI MARGINE APPENNINICO PADANO

Subsintema di Ravenna*(Pleistocene superiore. – Olocene)*

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. L'unità comprende più ordini di terrazzo nelle zone intravallive. Argille, limi ed alternanze limoso - sabbiose di tracimazione fluviale (piana inondabile, argine, e tracimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante sugli altri subsintemi e sulle unità più antiche.

Unità di Modena (*Olocene*)

Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Limite inferiore inconforme, marcato da una superficie di erosione fluviale lateralmente correlata a un suolo da decarbonatato a parzialmente carbonatato.

Argille Azzurre

Argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata.

La potente successione di argille affioranti in alveo da Ponte Verucchio verso nord nell'ambito dell'ampia pianizia alluvionale, marca la ripresa della sedimentazione marina dopo la messa in posto della *Coltre della Valmarecchia* nel Pliocene inferiore. Si riconosce un ciclo sedimentario in situazione *bacinale* a deposizione fine correlabile non solo con altre zone simili del bordo appenninico romagnolo, ma anche con aree più nettamente marginali come quelle del Piacentino anch'esse interessate da colate gravitative e/o sovrascorrimenti nel Pliocene inferiore. La fase iniziale subsidente o trasgressiva, è rappresentata da facies di scarpata sottomarina instabile (accumuli caotici intra - formazionali). Segue una fase più stabile di compensazione con sedimentazione torbidity fine, poi un'intensificazione dell'apporto detritico (corpi sabbiosi che riflettono una fase regressiva). Con ciò si chiude il ciclo P1, mentre i depositi eusinici e diatomitici, sottolineano il viraggio alla fase trasgressiva del ciclo P2, espressa non tanto da variazioni di profondità, quanto da una diminuzione dell'apporto clastico (allontanamento delle aree di fonte, se si prescinde da fatti climatici). La frequenza delle frane sottomarine nella parte inferiore della sezione (Fig. 3-2.1), indica che la fronte dell'alloctono progradante in senso adriatico era instabile. I collassi, tuttavia coinvolgevano apparentemente solo i nuovi sedimenti che ricoprivano la *Coltre* con un accelerato tasso di sedimentazione. Gli strati di sabbia che si intercalano più o meno fittamente alle peliti grigio azzurre nella parte pliocenica della sezione, presentano i caratteri delle torbiditi sottili. Torbiditi sabbiose più potenti, con base erosiva si trovano talora in strati isolati e/o raggruppati, con ridotte o assenti intercalazioni pelitiche, in corpi massicci, variamente concrezionati,

dello spessore di qualche metro (massimo una dozzina), di estensione laterale non apprezzabile ma superiore alla larghezza dell'affioramento in alveo. La base dei corpi sabbiosi ora è parallela agli strati pelitici sottostanti, ora li tronca. La messa in posto avveniva ad opera di flussi fluidificanti e correnti di torbidità ad alta concentrazione e velocità, che però prelevavano il loro carico terrigeno da una fronte priva di materiali grossolani, come poteva essere la parte sommersa di un delta. I corpi più spessi possono rappresentare riempimenti di canali rettilinei poco profondi e svasati, posti poco oltre la base della scarpata alimentatrice, oppure depositi di transizione canale-lobo. Le facies stagnanti, organizzate in ciclotemi di ossidazione/riduzione, sono simili ma non identici ai più tipici depositi eusinici (es. il Tripoli messiniano) a causa del forte inquinamento terrigeno che rivela un tasso di sedimentazione abbastanza elevato. E' evidente la completa assenza di bioturbazione e di vita bentica, e la buona conservazione delle lamine di decantazione, di pesci, insetti, figlie, ecc.. Il ciclotema è dato dall'alternanza di vari metri di peliti laminate scure (diatomico-organiche) e circa lo stesso spessore di siltiti argillose chiare, massicce, bioturbate e localmente fossilifere (molluschi prevalenti). Vi è almeno una dozzina di questi cicli, indicativi di fluttuazioni all'interno di un importante evento di stagnazione delle acque di fondo, accompagnato da episodi di eutrofizzazione delle acque superficiali, il cui significato è ancora da chiarire nella sua estensione e nei suoi risvolti.

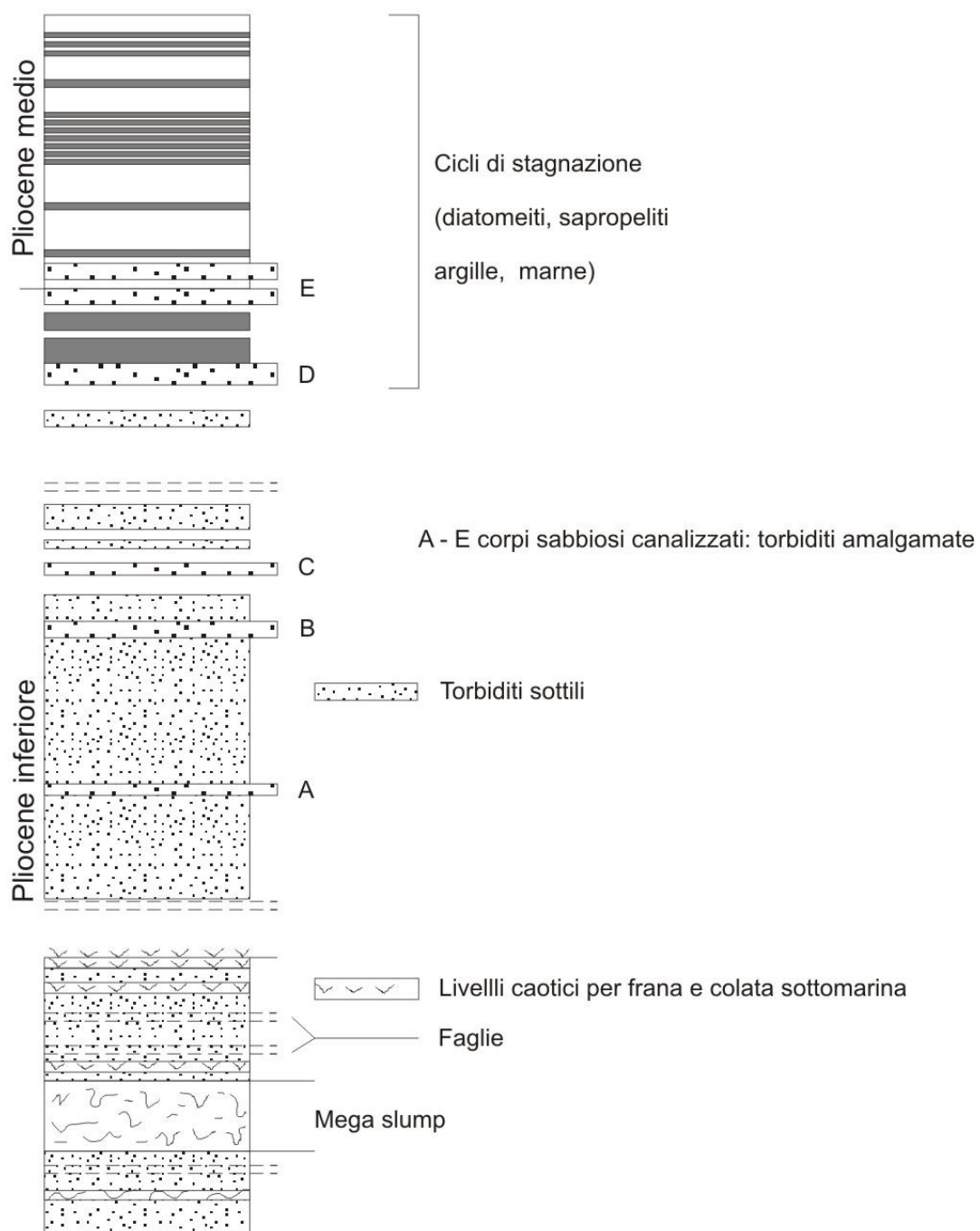
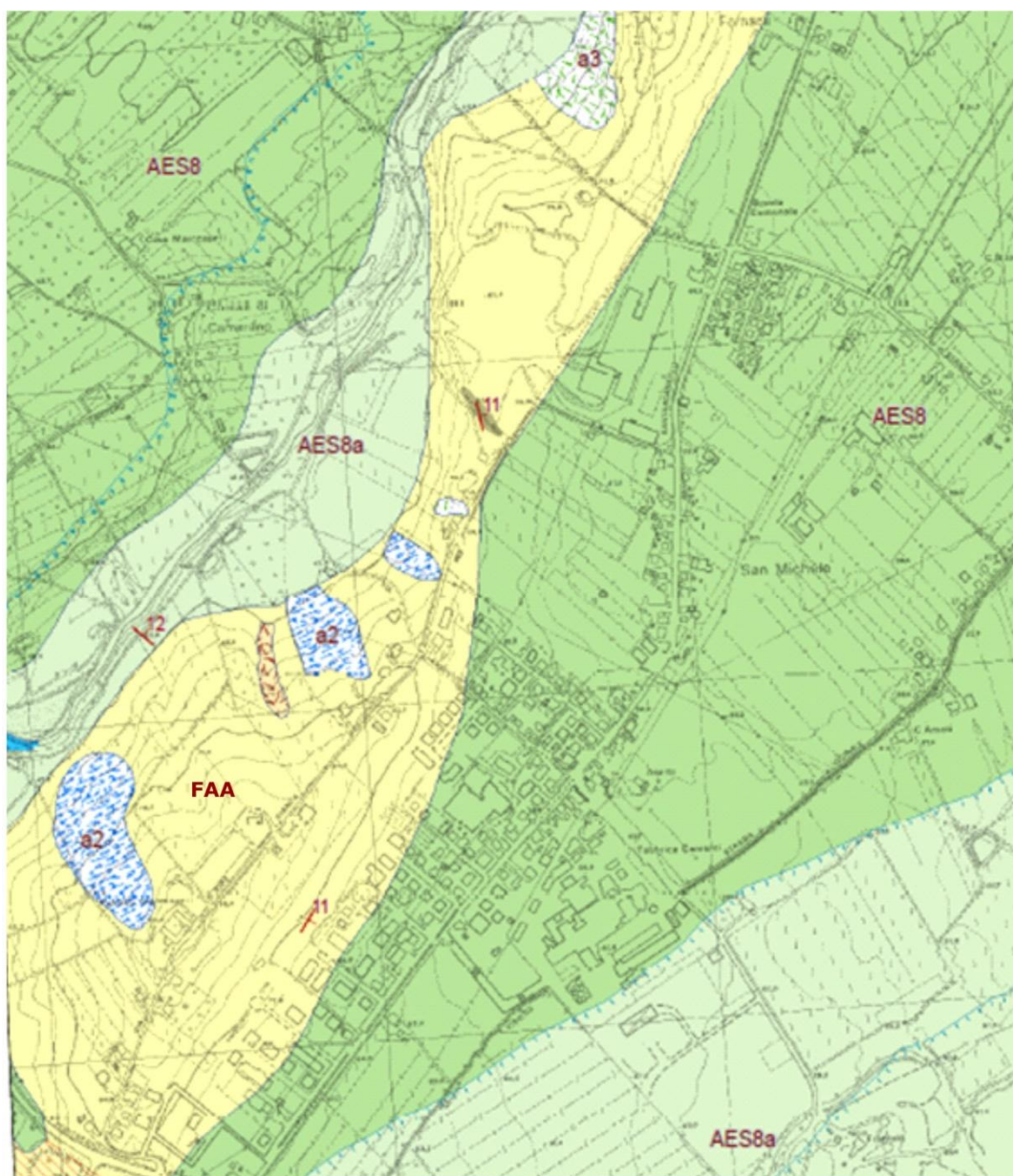


Fig. 3 - 2.1 Sezione stratigrafica Pliocene pedeappenninico neoautoctono in Val Marecchia



Depositi Quaternari Continentali

a2 - Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato

a3 - Deposito di versante s.l.

Successione Neogenico Quaternaria margine appenninico padano

AES8 - Subsintema di Ravenna (*Pleistocene superiore - Olocene*)

AES8a - Unità di Modena (*Olocene*)

FAA - Argille azzurre (*Piacenziano - Gelasiano*)

Segni convenzionali



Stratificazione dritta



Orlo di terrazzo fluviale

Fig. III1 - Carta Geologica Territoriale

III–GEOMORFOLOGIA

L'evoluzione geomorfologica territoriale, per l'inconsistenza dei gradienti morfologici che preservano da significativi eventi di mobilitazione del terreno indotti dalla gravità, si correla ai processi di modellazione e sedimentazione prodotti dall'attività idrodinamica dei maggiori corpi idrici, rappresentati dal Torrente Uso prossimo all'area di cava dismessa e del Fiume Marecchia ampiamente distanziato a sud – est. Gli effetti erosivi delle acque correnti, assumono la massima incidenza e le risoluzioni più imponenti nell'alveo del Fiume Marecchia, dove si è prodotta una rilevante incisione espressa da un canyon che ha distrutto la briglia del Consorzio di Bonifica ed è progredito fino all'altezza del ponte della SP14.

Nel territorio più direttamente raccordato all'area di cava dismessa, non si segnalano particolari criticità geomorfologiche segnalando unicamente, come singolarità residuale dell'attività deposizionale del Fiume Marecchia, un lembo di ghiaia poligenica ed eterometrica lungo il margine sud – orientale del sito estrattivo (Fig. II2) che, rispetto al rischio idraulico, risulta al di fuori delle perimetrazioni di esondabilità per piene con tempi di ritorno di 500 anni (Fig. III3).



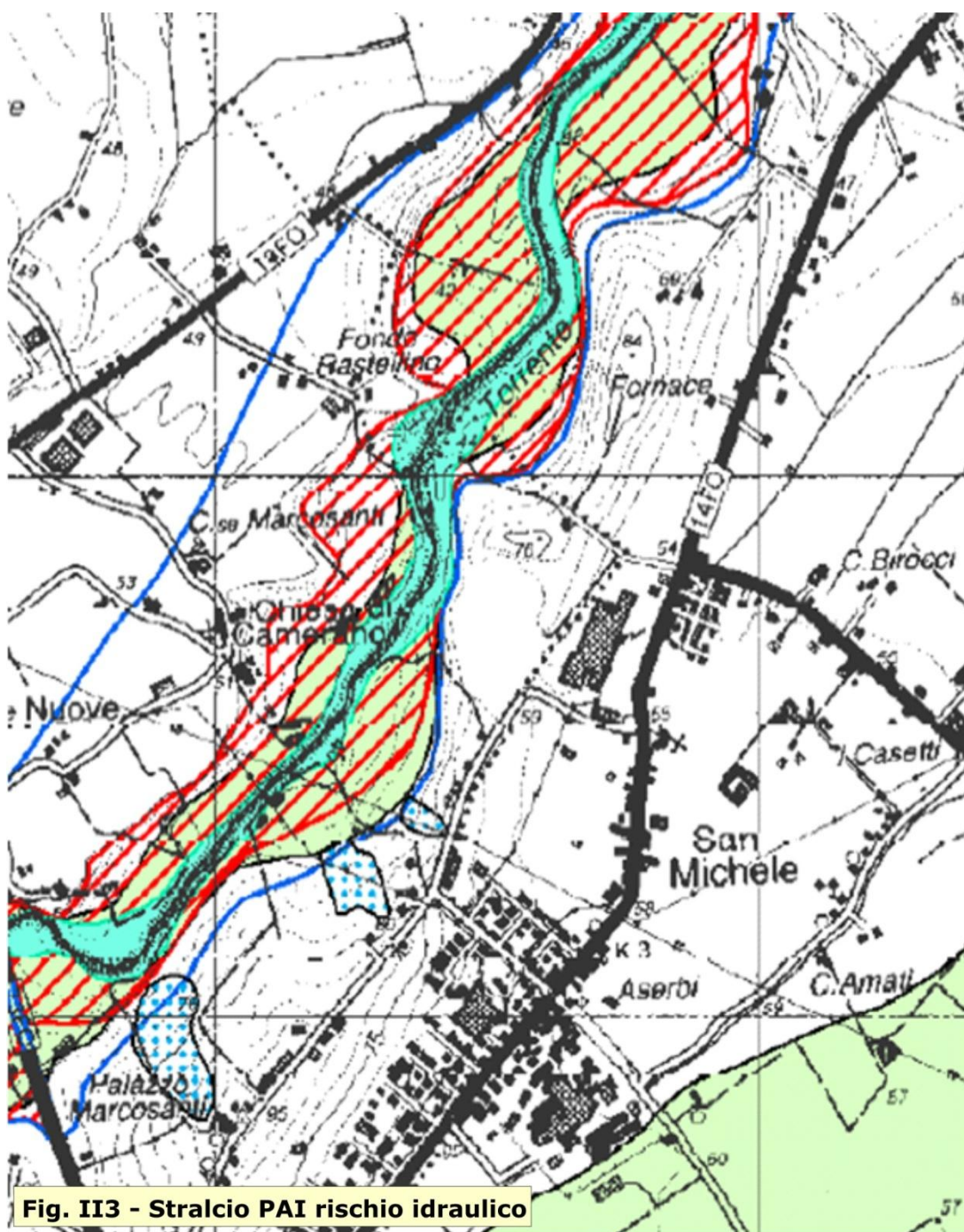


Fig. II3 - Stralcio PAI rischio idraulico

IV-CARATTERI GEOLOGICI LOCALI

IV.1- LITOLOGIA E ASSETTO DELLA STRATIFICAZIONE

La superficie di cava, a seguito dell'attività estrattiva, manifesta l'integrale affioramento del substrato formazionale argilloso che. Quando inalterato, esprime consistenza molto elevata.

In sito, l'orizzonte superficiale di alterazione risulta estremamente ridotto come verificato in sede di rilevamento asportando il sottile orizzonte esposto alla degradazione meteorologica contenuto sull'ordine di 20÷30 centimetri (Foto IV1).



La determinazione delle giaciture della roccia in posto non è agevole per la stratificazione tendenzialmente poco marcata e l'assenza di strati competenti rocciosi cui fare riferimento, tuttavia, si sono ricavate pendenze rappresentative riportate in Fig. IV2 in corrispondenza delle tracce di sezione che hanno permesso di identificare e rappresentare i profili geologici caratteristici del giacimento argilloso oggetto di coltivazione (Fig. IV 3).

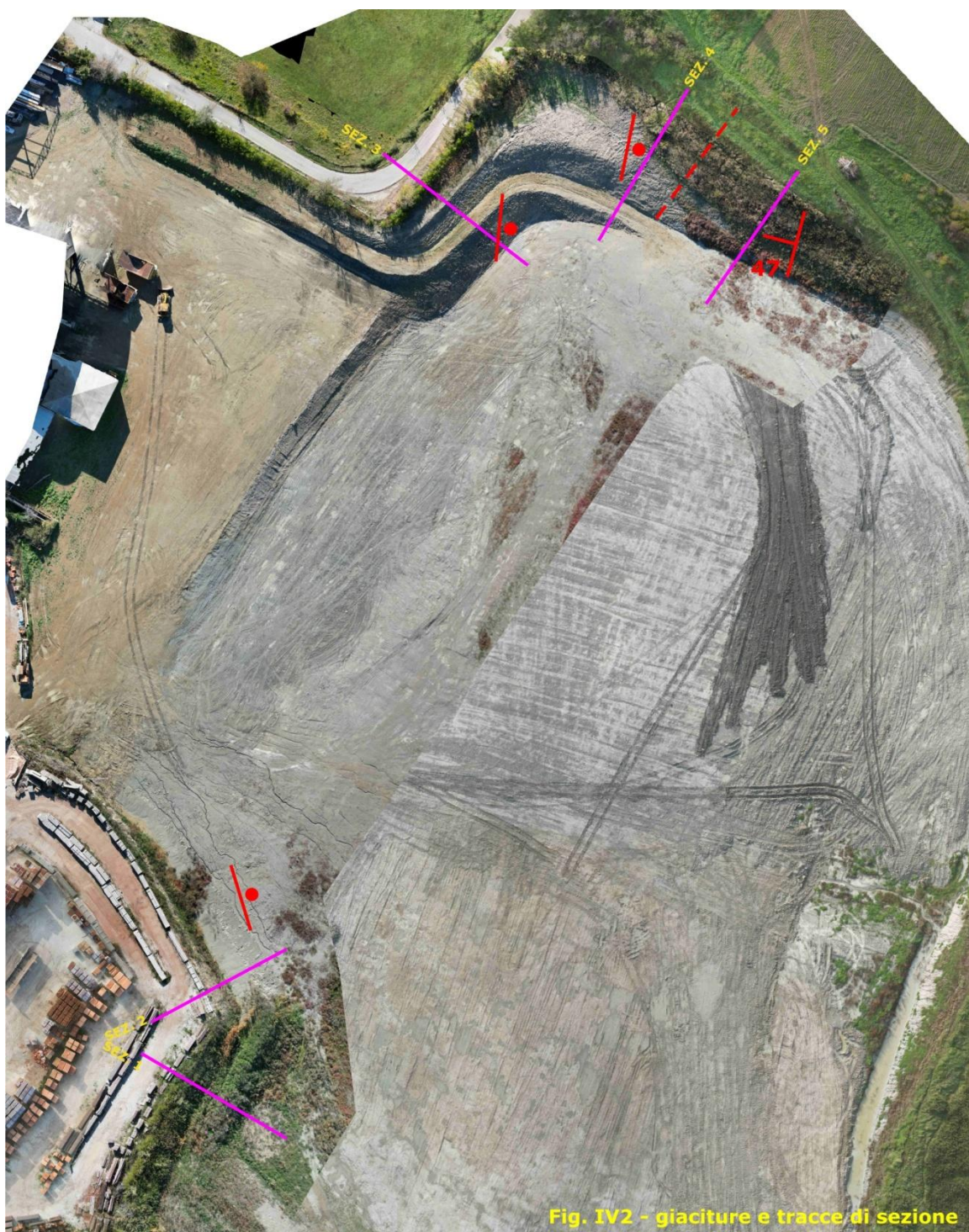




Fig. IV3 - giaciture sezioni 1 e 2

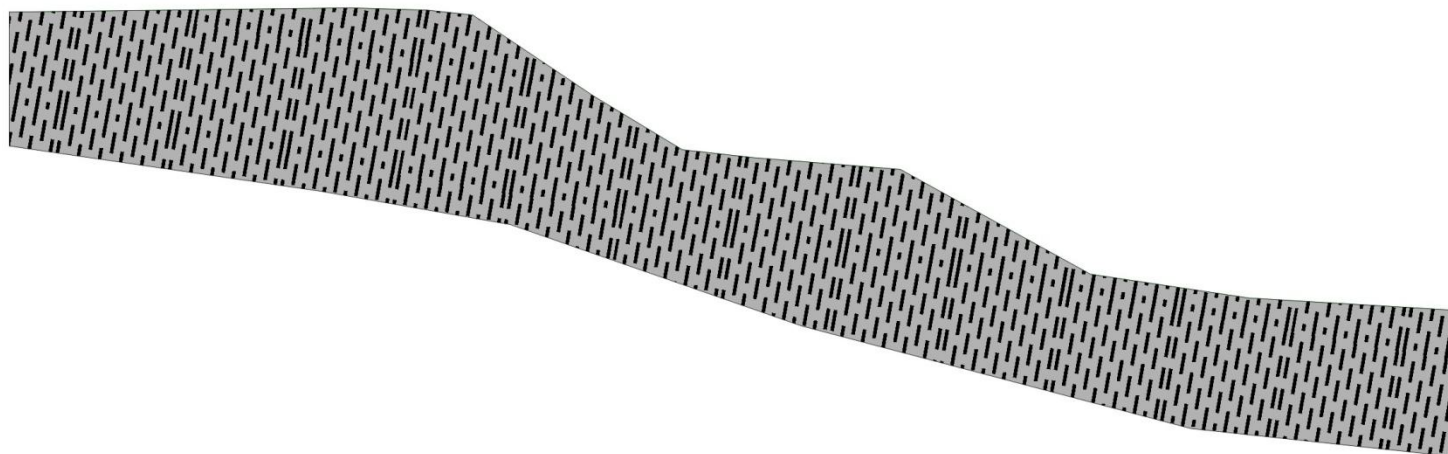


Fig. IV4 - giaciture sezioni 3 e 4



Fig. IV5 - glacitura sezione 5

SEZIONE N.: 1 PIAZZALE DEPOSITO



SEZIONE N.: 2 PIAZZALE DEPOSITO

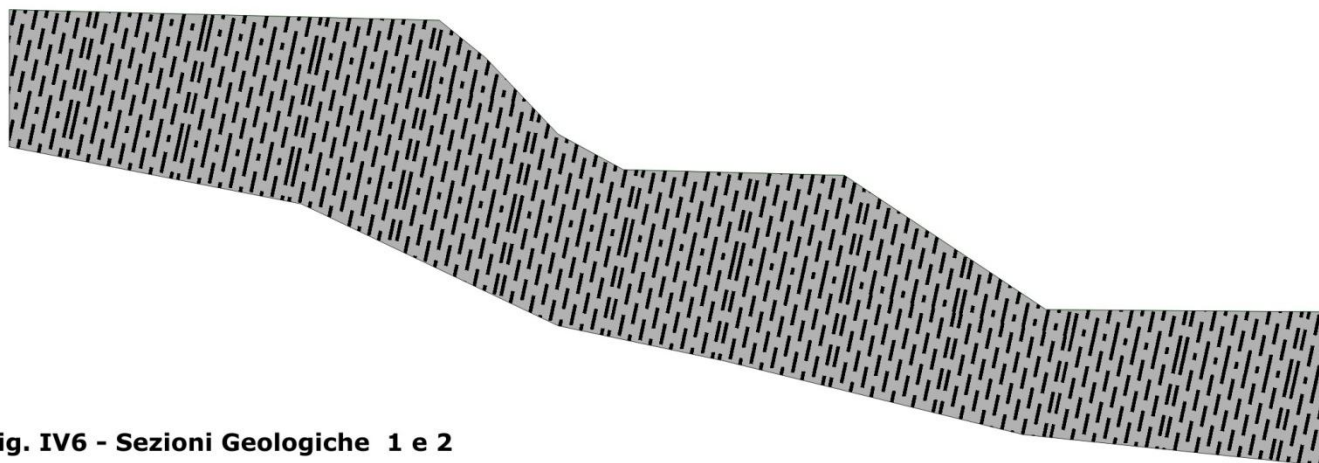
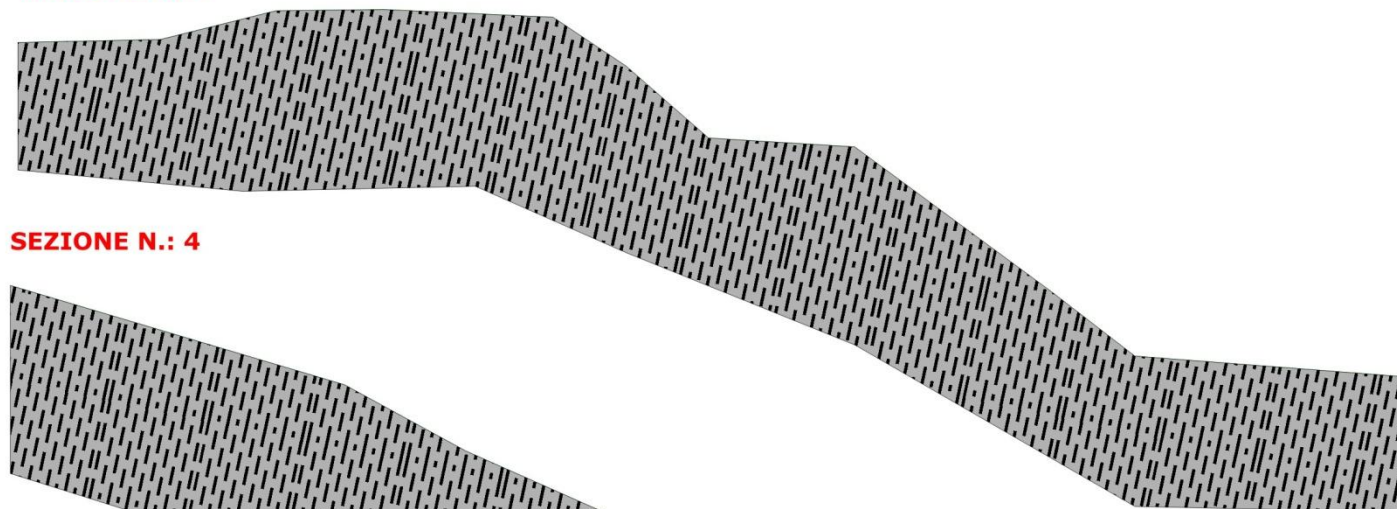
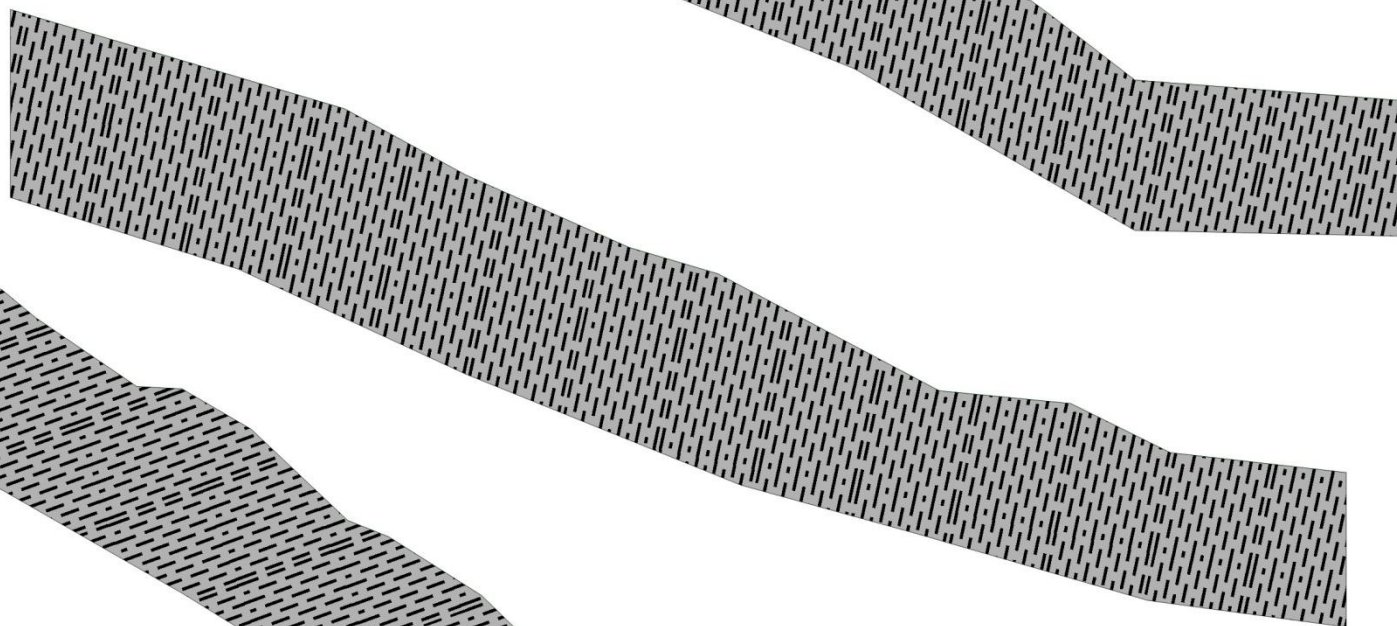


Fig. IV6 - Sezioni Geologiche 1 e 2

SEZIONE N.: 3 VIAASERBI



SEZIONE N.: 4



SEZIONE N.: 5

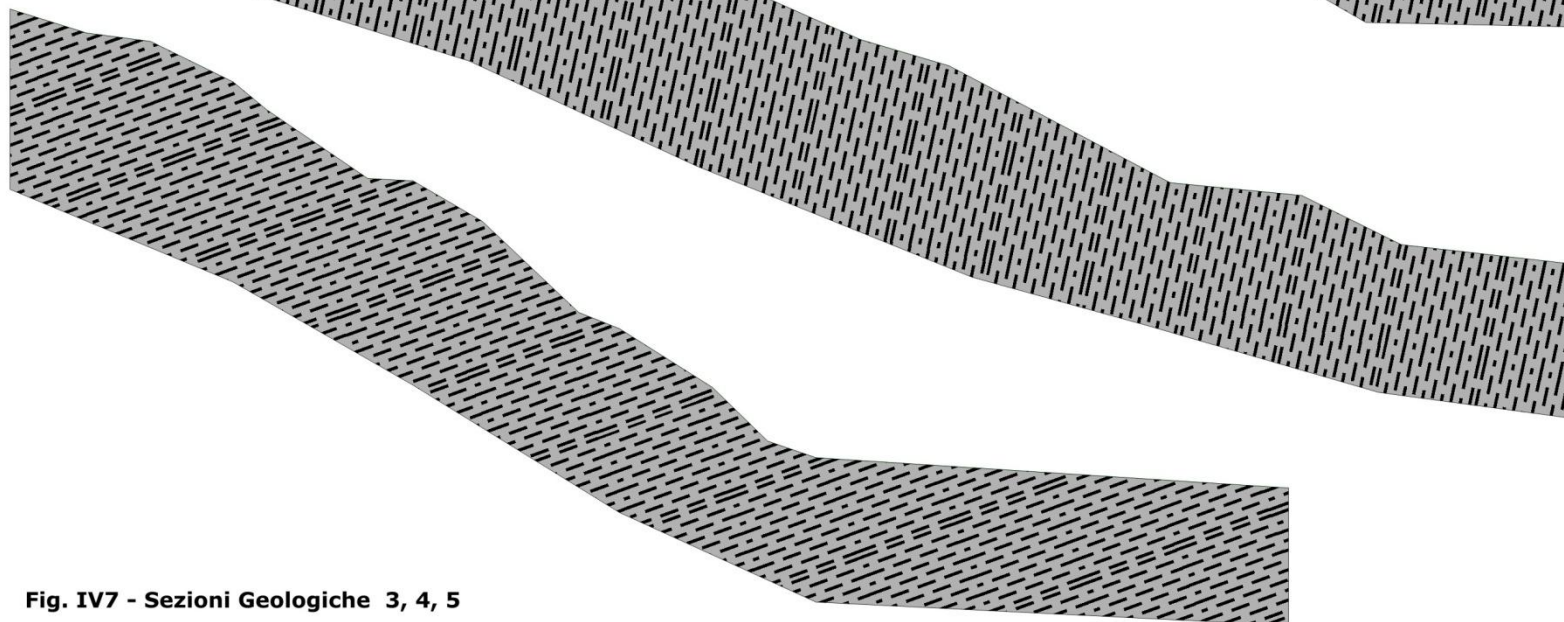


Fig. IV7 - Sezioni Geologiche 3, 4, 5

IV.2– CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni insediati nell'area di cava dismessa, si è risolta analizzando un'ampia casistica di analisi e prove di laboratorio eseguite sulle Argille azzurre. Con approcci cautelativo, si è provveduto a ridurre notevolmente i valori di resistenza sotto riportati assunti come preliminare riferimento.

Caratteristiche Generali

$W = 15\%$ (contenuto d'acqua)

$\gamma' = 19,4 \text{ kN [1,94 g/cm}^3\text{]}$ (peso di volume umido)

$\gamma_d = 16,9 \text{ kN [1,69 g/cm}^3\text{]}$ (peso di volume secco)

$G_s = 27,20 \text{ kN [2,720 g/cm}^3\text{]}$ (peso specifico)

$e = 0,612$ (indice dei vuoti)

$s = 66,63\%$ (grado di saturazione)

Limiti di consistenza

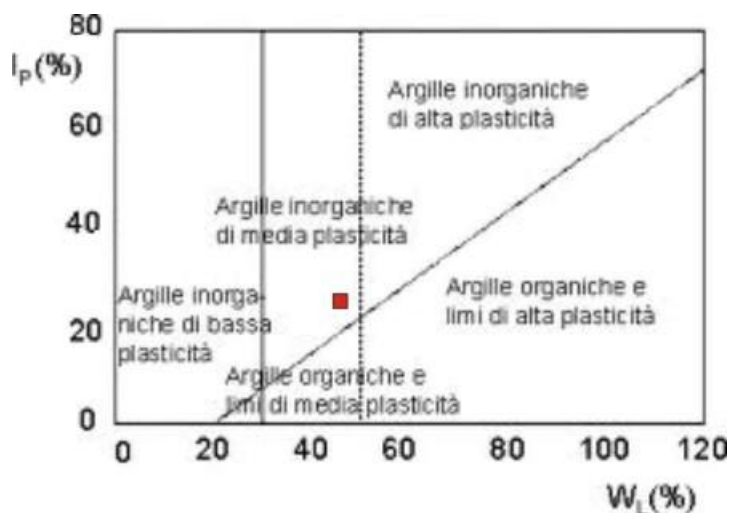
$W_L = 45\%$ (limite di liquidità)

$W_p = 19\%$ (limite di plasticità)

$I_p = 26$ (indice di plasticità)

$I_c = 1,154$ (indice di consistenza)

Secondo l'abaco di Casagrande, il terreno sottoposto ad analisi e prove di laboratorio, è classificabile come Argille inorganiche di media plasticità.



Granulometria

Sabbia: 3%

Limo: 62% (Classificazione AGI: limo con argilla)

Argilla 35%

Resistenza

$q_u = 450,0 \text{ kPa}$ [$4,50 \text{ Kg/cm}^2$] (penetrometro tascabile)

$c_u = 210,0 \text{ kPa}$ [$2,10 \text{ Kg/cm}^2$] (vane test)

Prova edometrica

Pressioni $s = \text{Kg/cmq}$ 0,50 1 2,5 5 10 20

Modulo Edometrico $E = \text{Kg/cmq}$ 37,7844,49100,51 170,57 307,98

Prova di taglio in condizioni consolidate drenate CD

$\phi' = 19,5$ gradi (angolo di attrito)

$c' = 55,0 \text{ kPa}$ [$0,55 \text{ Kg/cm}^2$] (coesione efficace)

Prova di compressione semplice ELL

$c_u = 396,0 \text{ kPa}$ [$3,96 \text{ Kg/cm}^2$]

IV.3– PARAMETRI CARATTERISTICI

$\gamma' = 19,02 \text{ kN/m}^3$ [$1,94 \text{ g/cm}^3$] (peso di volume umido)

$\phi' = 19,5$ gradi (angolo di attrito)

$c_u = 98,07 \text{ kPa}$ [$1,00 \text{ Kg/cm}^2$] (coesione non drenata in termini di sforzi totali)

$c' = 24,52 \text{ kPa}$ [$0,25 \text{ Kg/cm}^2$] (coesione efficace)

In rapporto al DM 14 gennaio 2008 i caratteri di resistenza vanno regolarizzati a seconda degli approcci di verifica adottati così come indicato dalla Tabella 6.2.II
(*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*)

Approccio 1 Combinazione 1 e Approccio 2:

$$\phi_d = \tan \phi'_k / 1$$

$$c'_d = c'_k / 1$$

$$c_{u_d} = c_{u_k} / 1$$

Approccio 1 Combinazione 2:

$$\phi'_d = \tan \phi'_k / 1,25$$

$$c'_d = c'_k / 1,25$$

$$c_{u_d} = c_{u_k} / 1,4$$

Cantiere: Verucchio (RN) - Ponte Verucchio	Data: Maggio 2016
Sondaggio n.: 2	Campione n.: 1
	Profondità : 6,50÷6,90 mt.

Descrizione del campione : Argilla limosa di colore grigio verde-azzurra. Munsell soil color name diagram 1 For Gley 4/1 Dark Greenish gray, soil color chart 1 For Gley 4/10GY

Stato del campione: indisturbato

Caratteristiche fisico - meccaniche

caratteristiche generali			limiti di consistenza	
Contenuto in acqua	w	= 15 %	Limite di liquidità	WL = 45 %
Peso di volume umido	y	= 1.94 gr/cmc	Limite di plasticità	Wp = 19 %
Peso di volume secco	yd	= 1.69 gr/cmc	Limite di ritiro	Ws = " %
Peso specifico	Gs	= 2.720 gr/cmc	Ritiro lineare	R = " %
Indice dei vuoti	e	= 0.612	Indice di plasticità	Ip = 26 %
Grado di saturazione	s	= 66.63 %	Indice di consistenza	Ic = 1.154

resistenza		
Penetrometro tascabile	qu	= 4.50 Kg/cmq
Vane test	cu	= 2.10 Kg/cmq

granulometria		classificazione A.G.I.
ghiaia	: " %	Limo con argilla
sabbia	: 3 %	
limo	: 62 %	
argilla	: 35 %	

prova edometrica							
pressioni	σ	= Kg/cmq	0,50	1	2,5	5	10
mod.edom	E	= Kg/cmq	37,78	44,49	100,51	170,57	307,98

prova di taglio in condizioni consolidate drenate C.D.		
angolo di attrito	ϕ	= 19,50°
coesione	c	= 0,55 Kg/cmq

prova di compressione semplice e.I.I.		
velocità di compressione: 0,635 mm/min.		
dimensione campione: altezza 75.00mm. diametro 50.00mm.		
Pressione di rottura:	qu	= 7.91 Kg/cmq.
Deformazione a rottura:	ϵ	= 0.00 %
Coesione non drenata:	cu	= 3.96 Kg/cmq.

V-SISMICITA'

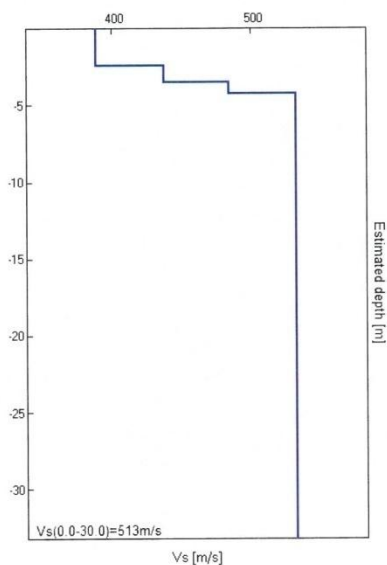
V.1- CATEGORIA SUOLO

La determinazione delle proprietà dinamiche dei terreni e nello specifico la valutazione della risposta sismica del sottosuolo necessaria a determinare la categoria di suolo (come definito dalla normativa sismica vigente), si è conseguita analizzando i risultati espressi da numerose indagini geofisiche eseguite sulle Argille azzurre che, propongono, velocità delle onde trasversali da 400 a 500 m/s accreditando l'attribuzione del suolo alla categoria B.

ALLEGATO 3 - CALCOLO VS

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2.40	2.40	389
3.50	1.10	438
4.20	0.70	485
inf.	inf.	533

$V_s(0.0-30.0)=513\text{m/s}$



Profondità di calcolo	V_{s30} m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	513	B
1,00-31,00mt.	519	B
2,00-32,00mt.	525	B
3,00-33,00mt.	530	B
4,00-34,00mt.	533	B

V.2- CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le condizioni morfologiche locali, lungo le scarpate perimetrali che contornano l'ampia superficie pianeggiante dell'area di cava dismessa, sono configurate da inclinazioni superiori a 15 gradi in ragione delle quali le condizioni topografiche locali corrispondono alla categoria **T1** (Tab. 3.2IV delle NTC).

V.3 - PARAMETRI SISMICI

Sito in esame.

Latitudine: 44,045641

Longitudine: 12,426267

Classe:1

Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 18965	Lat: 44,0296	Lon: 12,3776	Distanza: 4274,911
Sito 2 ID: 18966	Lat: 44,0303	Lon: 12,4472	Distanza: 2393,022
Sito 3 ID: 18744	Lat: 44,0803	Lon: 12,4463	Distanza: 4170,325
Sito 4 ID: 18743	Lat: 44,0796	Lon: 12,3767	Distanza: 5473,488

Tipo di elaborazione: **STABILITÀ VERSANTI**

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 35 anni

Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr	ag	Fo	Tc*
30 [anni]	0,054g	2,452	0,267 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr	ag	Fo	Tc*
35 [anni]	0,058 g	2,449	0,273 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr	ag	Fo	Tc*
332 [anni]	0,159 g	2,464	0,305 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr	ag	Fo	Tc*
682 [anni]	0,213 g	2,477	0,312 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,200	1,430	1,200	0,015	0,008	0,759	0,200

SLD:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,200	1,430	1,200	0,017	0,008	0,814	0,200

SLV:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,200	1,390	1,200	0,055	0,028	2,252	0,240

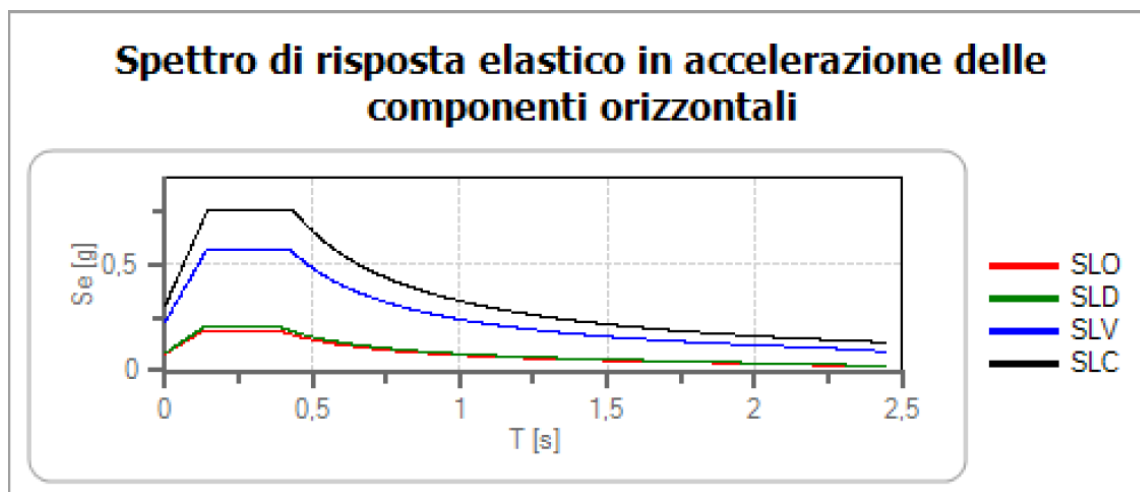
SLC:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,190	1,390	1,200	0,085	0,042	2,977	0,280

SPETTRI di RISPOSTA

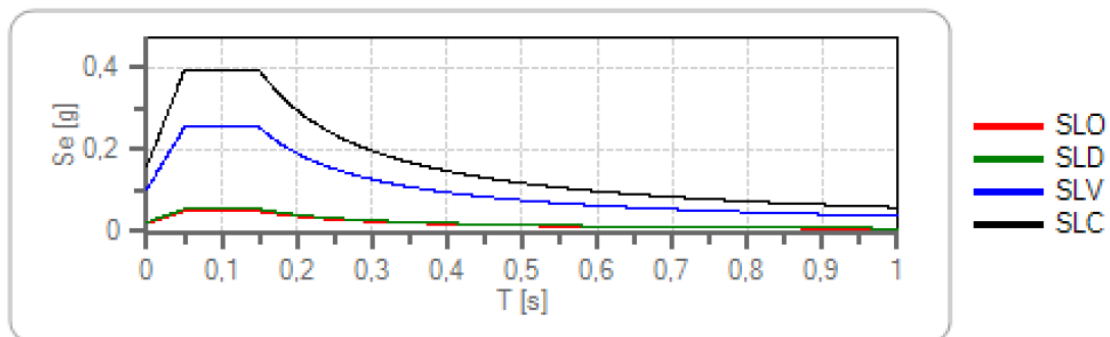
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

- Coefficiente di smorzamento viscoso = 5%
- Coefficiente che altera lo spettro elastico = 1,000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	0,7	0,054	2,452	0,267	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,127	0,382	1,815
SLD	0,7	0,058	2,449	0,273	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,130	0,390	1,831
SLV	0,7	0,159	2,464	0,305	1,200	1,390	1,200	1,440	1,000	0,141	0,424	2,238
SLC	0,7	0,213	2,477	0,312	1,190	1,390	1,200	1,428	1,000	0,144	0,433	2,450

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	0,7	0,054	2,452	0,267	1,000	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	0,7	0,058	2,449	0,273	1,000	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	0,7	0,159	2,464	0,305	1,000	1,390	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	0,7	0,213	2,477	0,312	1,000	1,390	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000

VI – VERIFICHE DI STABILITA'

VI.1 – CONSIDERAZIONI GENERALI

L'analisi proposta è stata eseguita secondo i criteri dell'equilibrio limite in condizioni pseudostatiche. In base al D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Il calcolo del coefficiente di sicurezza viene effettuato con il metodo di Fellenius noto anche come il metodo delle strisce o degli svedesi. Il calcolo pseudostatico previsto dalla normativa viene eseguito tenendo conto di due considerazioni:

- a) I risultati delle forze dell'interconco sono nulle o parallele alla base dei conci;
- b) La superficie di scorrimento è circolare e quindi la forza normale dei conci, passante per il centro di rotazione

Per il calcolo del coefficiente di sicurezza (o coefficiente di resistenza) ci si è avvalsi della suddivisione delle masse potenzialmente mobilitabili in conci, ottenuti scomponendo mediante tagli verticali la massa delimitata dal piano campagna e dalla superficie di slittamento ipotetica (Cfr. sezioni di verifica). Le sezioni di verifica coincidono con quelle tracciate lungo il vettore di massima pendenza considerate più gravose ai fini dell'equilibrio statico, nell'ambito delle quali si sono discriminate le potenziali superfici di scivolamento

Secondo la nuova normativa sulle costruzioni il coefficiente di resistenza **F_s** viene ricavato dal rapporto tra il momento delle forze stabilizzanti (resistenti) o **R_d** e quello delle forze ribaltanti (attive) o **E_d**. Pertanto, $F_s = R_d/E_d$ e tale rapporto deve essere superiore a 1,1.

La forza sismica orizzontale, è data dal rapporto tra coefficiente sismico orizzontale e il peso dalla formula:

$$K_h (SLV) = a_g * S_t * S_s * \beta_s = 0,159 \times 1,200 \times 1,200 \times 0,240 = 0,055$$

VI.2 – PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri fisico – meccanici dei terreni insediati nell'area di studio utilizzati per le verifiche di stabilità, sono quelli caratteristici indicati nel precedente paragrafo IV.3 che, in ottemperanza al D.M. 17 gennaio 2018 si sono regolarizzati secondo l'approccio di verifica:

Approccio 1 Combinazione 2:

$$\begin{aligned}\phi'_d &= \tan \phi'_k / 1,25 = \tan 19,5 / 1,25 = 15,82 \text{ gradi} \\ c'_d &= c'_k / 1,25 = 0,25 / 1,24 = 19,61 \text{ kPa } [0,20 \text{ Kg/cm}^2] \\ cu_d &= cu_k / 1,4 = 1,0 / 1,4 = 69,63 \text{ kPa } (0,71 \text{ Kg/cm}^2)\end{aligned}$$

CONDIZIONI PSEUDOSTATICHE

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 17,85 \text{ kN/m}^3 (1,82 \text{ g/cm}^3) \\ cu_d &= 69,63 \text{ kPa } (0,71 \text{ Kg/cm}^2) \\ Kh &= 0,055\end{aligned}$$

CONDIZIONI STATICHE

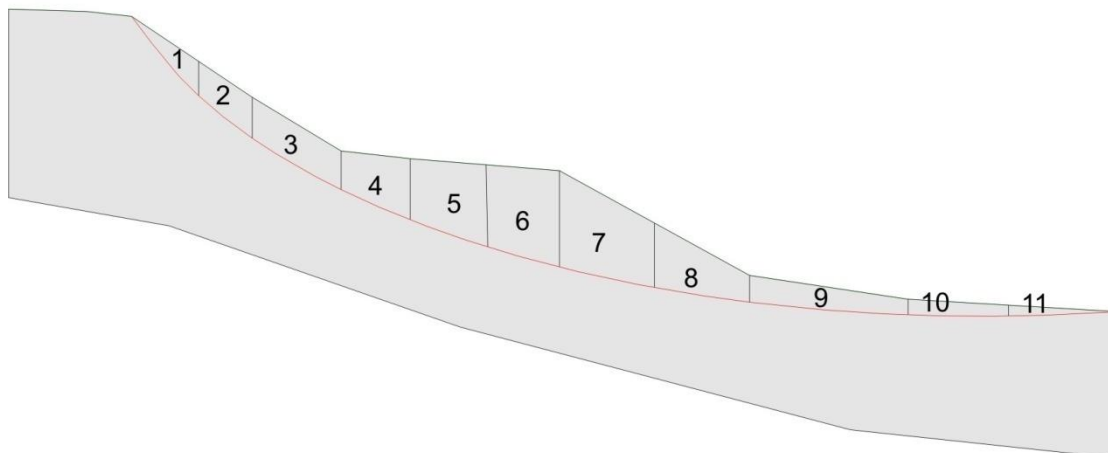
$$\begin{aligned}\gamma_d &= 17,85 \text{ kN/m}^3 (1,82 \text{ g/cm}^3) \\ \phi_d &= 15,82 \text{ gradi} \\ c_d &= 19,61 \text{ kPa } [0,20 \text{ Kg/cm}^2]\end{aligned}$$

CONDIZIONI STATICHE POST SISMA

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 17,85 \text{ kN/m}^3 (1,82 \text{ g/cm}^3) \\ \phi_d &= 15,5 \text{ gradi} \\ c_d &= 17,65 \text{ kPa } [0,18 \text{ Kg/cm}^2]\end{aligned}$$

VI.3 – SEZIONI DI VERIFICA E CALCOLI

SEZIONE N.: 1 - Taglio1



SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 1 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE :

$K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume

$c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]

$\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	5,70	56,00	0,00	31,11	4,90	6,34	26,20
2	10,18	42,00	0,00	50,69	12,13	4,18	38,56
3	10,44	36,00	0,00	67,81	18,73	3,62	49,07
4	8,27	32,00	0,00	79,03	23,50	3,36	55,52
5	14,03	28,00	0,00	95,59	30,77	3,11	64,82
6	8,69	25,00	0,00	106,87	34,87	3,06	72,00
7	6,68	23,00	0,00	117,98	37,82	3,12	80,16
8	4,74	21,00	0,00	127,18	39,76	3,20	87,42
9	8,49	18,00	0,00	147,86	42,83	3,45	105,03
10	1,83	15,00	0,00	159,84	43,40	3,68	116,44

Fs = 3,68

SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 1 - condizioni statiche

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,58	50,00	0,00	5,79	1,21	4,79	4,58
2	2,75	38,00	0,00	10,01	2,91	3,45	7,11
3	2,75	30,00	0,00	13,80	4,28	3,22	9,52
4	4,66	23,00	0,00	18,97	6,10	3,11	12,87
5	7,52	20,00	0,00	25,33	8,67	2,92	16,66
6	8,65	15,00	0,00	31,61	10,91	2,90	20,70
7	10,32	12,00	0,00	39,60	13,06	3,03	26,54
8	5,89	9,00	0,00	46,33	13,98	3,31	32,35
9	4,55	5,00	0,00	56,03	14,38	3,90	41,65
10	1,85	1,00	0,00	61,85	14,41	4,29	47,44
11	0,79	-2,00	0,00	67,92	14,38	4,72	53,54

Fs = 4,72**SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 1 - condizioni pseudostatiche**

SISMICITA' :

0,055

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

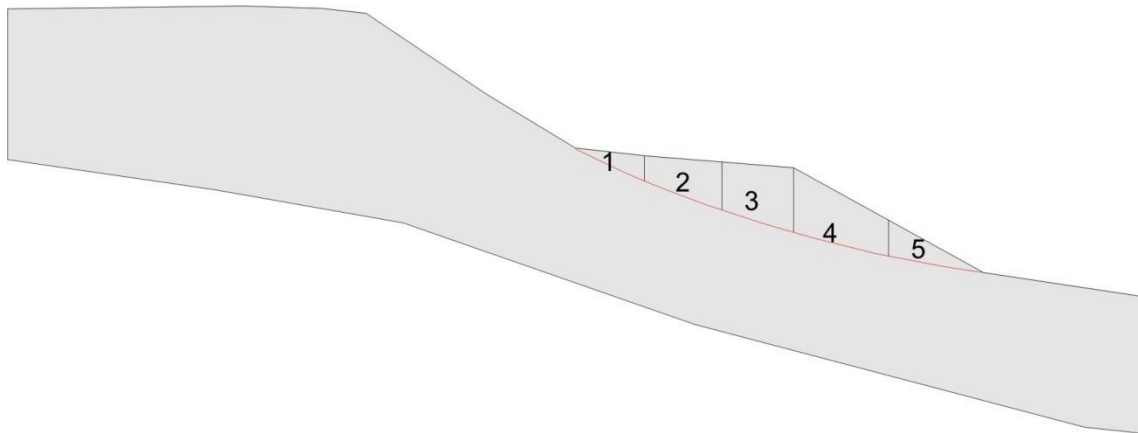
STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	5,70	56,00	0,00	31,11	4,90	6,34	26,20
2	10,18	42,00	0,00	50,69	12,13	4,18	38,56
3	10,44	36,00	0,00	67,81	18,73	3,62	49,07
4	8,27	32,00	0,00	79,03	23,50	3,36	55,52
5	14,03	28,00	0,00	95,59	30,77	3,11	64,82
6	8,69	25,00	0,00	106,87	34,87	3,06	72,00
7	6,68	23,00	0,00	117,98	37,82	3,12	80,16
8	4,74	21,00	0,00	127,18	39,76	3,20	87,42
9	8,49	18,00	0,00	147,86	42,83	3,45	105,03
10	1,83	15,00	0,00	159,84	43,40	3,68	116,44

Fs = 3,68

SEZIONE N.: 1 - Taglio2



SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 2 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE: $K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 => $\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,20	25,00	0,00	14,26	0,57	25,14	13,69
2	3,86	20,00	0,00	29,75	2,09	14,26	27,66
3	5,46	17,00	0,00	43,78	3,97	11,03	39,81
4	6,52	14,00	0,00	62,15	5,90	10,54	56,25
5	2,34	10,00	0,00	80,24	6,43	12,48	73,81

Fs = 12,48

SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 2 - condizioni statiche

SISMICITA': 0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 => $\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,20	25,00	0,00	4,32	0,51	8,52	3,82
2	3,86	20,00	0,00	9,71	1,83	5,32	7,89
3	5,46	17,00	0,00	15,14	3,42	4,42	11,72
4	6,52	14,00	0,00	22,11	5,00	4,42	17,11
5	2,34	10,00	0,00	27,86	5,41	5,15	22,45

Fs = 5,15

SEZIONE IN ESAME: 1 - Taglio 2 - condizioni post sisma

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

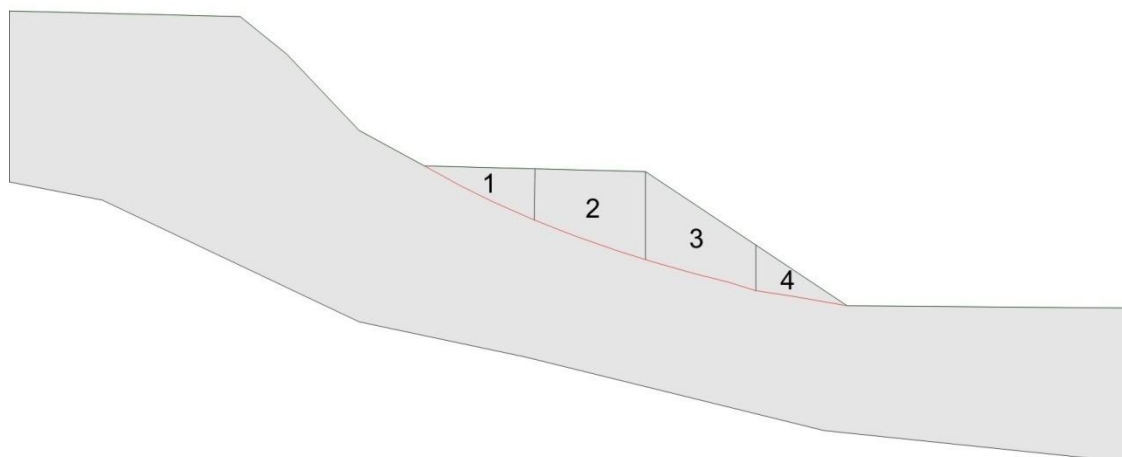
1,80

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

15,50

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,20	25,00	0,00	3,92	0,51	7,72	3,41
2	3,86	20,00	0,00	8,85	1,83	4,84	7,02
3	5,46	17,00	0,00	13,85	3,42	4,05	10,43
4	6,52	14,00	0,00	20,27	5,00	4,05	15,26
5	2,34	10,00	0,00	25,49	5,41	4,71	20,08

Fs = 4,71**SEZIONE N.: 2****SEZIONE IN ESAME: 2 - condizioni pseudostatiche**

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE:

Kh 0,055

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

7,10

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

0,00

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,84	26,00	0,00	22,99	1,87	12,28	21,11
2	10,55	20,00	0,00	45,20	6,03	7,50	39,17
3	10,03	16,00	0,00	66,77	9,32	7,16	57,45
4	2,86	9,00	0,00	84,16	9,92	8,48	74,24

Fs = 8,48

SEZIONE IN ESAME: 2 - condizioni statiche

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

2,00

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

15,8

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,84	26,00	0,00	7,45	1,68	4,43	5,77
2	10,55	20,00	0,00	16,51	5,29	3,12	11,22
3	10,03	16,00	0,00	25,32	8,06	3,14	17,26
4	2,86	9,00	0,00	31,02	8,50	3,65	22,51

Fs = 3,65**SEZIONE IN ESAME: 2 - condizioni post sisma**

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

1,80

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

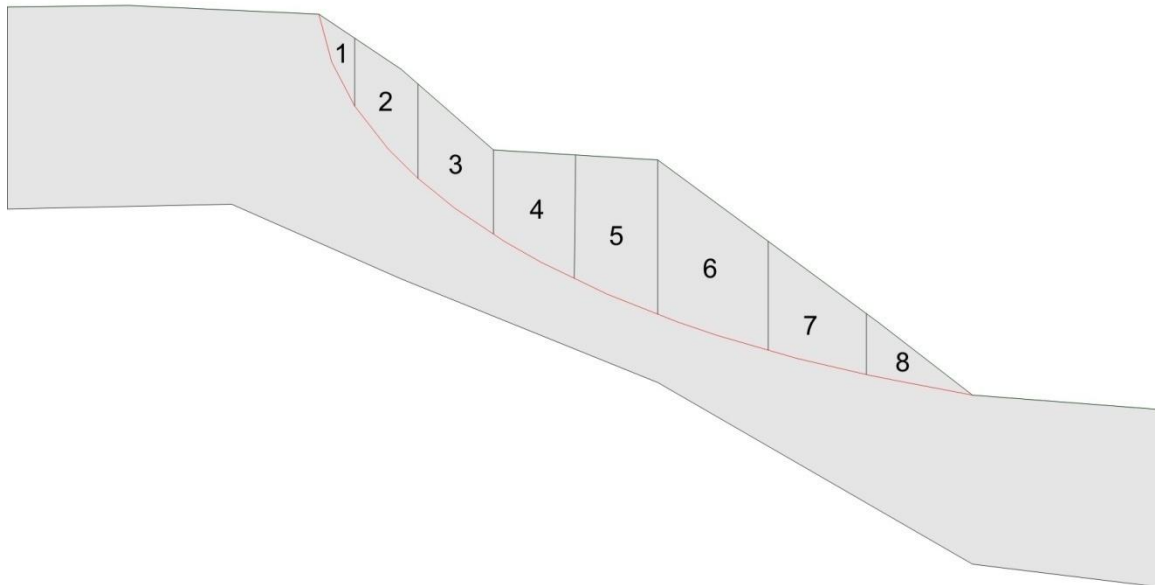
15,5

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,84	26,00	0,00	6,78	1,68	4,03	5,10
2	10,55	20,00	0,00	15,17	5,29	2,87	9,87
3	10,03	16,00	0,00	23,31	8,06	2,89	15,25
4	2,86	9,00	0,00	28,50	8,50	3,35	20,00

Fs = 3,35

SEZIONE N.: 3 - Taglio1



SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 1 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE : $K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 => $\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,66	69,00	0,00	18,82	1,58	11,90	17,24
2	6,93	49,00	0,00	36,89	7,06	5,22	29,83
3	9,16	36,00	0,00	54,45	12,85	4,24	41,59
4	11,53	29,00	0,00	72,06	19,00	3,79	53,06
5	15,45	23,00	0,00	88,80	25,82	3,44	62,98
6	19,66	18,00	0,00	110,60	32,92	3,36	77,68
7	11,26	14,00	0,00	129,55	36,25	3,57	93,31
8	4,40	11,00	0,00	149,80	37,32	4,01	112,48

Fs = 4,01

SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 1 - condizioni statiche

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,66	69,00	0,00	5,47	1,55	3,53	3,92
2	6,93	49,00	0,00	11,85	6,78	1,75	5,07
3	9,16	36,00	0,00	18,89	12,16	1,55	6,73
4	11,53	29,00	0,00	26,71	17,76	1,50	8,95
5	15,45	23,00	0,00	35,44	23,79	1,49	11,65
6	19,66	18,00	0,00	46,88	29,87	1,57	17,01
7	11,26	14,00	0,00	55,30	32,59	1,70	22,71
8	4,40	11,00	0,00	62,23	33,43	1,86	28,80

Fs = 1,86**SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 1 - condizioni post sisma**

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

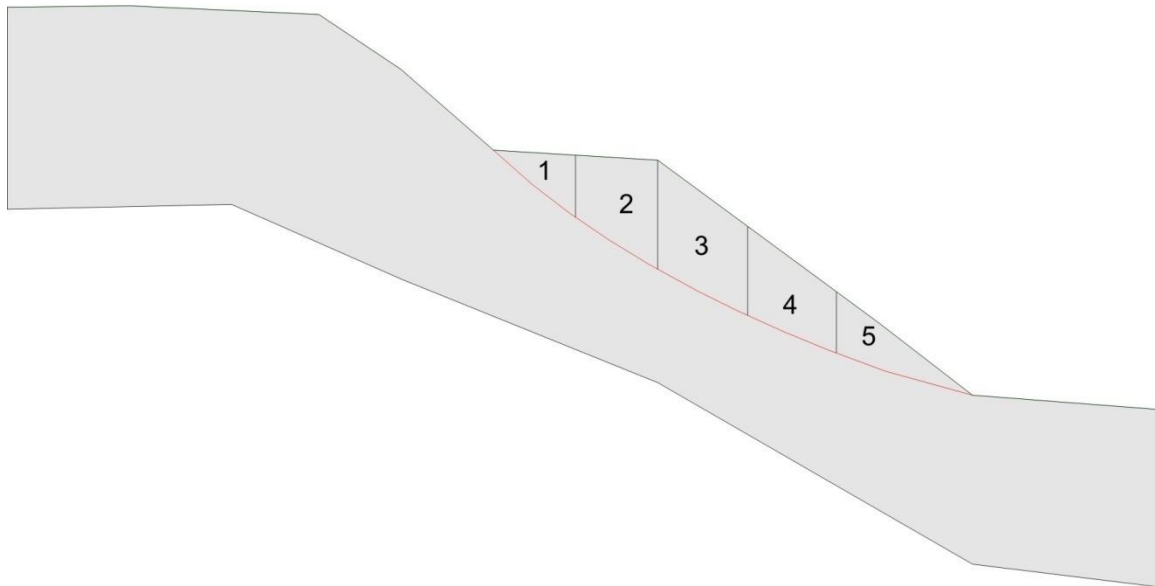
STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 1,80$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,50$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,66	69,00	0,00	4,94	1,55	3,19	3,39
2	6,93	49,00	0,00	10,78	6,78	1,59	4,00
3	9,16	36,00	0,00	17,28	12,16	1,42	5,12
4	11,53	29,00	0,00	24,55	17,76	1,38	6,79
5	15,45	23,00	0,00	32,74	23,79	1,38	8,94
6	19,66	18,00	0,00	43,45	29,87	1,45	13,58
7	11,26	14,00	0,00	51,28	32,59	1,57	18,69
8	4,40	11,00	0,00	57,61	33,43	1,72	24,18

Fs = 1,72

SEZIONE N.: 3 - Taglio 2



SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 2 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE:

$K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume

$c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]

$\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resist. [tonn/ml]	Massa dest. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,79	69,00	0,00	42,99	3,61	11,90	39,38
2	9,01	49,00	0,00	66,48	10,74	6,19	55,74
3	10,90	36,00	0,00	87,36	17,63	4,96	69,74
4	12,49	29,00	0,00	106,44	24,28	4,38	82,16
5	25,63	23,00	0,00	134,21	35,60	3,77	98,61

$F_s = 3,77$

SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 2 - condizioni statiche

GRADO DI SISMICITA' (s) :

9

A= 0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

2,00

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

15,80

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resist. [tonn/ml]	Massa dest. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,79	69,00	0,00	12,49	3,54	3,53	8,96
2	9,01	49,00	0,00	20,78	10,34	2,01	10,45
3	10,90	36,00	0,00	29,16	16,74	1,74	12,42
4	12,49	29,00	0,00	37,63	22,80	1,65	14,83
5	25,63	23,00	0,00	52,12	32,81	1,59	19,31

Fs = 1,59**SEZIONE IN ESAME: 3 - Taglio 2 - condizioni post sisma**

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

 $\gamma_1 =$

1,94

peso di volume

 $c_1 =$

1,80

coesione [tonn/m²] $\phi_1 =$

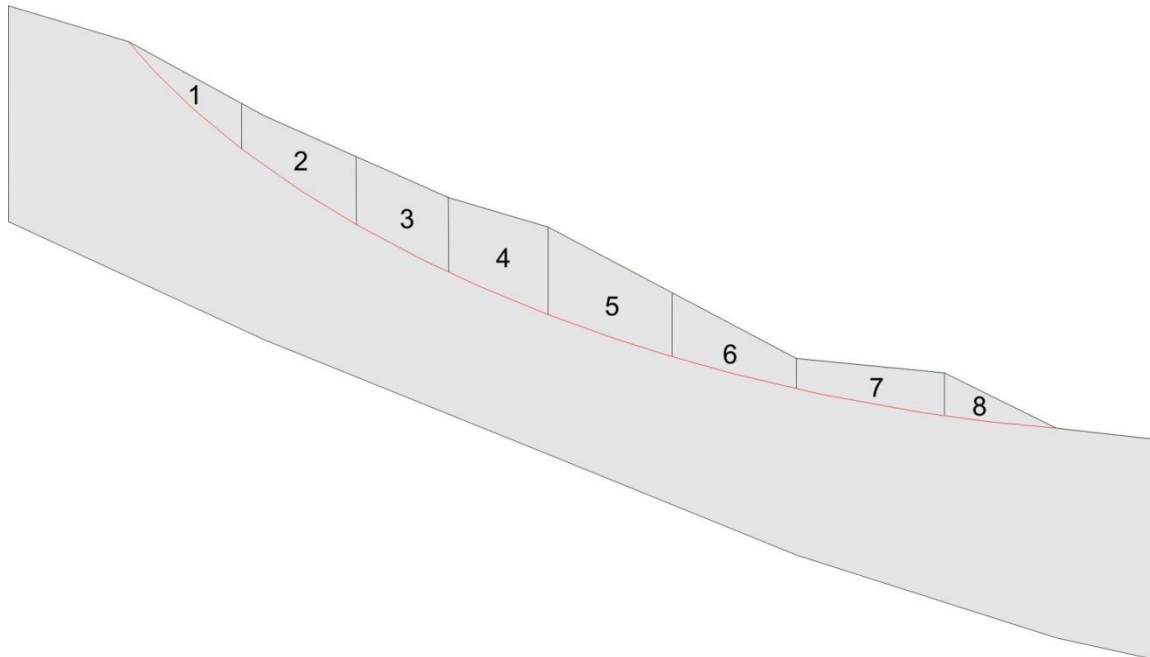
15,50

angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resist. [tonn/ml]	Massa dest. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,79	69,00	0,00	11,28	3,54	3,19	7,74
2	9,01	49,00	0,00	18,87	10,34	1,83	8,53
3	10,90	36,00	0,00	26,61	16,74	1,59	9,87
4	12,49	29,00	0,00	34,48	22,80	1,51	11,68
5	25,63	23,00	0,00	48,06	32,81	1,46	15,25

Fs = 1,46

SEZIONE N.: 4 - Taglio 1



SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 1 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE :

K_h 0,055

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume

$c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]

$\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destabil. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,50	43,00	0,00	29,22	2,53	11,55	26,69
2	8,79	33,00	0,00	54,79	7,72	7,09	47,07
3	8,86	27,00	0,00	74,15	12,18	6,09	61,97
4	10,92	23,00	0,00	94,44	17,00	5,56	77,44
5	12,66	19,00	0,00	119,07	21,78	5,47	97,29
6	7,89	14,00	0,00	143,07	24,11	5,93	118,96
7	7,36	10,00	0,00	171,26	25,79	6,64	145,47
8	3,27	0,00	0,00	192,27	25,97	7,40	166,31

Fs = 7,40

SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 1 - condizioni statiche

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,50	43,00	0,00	8,96	2,39	3,75	6,57
2	8,79	33,00	0,00	18,24	7,18	2,54	11,07
3	8,86	27,00	0,00	25,93	11,20	2,32	14,73
4	10,92	23,00	0,00	34,49	15,47	2,23	19,03
5	12,66	19,00	0,00	44,82	19,59	2,29	25,23
6	7,89	14,00	0,00	53,74	21,50	2,50	32,25
7	7,36	10,00	0,00	63,74	22,77	2,80	40,96
8	3,27	0,00	0,00	70,58	22,77	3,10	47,81

Fs = 3,10**SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 1 - condizioni post sisma**

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

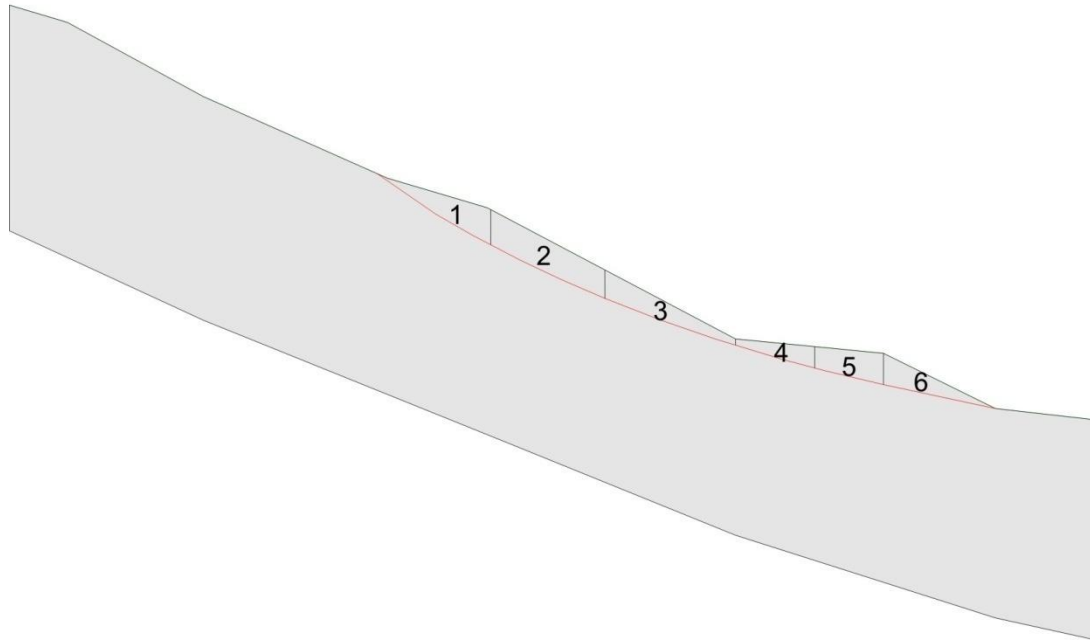
STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 1,80$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,50$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	3,50	43,00	0,00	8,12	2,39	3,40	5,73
2	8,79	33,00	0,00	16,64	7,18	2,32	9,47
3	8,86	27,00	0,00	23,74	11,20	2,12	12,54
4	10,92	23,00	0,00	31,67	15,47	2,05	16,21
5	12,66	19,00	0,00	41,24	19,59	2,11	21,65
6	7,89	14,00	0,00	49,45	21,50	2,30	27,95
7	7,36	10,00	0,00	58,60	22,77	2,57	35,83
8	3,27	0,00	0,00	64,84	22,77	2,85	42,06

Fs = 2,85

SEZIONE N.: 4 - Taglio2



SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 2 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE :

$K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume

$c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]

$\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	2,74	32,00	0,00	25,20	1,58	15,93	23,62
2	4,92	25,00	0,00	48,86	3,91	12,50	44,95
3	3,08	20,00	0,00	74,93	5,12	14,63	69,81
4	1,58	16,00	0,00	90,36	5,64	16,02	84,72
5	2,58	14,00	0,00	103,68	6,40	16,20	97,28
6	2,41	12,00	0,00	125,17	7,03	17,80	118,13

Fs = 17,80

SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 2 - condizioni statiche

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	2,74	32,00	0,00	7,76	1,45	5,33	6,30
2	4,92	25,00	0,00	15,68	3,53	4,44	12,15
3	3,08	20,00	0,00	23,85	4,59	5,20	19,26
4	1,58	16,00	0,00	28,62	5,02	5,70	23,60
5	2,58	14,00	0,00	33,08	5,65	5,86	27,44
6	2,41	12,00	0,00	39,80	6,15	6,47	33,65

Fs = 6,47**SEZIONE IN ESAME: 4 - Taglio 2 - condizioni post sisma**

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

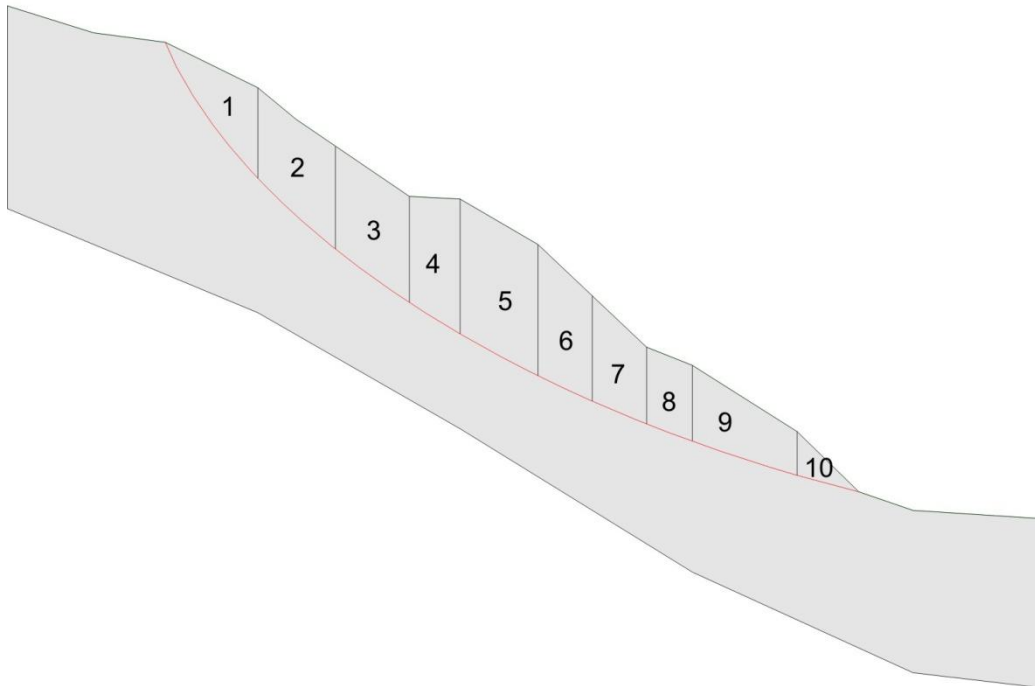
STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 1,80$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,50$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	2,74	32,00	0,00	7,03	1,45	4,84	5,58
2	4,92	25,00	0,00	14,27	3,53	4,04	10,73
3	3,08	20,00	0,00	21,68	4,59	4,73	17,09
4	1,58	16,00	0,00	26,02	5,02	5,18	20,99
5	2,58	14,00	0,00	30,09	5,65	5,33	24,44
6	2,41	12,00	0,00	36,19	6,15	5,89	30,04

Fs = 5,89

SEZIONE N.: 5 - Taglio1



SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 2 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE :

$K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume

$c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]

$\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	5,70	56,00	0,00	31,11	4,90	6,34	26,20
2	10,18	42,00	0,00	50,69	12,13	4,18	38,56
3	10,44	36,00	0,00	67,81	18,73	3,62	49,07
4	8,27	32,00	0,00	79,03	23,50	3,36	55,52
5	14,03	28,00	0,00	95,59	30,77	3,11	64,82
6	8,69	25,00	0,00	106,87	34,87	3,06	72,00
7	6,68	23,00	0,00	117,98	37,82	3,12	80,16
8	4,74	21,00	0,00	127,18	39,76	3,20	87,42
9	8,49	18,00	0,00	147,86	42,83	3,45	105,03
10	1,83	15,00	0,00	159,84	43,40	3,68	116,44

Fs = 3,68

SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 1 - condizioni statiche

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	5,70	56,00	0,00	9,67	4,73	2,04	4,94
2	10,18	42,00	0,00	17,32	11,54	1,50	5,78
3	10,44	36,00	0,00	24,53	17,68	1,39	6,86
4	8,27	32,00	0,00	29,68	22,06	1,35	7,62
5	14,03	28,00	0,00	37,85	28,64	1,32	9,20
6	8,69	25,00	0,00	43,25	32,32	1,34	10,94
7	6,68	23,00	0,00	48,12	34,92	1,38	13,20
8	4,74	21,00	0,00	51,97	36,62	1,42	15,34
9	8,49	18,00	0,00	60,08	39,25	1,53	20,83
10	1,83	15,00	0,00	63,95	39,72	1,61	24,23

Fs = 1,61

SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 1 - condizioni post sisma

SISMICITA' :

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

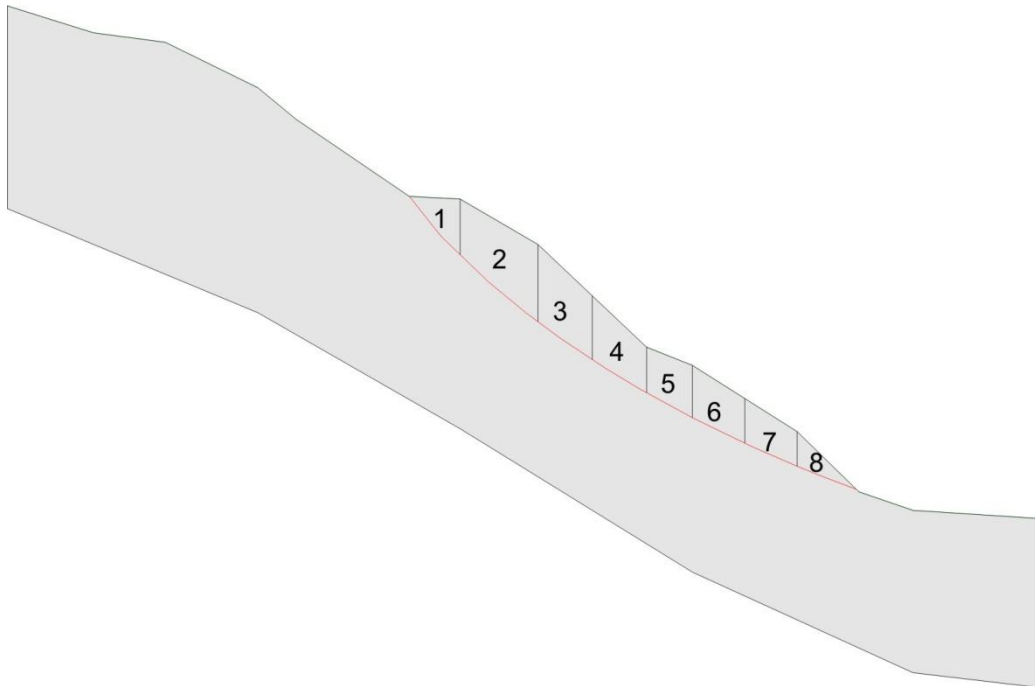
STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 1,80$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,50$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	5,70	56,00	0,00	8,77	4,73	1,85	4,04
2	10,18	42,00	0,00	15,83	11,54	1,37	4,29
3	10,44	36,00	0,00	22,52	17,68	1,27	4,84
4	8,27	32,00	0,00	27,30	22,06	1,24	5,25
5	14,03	28,00	0,00	34,94	28,64	1,22	6,29
6	8,69	25,00	0,00	39,98	32,32	1,24	7,67
7	6,68	23,00	0,00	44,50	34,92	1,27	9,58
8	4,74	21,00	0,00	48,06	36,62	1,31	11,44
9	8,49	18,00	0,00	55,54	39,25	1,42	16,30
10	1,83	15,00	0,00	59,07	39,72	1,49	19,35

Fs = 1,49

SEZIONE N.: 5 - Taglio2



SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 2 - condizioni pseudostatiche

COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE : $K_h = 0,055$

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 => $\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 7,10$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 0,00$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,92	49,00	0,00	14,50	1,52	9,53	12,98
2	7,03	41,00	0,00	33,88	6,43	5,27	27,45
3	5,20	35,00	0,00	46,36	9,64	4,81	36,72
4	4,02	31,00	0,00	58,29	11,90	4,90	46,39
5	3,03	29,00	0,00	68,11	13,52	5,04	54,60
6	3,45	26,00	0,00	79,09	15,20	5,20	63,89
7	2,83	24,00	0,00	89,90	16,50	5,45	73,40
8	1,45	21,00	0,00	102,29	17,09	5,99	85,20

Fs = 5,59

SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 2 - condizioni statiche

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 2,00$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,80$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,92	49,00	0,00	4,44	1,45	3,06	2,99
2	7,03	41,00	0,00	11,40	6,07	1,88	5,34
3	5,20	35,00	0,00	16,12	9,05	1,78	7,08
4	4,02	31,00	0,00	20,46	11,12	1,84	9,34
5	3,03	29,00	0,00	23,98	12,59	1,90	11,39
6	3,45	26,00	0,00	27,95	14,10	1,98	13,85
7	2,83	24,00	0,00	31,72	15,25	2,08	16,47
8	1,45	21,00	0,00	35,60	15,77	2,26	19,83

Fs = 2,26**SEZIONE IN ESAME: 5 - Taglio 2 - condizioni postsisma**

SISMICITA':

0

CARATTERISTICHE DEI TERRENI:

STRATO 1 =>

$\gamma_1 = 1,94$ peso di volume
 $c_1 = 1,80$ coesione [tonn/m²]
 $\phi_1 = 15,50$ angolo di attrito

Numero concio	Peso concio W [tonn/ml]	Pendenza concio α [°]	Altezza falda h_w [ml]	Massa resistente [tonn/ml]	Massa destab. [tonn/ml]	Coeff. di sicurezza	Deficit di spinta
1	1,92	49,00	0,00	4,03	1,45	2,77	2,57
2	7,03	41,00	0,00	10,41	6,07	1,72	4,35
3	5,20	35,00	0,00	14,76	9,05	1,63	5,71
4	4,02	31,00	0,00	18,74	11,12	1,69	7,62
5	3,03	29,00	0,00	21,96	12,59	1,74	9,37
6	3,45	26,00	0,00	25,61	14,10	1,82	11,51
7	2,83	24,00	0,00	29,06	15,25	1,91	13,81
8	1,45	21,00	0,00	32,58	15,77	2,07	16,81

Fs = 2,07

VI.4 – CONSIDERAZIONI SULLE VERIFICHE DI STABILITA’

Le verifiche di stabilità, hanno fornito riscontri positivi con fattori di sicurezza ampiamente superiori a quello minimo imposto dalla normativa tecnica.

Gli esiti favorevoli delle verifiche, pertanto, affermano soddisfacenti condizioni di affidabilità e attribuiscono alla modellazione delle scarpate, come rappresentato nelle tavole di progetto di sistemazione finale, una resistenza che ne accredita la sostenibilità anche nella prospettiva di lungo periodo.

Il substrato argilloso affiorante in condizioni di denudamento, tuttavia, è soggetto a degradarsi in superficie per opera degli agenti meteorologici. Tale presupposto, sollecita un rapido attecchimento e una stabile affermazione di una copertura vegetale erbacea che può efficacemente soddisfare la protezione dell’orizzonte superiore della roccia in posto più vulnerabile.

CONCLUSIONI

La presente Relazione Geologica, redatta come documento integrativo della Variante al Piano delle Attività Estrattive (PAE) del Comune di Poggio Torriana – ex territorio di Poggio Berni, contiene gli esiti di un'attività di studio e di verifica che si sostanzia nelle seguenti principali determinazioni:

- Caratteri geologici territoriali e locali dell'area di cava dismessa determinati tramite rilevamento geologico di dettaglio.
- Verifiche analitiche di stabilità lungo i profili gradonati predisposti dalla sistemazione finale del sito estrattivo.

Nell'ambito della superficie sottoposta ad attività estrattiva, occupata dalla Formazione delle Argille azzurre, la roccia in posto risulta pressoché integralmente affiorante su tutta l'area oggetto di Variante PAE. Tale presupposto, si dimostra molto favorevole ai fini della stabilità che, infatti, è confermata dalle verifiche analitiche condotte lungo 5 sezioni tracciate lungo i vettori di massima pendenza. I fattori di sicurezza esprimono moduli molto soddisfacenti anche nella prospettiva di lungo periodo.

La vulnerabilità dell'orizzonte superficiale del substrato argilloso ad opera degli agenti meteorologici di degradazione, sollecita provvedimenti per ottenere un rapido attecchimento e una stabile affermazione di una copertura vegetale erbacea di protezione del suolo, evitando progressioni di alterazione della roccia in posto.

A fronte di quanto emerso dall'attività di studio e verifica argomentate nella presente relazione, osservando la sollecitazione di costituire un'efficiente copertura vegetale erbacea lungo i profili gradonati, per quanto di competenza geologica si afferma un giudizio di compatibilità degli indirizzi di modellazione finale dell'area di cava dismessa.