

PROGETTO DI SISTEMAZIONE AMBIENTALE DEL COMPARTO ESTRATTIVO “CASTAGNETO”

B) RELAZIONE DI PROGETTO E DI SISTEMAZIONE

Committente:

VALCERESA s.r.l.

Via Castellino n.1 42031 BAISO (RE)

I tecnici:

Dott.ssa Geol. Campana Giorgia

Dott.ssa Geol. e Per. Agr. Erika Montanari

Dott.ssa Geol. Borelli Claudia

Ottobre 2017



INDICE

1	PREMESSA	4
2	STATO DI FATTO DEL COMPARTO	4
2.1	Analisi geomorfologica ed idraulica del comparto: stato di fatto	4
2.2	Inquadramento agrovegetazionale	9
2.3	Inquadramento paesaggistico	10
3	INQUADRAMENTO CATASTALE	12
4	PERCORSO PROGETTUALE PER LA SISTEMAZIONE AMBIENTALE	14
4.1	Stato di attuazione del precedente progetto	14
4.2	Opere preliminari	15
4.3	Criteri ed obiettivi per la definizione del progetto di sistemazione ambientale	15
4.4	Indagini geognostiche ed elaborazioni geotecniche	16
4.4.1	Elaborazione Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)	17
4.4.2	Determinazione dei parametri caratteristici	18
4.5	Indagine geofisica- MASW	19
4.5.1	Metodo di indagine	20
4.5.2	Strumentazione	21
4.5.3	Elaborazione	22
4.5.4	Risultati- Determinazione delle categoria del suolo di fondazione	23
4.6	Verifiche di stabilità	24
4.6.1	Normativa di riferimento	24
4.6.2	Categoria del suolo	25
4.6.3	Amplificazione topografica	26
4.6.4	Spettri di risposta sismica	27
4.6.5	Azione sismica	29
4.6.6	Metodo di calcolo e risultati ottenuti	30
4.7	Considerazioni finali sulla stabilità del fronte nord	31
4.8	Scelte progettuali	33
4.9	Superfici d'intervento	33
4.10	Mezzi d'opera e viabilità utilizzate	33
4.11	Piano di attuazione	34
5	PROGETTO DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA ed IDRAULICA	35
5.1	Progettazione idraulica del versante nord	35
5.2	Realizzazione di argine di contenimento della colata e di protezione al fosso adiacente	36
5.3	Stendimento del materiale presenti in cumuli	38
5.4	Riassetto idraulico dei fossi esistenti	40
5.5	Sistemazione morfologica delle vasche di decantazione	41
5.5.1	Verifiche idrauliche e dimensionamento della rete idraulica	42
5.5.2	Calcolo del tempo di corrivazione	44
5.5.3	Calcolo della portata massima per ogni singolo bacino	45
5.5.4	Calcolo delle sezioni dei nuovi collettori e verifica di quelli esistenti	47
5.5.1	Progetto di regolarizzazione dei due fossi longitudinali	49
5.5.2	Indicazioni tecniche di intervento	51
6	SISTEMAZIONE AGRO-VEGETAZIONALE	52
6.1	Intervento di ricostruzione vegetazionale	52
6.1.1	Obiettivi e criteri dell'intervento di ricostruzione vegetazionale	52
6.1.2	Tipologie di ricostruzione vegetazionale	54
6.2	Interventi di stabilizzazione e risanamento dei pendii	54
6.2.1	Lineamenti sintetici di intervento	56
6.2.2	Indicazioni tecniche di intervento	56
6.3	Descrizione delle tipologie vegetazionali da creare	56
6.3.1	Superfici soggette a inerbimento (copertura prativa)	57
6.3.2	Siepi lineari alto arbustive	58
6.3.3	Zone umide	61

6.3.4	Emergenze geologiche	63
6.4	Operazioni colturali	64
6.5	Successione annuale degli interventi	64
6.6	Indicazioni per la messa a dimora degli esemplari arborei ed arbustivi in modo da assicurare l'attecchimento	64
6.7	Indicazioni per la semina di essenze erbacee	65
6.8	Indicazioni per l'utilizzo del materiale di propagazione agamica	66
7	MANUTENZIONE ED INTERVENTI ACCESSORI	67
7.1	Irrigazione.....	67
7.2	Controllo delle infestanti	67
7.3	Difesa dalla fauna selvatica	68
7.4	Risarcimento fallanze	68
7.5	Periodicità e durata degli interventi	69
7.6	Recinzione bordo lago	70
8	PIANO GESTIONE DEI RIFIUTI	71
8.1	Caratteristiche dell'area.....	71
8.2	Caratterizzazione dei rifiuti di estrazione	71
8.3	Caratteristiche fisiche e chimiche previste	71
8.4	Piano di utilizzo	72
8.5	Strutture di deposito	72
8.6	Vuoti e volumetrie prodotti dall'attività estrattiva	72
8.7	Aspetti ambientali.....	72

INDICE ALLEGATI

1. TABULATI E DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE
2. ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE
3. ANALISI DI STABILITÀ DEL VERSANTE OGGETTO DI PASSATA ATTIVITÀ ESTRATTIVA
4. PROFILO TOPOGRAFICO ELABORATO LUNGO LA MASSIMA PENDENZA DEL VERSANTE SUD (RILIEVO TOPOGRAFICO MAGGIO 2017)
5. PROFILI LONGITUDINALI E SEZIONI TRASVERSALI FOSSO COLLETTORE 1 E FOSSO COLLETTORE 2

1 PREMESSA

Su incarico della ditta Valceresa s.r.l., si è provveduto alla stesura del presente Progetto di Sistemazione Ambientale del comparto estrattivo "Castagneto" (Zona di PAE n.2).

L'obiettivo del progetto è quello di terminare il ripristino del comparto e la sua restituzione al territorio circostante, con la rimarginazione di una "ferita" del paesaggio, riducendo in modo consistente la "matrice antropica" per fare emergere gli elementi più naturali, e sviluppare la biodiversità dell'ambito, ancor oggi classificato come estrattivo, ma in realtà inattivo da anni.

Il progetto ha, quindi, come principale obiettivo la sistemazione del comparto integrandolo nel contesto territoriale contermini, dal punto di vista paesaggistico; la ditta esercente non è interessata allo sfruttamento della risorsa presente, le eventuali movimentazioni di terra avranno quindi l'esclusiva finalità della sistemazione morfologica necessaria ai fini del collaudo dell'area stessa.

Gli interventi di sistemazione agro-vegetazionale progettati si concentreranno sulle aree dove sono ancora presenti evidenze di antropizzazione, lasciando inalterati le altre poiché hanno raggiunto in modo autonomo e spontaneo nel tempo un loro equilibrio ambientale che si ritiene debba essere tutelato e protetto da eventuali interferenze "negative".

2 STATO DI FATTO DEL COMPARTO

L'area si trova all'interno del Polo MO 028 "Comparto argille Baiso (Ovest)" della Variante Generale 2002 al PIAE di Reggio Emilia, e viene classificata nel PAE vigente (Variante Generale in adeguamento alle previsioni della V.G. di PIAE della Provincia di Reggio Emilia) come Zona di PAE n.2 Comparto estrattivo "Castagneto".

Trattasi di un comparto inattivo da circa due decenni in cui i processi di rinaturalizzazione hanno dato ottimi risultati soprattutto in quelle porzioni in cui l'attività estrattiva è terminata da oltre un ventennio, il comparto si presenta, quindi, già da una prima ricognizione, con un buon grado di ricontestualizzazione nel paesaggio contermini.

E' a luoghi possibile ancora identificare il frutto delle attività pregresse come le aie e i gradoni dei fronti di escavazione quasi sempre però già ricoperti da vegetazione erbacea, arbustiva o arborea-arbustiva ben sviluppata.

Per le successive descrizioni dello Stato di fatto si farà riferimento alle tavole: n.2-Stato di fatto- n.3-Stato di fatto Agrovegetazionale, n.4 – Stato di fatto geomorfologico, alla Documentazione fotografica ed infine alla Relazione di Analisi, allegati al progetto.

2.1 *Analisi geomorfologica ed idraulica del comparto: stato di fatto*

Dal punto di vista morfologico il comparto rappresenta una vallecchia che ha forma di anfiteatro ben sviluppato nella porzione orientale e si restringe procedendo verso ovest.

In particolare, la porzione orientale è stata oggetto di intensa attività di escavazione delle argille ad uso industriale (ceramico) negli anni settanta e ottanta, il cui frutto è una ampia zona pianeggiante (ex aie di lavorazione) con due laghetti (ex fosse di escavazione).

La porzione occidentale presenta versanti più ripidi completamente ricoperti da vegetazione: le differenze morfologiche coincidono con il passaggio litologico fra formazioni prettamente argillose (MMP) e argillo/sabbiose (RAN).

Il comparto in generale ha raggiunto un buon grado di rinaturalizzazione, la vegetazione ha ricoperto quasi completamente sia i versanti che le zone piane; non risulta, quindi, possibile identificare con precisione quanto sia stato attuato rispetto al PCS risalente agli anni novanta.

Si può con sicurezza affermare che la porzione di cava oggetto di ultima coltivazione sia stato il fronte nord: esso è ben vegetato fino al ciglio della scarpata cioè a quota 435 m, e presenta roccia nuda sulla restante parte del versante, identificata con il simbolo AN nella tavola n.3.

Il versante è interessato da fenomeni di ruscellamento concentrato, nella porzione più ripida, a tal punto da poter ipotizzare una sua evoluzione calanchiva.

Si precisa, che l'escavazione del suddetto fronte, autorizzato precedentemente al PAE vigente (anno 1992) e appena a valle dalla approvazione della LR 17/91 non è probabilmente stata terminata, ma è altresì vero che il progetto prevedeva già pendenze e sistemazioni che erano inevitabilmente differenti rispetto a quanto successivamente normato dal PAE di Baiso attualmente vigente.

Un obiettivo del presente progetto sarà, quindi, ripristinare e progettare la rete idraulica del suddetto versante.



Foto n. 1: panoramica del comparto versante visto dalla SP, in cui è identificabile la morfologia della vallecola

Dal punto di vista idraulico il comparto rappresenta una vallecola che raccoglie le acque dei versanti sia settentrionali che meridionali e le convoglia ad ovest verso il T. Tresinaro.

Nella cava è presente una pista ancora ben identificabile e percorribile a piedi che serviva al passaggio dei mezzi con direzione Tresinaro; la pista è bordata da due fossi laterali immettenti in un rio tributario.

Essi presentano a tratti pareti collassate, causati dall'approfondimento della quota della base dell'alveo, e fenomeni di sifonamento.

Si ritiene, comunque, che pur garantendo una buona efficienza idraulica della vallecola debbano essere oggetto di progettazione idraulica.

All'interno del comparto è presente un reticolo di fossi posti alla base dei versanti orientali e meridionali convoglianti sempre verso ovest, ben identificabili grazie alla presenza di specie igrofile a margine del tracciato, e solo a tratti necessitanti di manutenzione.

In corrispondenza dell'aia fra i due laghi si sono, invece, innescati fenomeni di ruscellamento concentrato (vedi Tav. n.4 Stato di fatto geomorfologico e foto della Documentazione fotografica) causato dall'ostruzione del fosso principale.

I laghi presenti alla base delle scarpate settentrionale e meridionale fungono da bacino di raccolta sia delle acque meteoriche che di ruscellamento superficiale.

In particolare, in quello settentrionale la quota massima dell'acqua (misurazione del maggio 2013) si attesta a circa 2 m rispetto alla quota della aia contigua; è, inoltre, presente un argine di protezione attorno all'invaso stesso di altezza di circa 2 m; non è presente uno sfioratore.

Il laghetto è, inoltre, frequentato da ornitofauna che crea quindi una ambientazione amena, e da fauna ittica.

Il laghetto meridionale è soggetto a forti escursioni del livello idrico nelle stagioni sia per evaporazione che per la presenza di un fosso in uscita che funge da troppo pieno e incanala l'acqua verso il reticolo principale con direzione T. Tresinaro.

Infine, la porzione del comparto nord in cui erano presenti le vasche di decantazione è ricoperta da una vegetazione erbacea molto sviluppata e l'aia adiacente non presenta particolari fenomeni erosivi.

Dal punto di vista della stabilità dei versanti, descriviamo in questa sede solo le criticità che saranno oggetto di intervento all'interno dell'area, in particolare, il movimento gravitativo, ascrivibile ad un colamento presente nella porzione meridionale del comparto e il versante settentrionale prima citato.

La frana è stata fotografata dalla scrivente in diversi sopralluoghi avvenuti dal 2005 al 2017, durante i quali si è evidenziato che nel 2012 in corrispondenza del piede della frana (vedi foto n.11-12 della Documentazione fotografica) era presente vegetazione arbustiva sinonimo di una stabilizzazione dello stesso;

La colata ha, infatti, interessato un versante a gradoni oggetto di attività estrattiva avvenuta negli anni '60 arrivando, appunto fino all'aia; trattasi di un movimento avvenuto oramai una decina di anni fa, classificabile come frana complessa, con una parte apicale di movimento rototraslazionale evoluto in vera e propria colata di argilla.

Poco probabile è una sua evoluzione retrogressiva visto il nucleo di strati competenti a reggipoggio presenti in testata.

Il suo intorno presenta un buon livello di rivegetazione grazie alla presenza di formazioni erbacee e arbustive derivanti sia da passati interventi di recupero che da dinamica spontanea oppure aree nude classificabili come proto calanchi aventi una valenza paesaggistica che si ritiene di tutelare (vedi Relazione di Analisi).

Il corpo di frana che aveva trovato una sua stabilità, testimoniata dalla presenza di vegetazione arbustiva in evoluzione, con le intense piogge della primavera 2013 ha visto una rimobilizzazione del materiale detritico presente sul versante causando un parziale svuotamento della porzione centrale del versante e un ulteriore accumulo al piede sotto forma sempre di colata detritica, interessando il fosso presente alla base del versante riducendone la sua officiosità.

L'altezza del materiale deposto sull'ultimo gradone è di circa un metro, la colata ha inoltre, invaso il fosso al piede dello stesso ostruendolo.

Dott.ssa Geol. Giorgia Campana- Sede operativa: Via Cavedole 12/C Portile - Modena
E-mail: campanagiorgia@gmail.com ; cell.3355241802

Al fine di confermare quanto detto è stato eseguito nel maggio 2017 un rilievo di dettaglio della porzione di versante coinvolta dalla frana che è stato sovrapposto sia alla foto area (ortofoto AGEA 2014) di sopra riportato, che al rilievo topografico del 2012.

In entrambi i casi emerge che il movimento franoso non ha avuto uno sviluppo regressivo e soltanto il corpo detritico coinvolgente l'ultimo gradone, e non connesso con la parte apicale, ha avuto una modesta rimobilizzazione.

Nel sopralluoghi del 2017 si è potuto constatare che sul corpo detritico sono attecchite specie pioniere, testimonianza di una assenza di fenomeni erosivi.



Foto n. 3: panoramica versante sud visto da nord



Foto n. 4: particolare versante sud

Alla base è, inoltre, presente un laghetto, derivante da passate escavazioni a fossa, caratterizzato da vegetazione igrofila ben sviluppata; infine la porzione di monte è ricoperta da formazioni boschive.

In questo contesto non sono più riconoscibili le piste di accesso ai gradoni, perché completamente celate dallo sviluppo vegetativo in corso.

Il laghetto è, inoltre frequentato da ornitofauna che crea quindi una ambientazione amena.

Il contesto descritto impone di ipotizzare un intervento sulla colata di argilla il meno possibile invasivo che abbia come principale obiettivo quello di proteggere il fosso a valle spesso ostruito dalla colata stessa.

Suddetto fosso raccogliendo le acque del versante nord garantisce il deflusso delle stesse fino all'uscita del comparto, rivestendo quindi un ruolo importante in termini idraulici.

La proposta di intervento, che sarà analizzata di seguito, prevede la realizzazione al piede della colata di un argine di contenimento e di protezione del fosso adiacente.

Nelle ex aie di lavorazione sono ancora presenti cumuli di argilla.

L'accesso al comparto è possibile da una viabilità di collegamento con la strada provinciale, pista ben tenuta e ancora camionabile; all'interno è presente un capannone che veniva utilizzato per il ricovero dei mezzi che operavano in cava.

In corrispondenza dell'accesso è presente una sbarra chiusa e lungo alcuni tratti del perimetro della ex cava i cartelli monitori.

2.2 Inquadramento agrovegetazionale

Come scritto nell'allegata Relazione di analisi le informazioni relative all'uso del suolo e alla copertura vegetale provengono dalla preliminare interpretazione delle foto da satellite degli Elementi 21811 e 218124, integrata e aggiornata tramite rilievi di campagna e sopralluoghi effettuati nei mesi di luglio-ottobre 2012. Nella tavola grafica allegata al presente studio (Tav.3) è stata rappresentata, in scala 1:2.000, una porzione limitata di territorio, circostante e comprensiva del sito di interesse: essa comprende l'area di cava ed un immediato intorno, quest'ultimo è rappresentato da aree boscate al margine della stessa.

L'analisi della copertura vegetale evidenzia un quadro fisionomico e strutturale complesso e articolato, considerando che l'area investigata è stata interessata nel passato da attività estrattiva conclusasi grossomodo alla fine degli anni '90. Le tipologie vegetazionali che sono descritte nella Relazione di Analisi (cfr. Vol.A.1) sono, a luoghi compenstrate tra loro, e ciò contribuisce a determinare un quadro vegetale piuttosto diversificato con frammenti vegetazionali di interesse che sono meritevoli di un intervento volto alla loro tutela e valorizzazione. Tutto ciò è evidente ed emerge dalle riprese fotografiche riportate nel volume C) Documentazione fotografica (in particolare dal confronto con le foto del 2005 e le attuali), dalla tavola dello stato di fatto agro-vegetazionale (cfr. Tav.3) e dall'analisi relativa all'evoluzione dell'uso del suolo riportata nel documento di analisi sopra citato.

A ciò si aggiunge che dall'analisi del sito emerge come:

- il "Sistema forestale" così denominato, comprendente aree boscate e area a copertura erbaceo-arbustiva, rappresenta l'elemento più esteso e costituente la prevalenza dell'ambito estrattivo, con una estensione percentuale pari a ca. il 69% dell'intera area di cava;
- il "Sistema umido", costituito sia dai corpi d'acqua permanenti che dalla vegetazione di corredo, rappresenta il terzo elemento più esteso dell'ambito estrattivo investigato, con una estensione percentuale pari a ca. il 7,1% dell'intera area di cava;

- il “Sistema agricolo” (costituito da prati polifiti permanenti e da seminativi in rotazione) rappresenta l’elemento meno sviluppato, in termini di estensione, dell’ambito estrattivo investigato, con una estensione percentuale pari a ca. l’1,3% dell’intera area di cava;
- il “Sistema antropico” (costituito dalle vasche di decantazione con un corredo vegetazionale erbaceo, dalle aree denudate connesse all’attività estrattiva, dalle aree nude prive di copertura vegetazionale, dalle strutture connesse all’attività estrattive e relative pertinenze) rappresenta il secondo elemento più sviluppato nell’ambito estrattivo investigato, con una estensione percentuale pari a ca. il 22,6% dell’intera area di cava.

Questo ultimo aspetto era prevedibile considerando che l’area investigata è stata interessata nel recente passato da attività estrattiva, conclusasi grossomodo negli anni ‘90. L’elemento antropico è quindi ancora ben rappresentato anche se con una minore estensione rispetto al sistema forestale (69,1%) e con una tendenza positiva ad essere marginalizzato.

E’ quindi tra gli obiettivi del presente progetto ridurre in modo sempre più consistente la “matrice antropica” per fare emergere gli elementi più naturali, e sviluppare la biodiversità dell’ambito estrattivo in oggetto. Gli interventi di sistemazione agro-vegetazionale progettati si concentreranno quindi sulle aree classificate entro il sistema antropico, lasciando inalterati gli altri aree poiché queste porzioni dell’ambito estrattivo hanno raggiunto in modo autonomo e spontaneo nel tempo un loro equilibrio ambientale che semmai dovrà essere tutelato e protetto da eventuali interferenze “negative”.

2.3 Inquadramento paesaggistico

Sulla base dell’analisi paesaggistica svolta e descritta ampiamente nel documento allegato (cfr. Relazione di Analisi A) emerge che il paesaggio prevalentemente rappresentato, come era lecito attendersi è quello di un ambito interessato nel recente passato da attività estrattiva, conclusasi grossomodo negli anni ‘90, e che sta evolvendo verso una maggiore naturalità sia a seguito di ridotti interventi (in termini di input energetico) di recupero sia attraverso una dinamica spontanea.

Come scritto l’elemento antropico è ancora presente e rappresentato anche se con una progressiva tendenza ad essere marginalizzato e sostituito da una maggiore naturalità e biodiversità complessiva.

Il sistema forestale verso il quale l’ambito sta evolvendo è quello tipico dell’orizzonte submontano, con una presenza estremamente residuale di seminativi a rotazione e prati polifiti permanenti ai margini dell’ambito in esame per il fenomeno generalizzato dell’abbandono delle pratiche agricole nelle zone montane, per la scarsa resa, per la diminuzione dell’occupazione nel settore, per il ritiro dall’attività del conduttore per l’avanzata età o per le previsioni di ampliamento delle cave, in gran parte effettivamente avvenuto negli ultimi venti anni. In un tessuto e in un paesaggio che si auspica il più differenziato e dinamico, i seminativi a rotazione possono essere considerati la forma più tradizionale di agricoltura ed anche la più diffusa in tutto il territorio regionale. La presenza di vaste estensioni di graminacee coltivate crea condizioni che sono state spesso assimilate ad una “steppa cerealicola”, che offre condizioni ambientali favorevoli alla piccola selvaggina (in particolare a numerose specie di Fasianidi e alla Lepre).

Nelle zone meno acclivi o pianeggianti dell’ambito in esame, al fine di diversificare quanto più possibile il sistema, si potrebbero quindi inserire spazi per attività agro-naturalistiche che siano il più possibile eco-compatibili e non

intensive, privilegiando l'agricoltura biologica e/o biodinamica, con seminativi arborati e realizzazione di fasce alto arbustive lineari (siepi), a ricostituzione degli allineamenti cardine delle sistemazioni agronomiche collinari storizzate, con funzioni di presidio idrogeologico e ricostruzione di habitat. Ciò anche nell'ottica della realizzazione di un neo-ecosistema polivalente (cfr. Linee guida per l'attuazione della rete ecologica provinciale, All.03 alle NA del PTCP di Reggio Emilia), dopo avere creato la necessaria copertura pedogenetica e se si evidenziano, da parte delle aziende agricole prossime all'area in studio, istanze legate ad un avvio delle pratiche agricole sopra menzionate.

Si riportano alcune sintetiche indicazioni che sono servite per lo sviluppo del progetto, e che sono emerse dalla fase di analisi:

- gli interventi di stabilizzazione e risanamento dei pendii devono essere effettuati di preferenza con sistemi di ingegneria naturalistica, una disciplina tecnico-scientifica che studia le modalità di utilizzo, come materiali da costruzione, di piante viventi, di parti di piante o addirittura di intere biocenosi vegetali, spesso in unione con materiali non viventi come pietrame, terra, legname e acciaio;
- la destinazione finale deve privilegiare un recupero naturalistico destinato alla ricostruzione di boschi e arbusteti collinari mesofili e xero-termofili (cfr. art.43 – Destinazione finale delle aree oggetto di attività estrattiva delle NTA per la Zona di PAE n.2), che non deve però precludere la realizzazione di un neo-ecosistema polivalente frutto di realizzazioni umane (azioni di rinaturazione polivalente) capaci al contempo di ospitare una biodiversità significativa e di offrire servizi ecosistemici di interesse per il territorio (quali ad es. recupero di aree degradate; barriera per fattori di rischio; filtro per inquinanti residui a valle di scarichi; salvaguardia idrogeologica; verde pubblico con valenze anche naturalistiche; opportunità per fruizioni ricreative o didattiche extraurbane; contributo al contenimento di gas clima-alteranti con particolare riferimento al CO₂, etc.);
- in seconda istanza si suggerisce un auspicabile recupero, nelle zone meno acclivi, di attività agro-naturalistiche con la realizzazione di seminativi arborati e di fasce alto arbustive lineari (siepi). Ciò anche nell'ottica della realizzazione di un neo-ecosistema polivalente come richiamato dalle Linee guida per l'attuazione della rete ecologica provinciale (cfr. All.03 alle NA del PTCP di Reggio Emilia);
- tutela e valorizzazione delle zone calanchive e protocalanchive, esse rappresentano infatti ecosistemi da preservare perché elementi caratteristici degli ecomosaici rappresentati nel Comune di Baiso (E.28 Mosaici collinari a boschi, coltivi, prati e calanchi intorno a Baiso, E.29 Mosaici collinari a coltivi dominanti e boschi sparsi tra il F. Secchia e Baiso, E.30 Mosaici collinari a prati, boschi e calanchi in sinistra del F. Secchia tra Castellarano ed il Monte Falò). A ciò si aggiunge che una delle strategie delineate nel documento Linee guida per l'attuazione della rete ecologica provinciale è il riequilibrio della componente naturale dell'ecosistema, in particolare negli ambiti collinari-montani ove la ripresa del bosco è avvenuta a scapito di altre categorie ecosistemiche non più in grado di ricostituirsi attraverso processi naturali (praterie, ambienti rupestri) o azioni antropiche (alternanza boschi/radure);
- nelle zone umide o a corredo delle stesse, si deve intervenire con la realizzazione di ambienti idonei alla sosta ed alla riproduzione degli animali.

3 INQUADRAMENTO CATASTALE

Dal punto di vista catastale l'area del comparto estrattivo ricade interamente nei Fogli n° 42 e 43 del Catasto terreni del Comune di Baiso (vedi Tav.1).

L'area in disponibilità della ditta proponente ed esercente la Cava rappresenta la quasi totalità dell'intera superficie del comparto.

Per l'area di intervento si riporta di seguito l'elenco dei mappali in proprietà e dei quali è in corso la richiesta di disponibilità.

MAPPALI IN DISPONIBILITÀ

		Mappali					
Foglio 42	115	117	118	121	123	124	127
	128	129	131	254	255	259	260
	261	262	263	264	267	268	269
	271	272	273	274	274	275	276
	277	278	279	280	281	282	283
	284	285	286	287	288	289	290
	291	292	293	294	295	296	303
	352	353	354	355	356	357	358
	359	360	361	362	364	366	367
	368	370	371	372	373	377	378
Foglio 43	379	380	381	390	391	397	
	1	2	3	4	5	6	7
	9	10	11	12	13	25	26
	35	36	37	38	39	40	42
	43	44	45	46	47	50	51
	53	54	55	56	91	93	124
	130	134					

MAPPALI DI CUI È IN CORSO LA RICHIESTA DI DISPONIBILITÀ

	Mappali	Proprietà
Foglio 42	81	Ibatici Eden
	265	Ibatici Elde, Incerti Enrica. Incerti Luciano, Incerti Ramona, Landini Simanetta
	266	Ibatici Elde, Incerti Enrica. Incerti Luciano, Incerti Ramona, Landini Simanetta
	297	Benassi Dimma, Benassi Ezio
	298	Benassi Dimma, Benassi Ezio
	299	Benassi Dimma, Benassi Ezio
Foglio 43	41	Mazzoni Dario, Mazzoni Ennio, Mazzoni Gimmi, Mazzoni Licinio, Mazzoni Werter
	48	Dallari Antonella
	49	Ferrari Gemma

E', inoltre, presente un fosso demaniale che sarà oggetto di richiesta di concessione all' Arpa Emilia-Romagna Struttura Autorizzazioni e Concessioni Settore Demanio Idrico di Reggio Emilia.

Zonizzazione	Area (mq)
Comparto	557.539
Area di intervento totale	179.149

4 PERCORSO PROGETTUALE PER LA SISTEMAZIONE AMBIENTALE

4.1 Stato di attuazione del precedente progetto

L'analisi dello stato di attuazione dell'ultimo progetto autorizzato non può prescindere dalla redazione di una breve cronistoria: l'attività estrattiva nel Comune di Baiso è stata disciplinata da un Piano Comunale delle Attività Estrattive (P.A.E.), redatto a cura del Dott. Geol. Alessandro Colombetti ed approvato con Deliberazione della Giunta della Regione Emilia Romagna n° 1.884 del 3 aprile 1984 in cui era già presente il comparto Castagneto.

A seguito dell'entrata in vigore della L.R. n° 17/1 1991 e della conseguente approvazione del P.I.A.E. 1996 della Provincia di Reggio Emilia le attività estrattive presenti sul territorio comunale vennero inquadrare all'interno del Polo di P.I.A.E. n° 28, a sua volta suddiviso nei seguenti comparti:

- A) Comparto Il Monte
- B) Comparto Castagneto
- C) Comparto Ca' Talami - Formione
- D) Comparto Debbia.

La successiva stesura della V.G. 2002 di P.I.A.E. ha confermato la perimetrazione e la zonizzazione del Polo n° 28 come definita dal P.I.A.E. 1996, provvedendo ad aggiornarne la volumetria sulla base del volume estratto al 31/12/2002.

Da una ricerca fra gli atti amministrativi presenti nell'archivio della ditta si evince che Valceresa srl presentò un Piano di Coltivazione e Ripristino nel 1991 autorizzato nel 1992 che prevedeva la coltivazione di 63.130 mc di argilla nella parte orientale del comparto, corrispondente alle porzioni zonizzate dal PAE vigente come ZCo e ZC (zone di compensazione); il resto del comparto è stato oggetto di coltivazione a partire, probabilmente agli anni sessanta e terminati negli anni ottanta, attualmente zonizzata dal PAE come ZReA o V.

Suddetta autorizzazione fu oggetto di proroga per un paio di anni, relativamente ai volumi residui autorizzati, e venne rinnovata nel 1996 e di nuovo prorogata fino al 2001 per la presenza di materiale stoccato in cava da commercializzare.

Da suddetta documentazione si evince, inoltre, che l'azienda dal 1996 al 2001 abbia portato avanti attività inerenti ad operazioni di sola sistemazione morfologica e idraulica, a fini di manutenzione dell'area di cava, e attività inerenti la commercializzazione del materiale stoccato.

In particolare, nella relazione annuale presentata in data 30/11/2001 fu dichiarato, come il materiale già estratto e stoccato nei cumuli nell'area del piazzale, fosse quantificabile in 500.000 quintali, inoltre, il legale rappresentate, Sig. Mattioli Carlo, per motivi sia commerciali che personali dichiara di aver sospeso qualsiasi attività estrattiva: la cava è, quindi, inattiva dal punto di vista delle escavazioni dal 2001.

Il Sig. Mattioli proseguirà, invece, gli interventi vegetazionali con ammendante e semina.

Dopo quella data la ditta esercente procede esclusivamente con richieste di commercializzazione del materiale stoccato.

Nel 2013 la ditta presenta un progetto di sistemazione ambientale, redatto dalla scrivente, che non ha visto la chiusura della procedura autorizzativa per mancata presentazione di documentazione amministrativa nei tempi concessi.

Nel 2014 iniziano le prime comunicazione da parte dell'Amministrazione Comunale per richiedere la messa in sicurezza dell'area per la presenza di un lago non recintato e la presenza di intensi fenomeni di ruscellamento concentrato nella aia.

Nel 2015 è stata avviata la procedura di escussione delle fidejussioni.

Nel 2017 la ditta incarica le scriventi per la redazione del presente progetto di sistemazione.

4.2 Opere preliminari

Nella primavera ed estate 2017 sono state eseguiti alcuni sopralluoghi nel comparto sia per aggiornare le carte redatte nel 2013 che per definire e programmare gli interventi e le opere preliminari da attuare:

- ✱ sono stati identificati e rilevati i rottami ferrosi presenti ed è stato organizzato il loro smaltimento avvenuto nei mesi estivi;
- ✱ sono stati installati i cartelli ammonitori.

A seguito del sopralluogo dell'Agenzia Regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, nel giorno 19 giugno 2017, in cui veniva richiesto di mettere in opera appositi cartelli monitori sul perimetro di cava (art. 46 DPR 128/59), il cartello all'ingresso principale cava e di segnalare adeguatamente i due laghi, la proprietà ha provveduto nel mese di settembre ad adempiere a quanto richiesto.

4.3 Criteri ed obiettivi per la definizione del progetto di sistemazione ambientale

La ditta Valceresa s.r.l. non è interessata allo sfruttamento della risorsa estrattiva, in quanto l'inattività aziendale che si protrae da decenni ha causato la perdita dei contatti commerciali, contatti che il momento storico non permetterebbe di ricostituire.

Il comparto, come si evince dalle precedenti descrizioni, si è nel frattempo evoluto verso una spontanea rinaturalizzazione.

Queste considerazioni e i confronti avuti con l'Amministrazione Comunale sono state alla base della scelta aziendale di presentare un "Progetto di Sistemazione Ambientale" che contempli esclusivamente la chiusura definitiva dei ripristini vegetazionali, e la messa in sicurezza del comparto in termini idraulici: questi definiscono gli obiettivi del progetto.

Per raggiungere suddetti obiettivi si è analizzata la possibilità di intervenire solo a livello idraulico sull'intero comparto rimanendo all'interno dei crismi del Titolo 6 del PAE e non prevedendo alcun intervento rientrante nel Titolo 5.

Non prevedendo l'escavazione di materiale e commercializzazione del materiale movimentato si ritiene che le operazioni esulano dall'attività estrattiva in senso stretto, così come definite dall'art. 3 della LR 17/91 e il materiale di risulta sarà normato dalla D.lgs. 117/08.

La potenzialità estrattiva definita da PAE, pari a un volume utile di 100.424 m³, rimarrà, quindi, invariata.

I criteri per la definizione del progetto sono:

1. tutela dei processi di rinaturalizzazione spontanea presenti nell'area;
2. conservazione delle aree vegetate;

3. raggiungimento di una idonea efficienza idraulica
4. destinazione finale dell'area: recupero naturalistico

Per il raggiungimento degli obiettivi sopra enunciati e l'identificazione della area di intervento e delle opere necessarie, si è partiti dalla analisi e dalle verifiche della stabilità dei versanti.

4.4 Indagini geognostiche ed elaborazioni geotecniche.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del versante caratterizzato da terreni appartenenti alla formazione di Monte Piano e oggetto in passato di escavazione, sono state eseguite, in data 14.05.2013, n.3 prove penetrometriche dinamiche, utilizzando un penetrometro tipo Pagani Tg-63 da 100 kN le cui caratteristiche sono di seguito schematizzate:

- Peso Massa battente 63,5 Kg
- Altezza di caduta libera 0,75 m
- Peso sistema di battuta 0,63 Kg
- Diametro punta conica 51,00 mm
- Area di base punta 20,43 cm²
- Lunghezza delle aste 1 m
- Peso aste a metro 6,31 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta 0,40 m
- Avanzamento punta 0,20 m
- Numero colpi per punta N(20)
- Angolo di apertura punta 90°

Per l'elaborazione delle prove è stata utilizzata la seguente relazione:

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) \Rightarrow Formula olandese modificata:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

- Rpd = resistenza dinamica punta (Area A)
- e = infissione per colpo = δ / N
- M = peso massa battente (altezza caduta H)
- P = peso totale aste e sistema battuta

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Legenda:	
Puv (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno. (Meyerhof ed altri)
PuvS (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno saturo.
C _u (kg/cm ²)	Coesione non drenata nei terreni coesivi. (De Beer)
Φ°	Angolo di attrito interno efficace per terreni granulari (Meyerhof 1956)
Mo (kg/cm ²)	Modulo di deformazione edometrico per terreni coesivi/granulari. (Mitchell e Gardner)
Ey	Modulo di Young – (Bowles, 1982)
Modulo di Pisson	A.G.I.

Nei tabulati di calcolo sono stati riportati, oltre ai valori misurati in sito ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, della *resistenza penetrometrica alla punta* R_p , espressi in kg/cm^2 , i valori della *resistenza laterale locale* R_L , sempre espressi in kg/cm^2 , nonché i valori del *rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale* R_p / R_L .

Nel diagramma penetrometrico, invece, per semplicità di lettura, sono state riportate solamente due curve e precisamente:

- *a sinistra*, la curva della *resistenza penetrometrica alla punta* (R_p : pressione di rottura del terreno), espressa in kg/cm^2 ;
- *a destra*, la curva della *Resistenza laterale RL o fs* (RL: attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione), espressa in kg/cm^2

L'indagine sismica è stata svolta con la tecnica HVSr (vedi capitolo successivo).

4.4.1 Elaborazione Prove penetrometriche dinamiche (DPSH).

L'ubicazione delle prove è riportata in tavola n. 4; al fine di caratterizzare il terreno presente nel versante oggetto del rimodellamento le prove sono state eseguite una a monte (P1) e a valle (P2) di una ipotetica sezione e la terza lungo il medesimo gradone della P2 ma in corrispondenza di quello che doveva essere il piede della frana attiva cartografata nel P.T.C.P..

Soltanto la P1 ha raggiunto una profondità significativa, le altre due si sono fermate a pochi metri dal p.d.c. confermando la presenza del substrato argilloso e l'assenza di eventuali depositi superficiali.

I tabulati di calcolo ed i diagrammi penetrometrici sono riportati in allegato 1 e 2 della presente relazione; di seguito si riportano delle tabelle di sintesi.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA . P1

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m^3)	Gamma Saturo (t/m^3)	Fi ($^\circ$)	Cu (Kg/cm^2)	Modulo Edometrico (Kg/cm^2)	Modulo Elastico (Kg/cm^2)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm^2)
1	2,8	3,55	Coesivo	1,67	1,87	0	0,44	16,29	35,5	0	0
2	4,8	12,03	Coesivo	2,02	0,0	0	1,5	55,19	120,3	0	0
3	7,4	37,83	Incoerente	2,19	2,5	30,81	0	105,17	439,02	0,28	1977,33

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA . P2

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m^3)	Gamma Saturo (t/m^3)	Fi ($^\circ$)	Cu (Kg/cm^2)	Modulo Edometrico (Kg/cm^2)	Modulo Elastico (Kg/cm^2)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm^2)
1	0,4	7,52	Coesivo	1,88	1,9	0	0,94	34,5	75,2	0	0
2	1,2	42,11	Incoerente	2,21	2,5	32,03	0	113,96	463,19	0,27	2186,93

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA . P3

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)
1	0,2	1,5	Coesivo	1,52	1,85	0	0,19	6,88	15,0	0	0
2	1,0	17,67	Coesivo	2,09	0,0	0	2,21	81,07	176,7	0	0
3	1,2	6,02	Coesivo	1,81	1,89	0	0,75	27,62	60,2	0	0
4	2,4	42,11	Incoerente	2,21	2,5	32,03	0	113,96	463,19	0,27	2186,93

Ai fini della ricostruzione della stratigrafia dei livelli investigati si è fatto riferimento alla P1 in cui si evidenzia la seguente stratigrafia:

- da 0,4 m fino a 2,80 m di profondità da p.c. –uno strato omogeneo di terreno prettamente argilloso di consistenza da media a buona in aumento verso la base. Livello asciutto. Superato il primo metro di suolo agricolo, la prova ha intercettato terreni di copertura al substrato vero e proprio di natura eluviale di spessore di circa 1,5 m;
- da 2,80 m fino a fine prova si entra nella formazione vera e propria con presenza di terreno limo argilloso a consistenza da media ad alta verso la base. I primi due metri rappresentano la porzione alterata della formazione, dalla profondità di 4.8 m circa si entra nella formazione vera e propria. Livello asciutto;

Le prove P2 e P3 evidenziano la presenza di uno strato superficiale di materiale eluviale di spessore centimetrico sovrastante il substrato rappresentato dalla formazione di Monte Piano; entrambe le prove ricadono nelle porzioni di versante in cui il PTCP ha inserito la presenza di frane attive, come già evidenziato nei paragrafi relativi alla descrizione geomorfologica, anche l'indagine geotecnica conferma l'affioramento in questa porzione di versante già della formazione stessa.

4.4.2 Determinazione dei parametri caratteristici

Un aspetto essenziale del metodo degli stati limite riguarda la scelta dei parametri da introdurre nel modello di calcolo. Relativamente ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici. Il valore caratteristico di un particolare parametro di calcolo (quale può essere ad esempio il peso specifico del terreno o l'angolo di attrito) è definito come quel valore al quale è associato una determinata probabilità di non superamento.

Il valore caratteristico k rappresenta la soglia al di sotto del quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

I valori caratteristici di γ , ϕ e c_u sono determinabili tramite le seguenti relazioni:

$$\gamma'K = \gamma'm (1 + X.V\gamma)$$

$$\phi'K = \phi'm (1 + X.V\phi)$$

$$c_u'K = c_u'm (1 + X.Vc_u)$$

in cui:

$\phi'K$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito
 $\gamma'K$ = valore caratteristico del peso di volume secco
 cuK = valore caratteristico della coesione non drenata
 $\phi'm$ = valore medio dell'angolo di attrito
 $\gamma'm$ = valore medio del peso di volume secco
 cum = valore medio della coesione non drenata
 $V\phi$ = coefficiente di variazione (COV) di ϕ definito come rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di ϕ
 $V\gamma$ = coefficiente di variazione (COV) di γ definito come rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di γ
 Vcu = coefficiente di variazione (COV) di cu definito come rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di cu
 X = parametro dipendente dalla legge della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata

L'Eurocodice 7 fissa una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a **-1,645**, di conseguenza le precedenti relazioni diventano:

$$\gamma'k = \gamma'm (1 - 1,645 V\gamma^\circ)$$

$$\phi'k = \phi'm (1 - 1,645 V\phi^\circ)$$

$$cu'k = cu \phi'm (1 - 1,645 Vcu^\circ)$$

° coefficiente di variazione = rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori

Di seguito si riporta il modello geologico stratigrafico calcolato con i valori caratteristici dei parametri geotecnici:

MODELLO GEOLOGICO STRATIGRAFICO – VALORI CARATTERISTICI

unità	descrizione	Prof. (m)	Tipo	Φ (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)
1	Deposito superficiale	2,8	Coesivo		0.5	17
2	Formazione di MMP alterata	4,8	Coesivo		1.4	53
3	Formazione di MMP compatta	/	Coesivo	30		102

Si ricorda che nell'intervallo di sottosuolo indagato non è stata rilevata la presenza di acqua

4.5 Indagine geofisica- MASW

Su incarico della Dott.ssa Geol. Giorgia Campana, è stata eseguita nei pressi della Cava Castagneto, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (Vs_{30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.T.C. 23/09/05), al D.m. 14/01/08 ("Nuove norme tecniche per la costruzione") ed alla delibera G.R.E.R. (n. 1677 del 24/10/05).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

4.5.1 Metodo di indagine

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

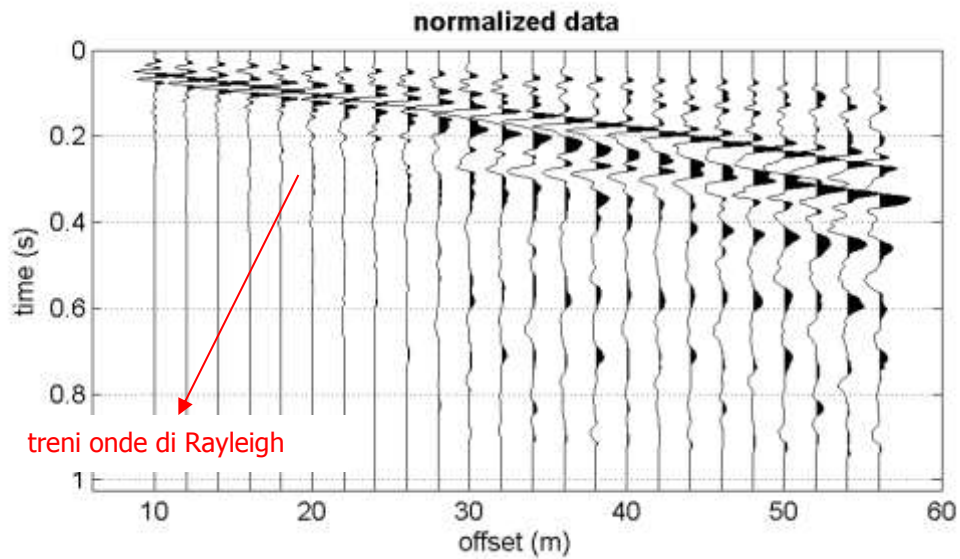
L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Sismogramma -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, utilizzando tutto lo spazio a disposizione, con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,0 m, 5,0 m e 10,0 metri dal primo geofono. Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri.

4.5.2 Strumentazione

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

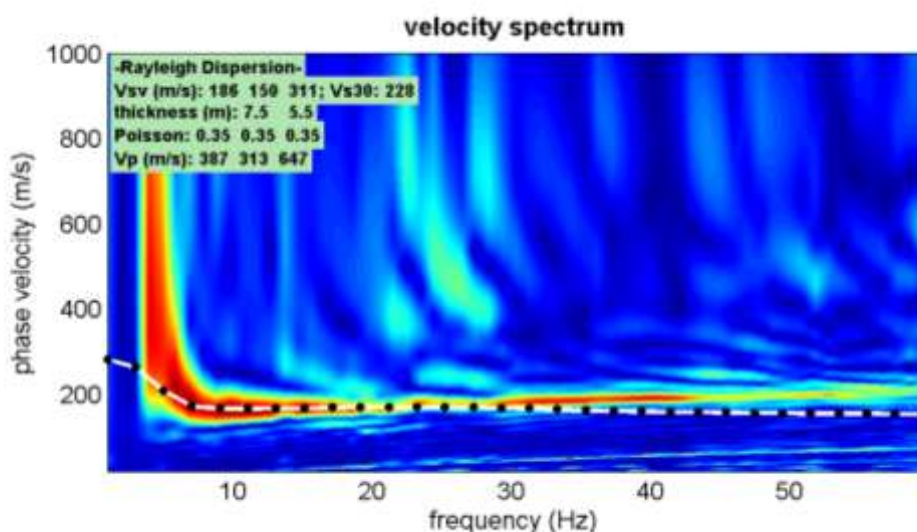
Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

4.5.3 Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.8 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting” e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-velocità con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.



-diagramma della curva di dispersione-

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un “spazio di ricerca”, modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (Vs) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (Vp) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative Vs, possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio i risultati delle prove penetrometriche eseguite, è stato possibile impostare un modello geologico/geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

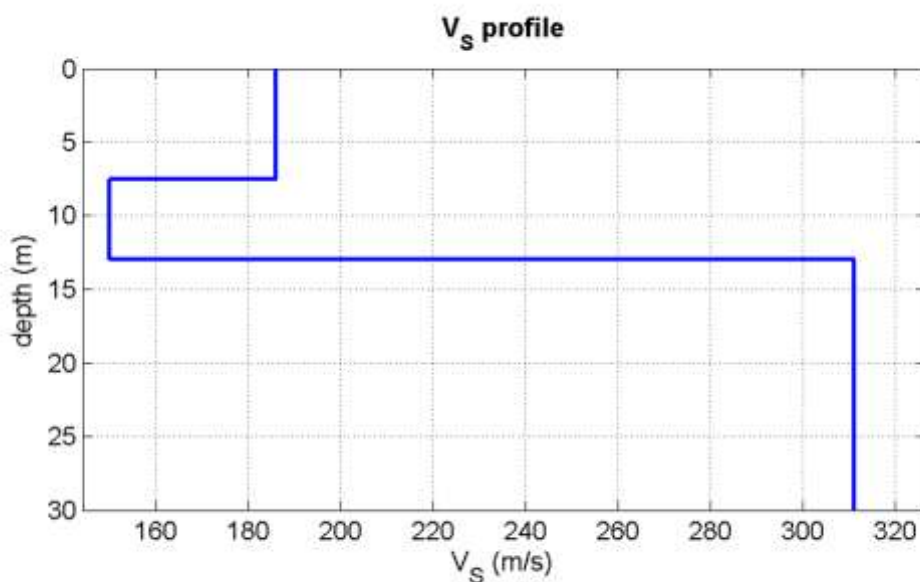
Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

4.5.4 Risultati- Determinazione delle categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
7.5	7.5	186
13.0	5.5	150
30.0	17.0	311



- Diagramma velocità/profondità-

Il valore V_{s30} è **228 m/sec** secondo normativa **la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:**

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30}

compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).



4.6 Verifiche di stabilità

A supporto delle scelte progettuali nel presente capitolo si illustrano le verifiche di stabilità condotte sulla scarpata nord, fronte lago, quelle con le inclinazioni e le altezze maggiori.

4.6.1 Normativa di riferimento

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite nel rispetto della seguente normativa:

- ✓ O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 *Costruzioni in zona sismica*
- ✓ Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, c.1 della L.R. 20/2000 per "*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*"
- ✓ D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*

Il Comune di Baiso ricade in zona sismica 3 a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,25g$.

La sismicità non è omogeneamente diffusa su tutto il territorio provinciale. Il territorio del Comune di Baiso è stato inserito nella classificazione sismica dei comuni della regione in zona 3, a sismicità bassa.

Successivamente, l'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

A tale ordinanza è allegata la Mappa dei valori di Pericolosità sismica del territorio nazionale nella quale è possibile verificare che il territorio del Comune di Baiso è compreso nell'area caratterizzata da valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($Vs_{30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1), compresi tra 0,025 e 0,050 g .

Il 2 maggio 2007 la R.E.R. ha approvato la Del. N. 112 nella quale sono riportati gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"; nella quale, nella Tabella 2 dell'allegato 4, sono riportati i valori di accelerazione massima al suolo, cioè per $T=0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della Regione. Per il Comune di Baiso in tabella è riportato un valore di $a_{refg}=0,158$.

Il 30/06/2009 è entrato in vigore il D.M. 14/01/2008 (G.U. n.30 del 4/02/2008) che approva le nuove norme tecniche per le costruzioni e di fatto sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005.

Il D.M. 14/01/2008 stabilisce che l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento non è più riferita ad una classificazione comunale, ma viene calcolata considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (NTC, TAB.1 allegato "B" del D.M.). Il suolo viene ancora suddiviso in 5 classi principali (A,B,C,D,E) più due categorie aggiuntive S1 e S2.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per l'individuazione del valore di V_{s30} è stata eseguita un'indagine sismica del tipo Masw i cui risultati sono riportati nel paragrafo successivo.

Di seguito le analisi di Risposta Sismica Locale.

4.6.2 Categoria del suolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nelle NTC 2008 § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Il sito viene classificato sulla base di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{spt} per terreni prevalentemente granulari, ovvero sulla base della c_u per i terreni prevalentemente coesivi, nelle seguenti categorie di suolo:

- A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ 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 fine molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti*, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e

- spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.
- S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori $V_{s30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_u < 70$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine 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 terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito viene classificato sulla base del valore di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{SPT} , o in ulteriore alternativa sulla base del c_u , coesione non drenata.

Per il sito in oggetto, il valore di V_{s30} è stato calcolato con l'indagine MASW riferito al piano di campagna è pari a $V_{s30} = 228$ m/sec.

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile attribuire il sottosuolo dell'area in studio alla **categoria del litotipo equivalente C**:

4.6.3 Amplificazione topografica

Le NTC 2008 di cui al DM 14/01/2008 prevedono un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della particolare ubicazione del sito, in relazione alla sua configurazione morfologica.

Vengono previste 4 categorie topografiche, a secondo della configurazione geometrica del sito, alle quali è associato un coefficiente di amplificazione S_T che varia da 1 a 1.4, come riportato nella figura seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Fattore di amplificazione S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Per quanto concerne la topografia del fronte di scavo, siamo nella categoria T2, alla quale è associata un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.2

4.6.4 Spettri di risposta sismica

Ciò detto, sulla base della collocazione del sito in oggetto, corrispondente al punto sul quale sono in progetto le opere previste, si ottengono i relativi parametri di pericolosità sismica, come riportato di seguito.

Sito in esame.

latitudine: 44,4818981505095
longitudine: 10,5886109408774
Classe: 2
Vita nominale: 50

- ✓ Le coordinate espresse sono in ED50 - Geostru software - www.geostru.com
- ✓ Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- ✓ Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii



Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,054	2,491	0,247
Danno (SLD)	50	0,068	2,491	0,262
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,158	2,493	0,288
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,199	2,503	0,297
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti Sismici

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,020	0,024	0,067	0,080
kv	0,010	0,012	0,033	0,040
Amax [m/s ²]	0,962	1,194	2,722	3,280
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, le NTC2008 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica; viene inoltre definito un coefficiente C_c che serve per il calcolo del periodo di controllo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché tale valore è riferito al bedrock, per definire il valore di a_g in superficie si calcola quindi il fattore S_s , caratteristico dell'area, che essendo in classe C, avrà:

$$S_s = 1.70 - (0.6 \times F_o \times a_g/g) = 1.70 - (0.6 \times 2.493 \times 0.158) = 1.46$$

Per quanto concerne la topografia del sito, siamo nella categoria T1, caratterizzata da una superficie pianeggiante con inclinazione inferiore a 15°, e ubicazione dell'opera sul piano, alla quale è viene associata un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.2.

In base a tale valore avremo un'accelerazione massima orizzontale al suolo pari a:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

$$\underline{a_{\max} = 1.46 \times 1.2 \times 0.163 = 0.277 \text{ g}}$$

4.6.5 Azione sismica

L'azione sismica di progetto da assumere nelle analisi di stabilità è stata determinata in conformità ai criteri esposti nel §3.2.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA delle NTC 2008.

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nelle analisi, si deve tenere conto dei comportamenti di tipo fragile, che si manifestano nei terreni a grana fina sovraconsolidati e nei terreni a grana grossa addensati con una riduzione della resistenza al taglio al crescere delle deformazioni. Inoltre, si deve tener conto dei possibili incrementi di pressione interstiziale indotti in condizioni sismiche nei terreni saturi. Nei metodi pseudo statici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno 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. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W, \text{ con } k_h \text{ e } k_v$$

rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

Dove

$$K_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} = accelerazione orizzontale massima al sito;
- g = accelerazione di gravità

Il valore del coefficiente β_s , sulla base di quanto riportato nella tabella 7.11.I delle NTC 2008 risulta, nel area in esame

$\beta_s = 0.28$.

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Da quanto esposto precedentemente i valori di Kh e Kv per l'area in esame risultano:

Kh=0.067

Kv=0.033

4.6.6 Metodo di calcolo e risultati ottenuti

Le verifiche con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008 viene eseguite includendo per le azioni e le resistenze, fattori di sicurezza parziali FS applicati a valori medi dei parametri di interesse.

Il fattore di sicurezza globale viene quindi diviso in fattori di sicurezza parziali applicati ai singoli valori caratteristici dei carichi o dei parametri geotecnici in modo che la disequazione finale $E_d \leq R_d$ venga sempre verificata.

Cioè l'effetto delle azioni di progetto (E_d) deve essere sempre non superiore alle Resistenze di progetto (R_d) in condizioni di stabilità della struttura.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo Slope di Geostru, in conformità a quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM del 14 gennaio 2008.

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d , è stata condotta secondo l'approccio 1 con la combinazione 2:

$$(A2+M2+R2)$$

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella tabella 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC, di seguito riportati:

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
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti 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

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	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_γ	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

Le verifiche sono state eseguite in corrispondenza della Sezione C-C' (tav.6-9) che evidenzia la maggiore pendenza rappresentando, quindi, la situazione peggiorativa: sono state eseguite verifiche di stabilità a breve termine, sul pendio complessivo, ed a lungo termine, sul pendio complessivo e locali..

La sezione di stato di fatto presenta un gradone ben sviluppato a quota di 395m e un altro a quota di 405 m ben delineato nella porzione del versante ad ovest della sezione, quasi scomparso in quella ad est; la sezione è caratterizzata dall'affioramento della formazione di Monte Piano con pendenza massime di 48° e media del versante di 35°. Non sono state rilevate segni di instabilità del versante.

Si esclude la presenza di acqua interna all'ammasso roccioso.

Come parametri geotecnici di progetto si sono utilizzati i valori calcolati al §5.7.2.

Sono stati applicati diverse formule (Jambu, Fellenius, Bishop, MOrgerstern e Price), si riporta di seguito i risultati di ottenuti con Jambu e Morgerstern e Price; il software utilizzato è SSAP 4.8.4 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017) Build No. 9597 del Dott. Geol. Lorenzo Borselli.

I risultati, riporti per esteso in allegato, sono di seguito riassunti:

SEZIONE C-C'		
Breve termine: pendio globale	Fs = 1,21	Verificata
Lungo termine: pendio globale	Fs = 1,14	Verificata
Lungo termine: porzioni locali	Fs = 0,53	Non verificata

4.7 Considerazioni finali sulla stabilità del fronte nord

Facendo riferimento all'analisi e alle considerazioni svolte nella Relazione di analisi (§3.1.5) sugli elementi di dissesto presenti nel comparto, per quanto riguarda il gruppo di frane cartografate dalla Tav. P6 – “ Carta dell'Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire si può confermare che, in corrispondenza del versante oggetto di passata escavazione, sulla base delle considerazioni geotecniche ivi svolte, le stesse frane non sono più riconoscibili probabilmente già asportate.

Il versante oggetto di passata escavazione si presenta, come già descritto, in parte denudato e con locali processi di erosione concentrata. La destinazione finale dell'area è ad uso naturalistico e gli obiettivi di progetto sono stati definiti di conseguenza a tale destinazione.

In prima ipotesi è stato ipotizzato di riprofilare il versante, con una geometria a gradoni, che consentisse di abbassare la pendenza generale del versante; tale intervento avrebbe come conseguenza un miglioramento delle condizioni di stabilità del pendio, ma creerebbe, d'altro canto, una forte geometrizzazione e la movimentazione di un volume di almeno 12.000 m³ di terreno, che andrebbero ricollocati in loco, perché non commercializzabili.

La movimentazione implicherebbe, inoltre, l'asportazione della coltre vegetale (prato stabile mai intaccato dall'attività estrattiva con radi arbusti) presente alla sommità del versante: per ricostituire la stessa cenosi vegetale sul substrato argilloso denudato nelle operazioni di riprofilatura del versante sarebbero necessari alcuni decenni.

L'ipotesi di mantenere le geometrie attuali, che sono coerenti con una destinazione naturalistica, è stata pertanto oggetto di verifica di stabilità.

In allegato n.3 si riportano i tabulati ed i grafici delle verifiche, delle quali si sono anticipati i risultati.

Le verifiche di stabilità sono state condotte sulla Sezione C, quella più sfavorevole dal punto di vista morfologico, e calcolate sia nelle condizioni di breve termine che di lungo termine, in condizioni sismiche.

Le condizioni nel breve termine sono verificate sia sul pendio complessivo che localmente in corrispondenza dei tratti a maggiore pendenza.

Nel lungo termine è verificata la stabilità globale del pendio, confermata del resto dalla presenza del pendio stesso in queste forme da almeno 20 anni, mentre risulta non verificata per modesti tratti del pendio a maggiore pendenza (di lunghezza di una decina di metri) in cui sono possibili locali fenomeni di erosione concentrata, come già visibili sul versante e nelle foto sotto riportate.

Suddetti fenomeni che si ritiene non inficiano la sicurezza generale del pendio, che è comunque garantita, si inquadrano nella naturale evoluzione di un protocalanco.

Facendo riferimento all'art. 44 comma 3 del PAE si evince la possibilità di prevedere il parziale recupero di pregressi fronti estrattivi secondo morfologie di tipo "protocalanchivo", nei casi in cui si sia già avviato il processo di calanchizzazione del versante e le pendenze siano non superiori a 40° e caratterizzati da adeguata stabilità.

Il versante in oggetto ha pendenze a tratti dell'ordine dei 40° mentre nel suo completo sviluppo ha una pendenza media di 35°.

Inoltre, siamo nella condizione della presenza a monte del coronamento di una fascia di rispetto di adeguata ampiezza nei confronti di proprietà di soggetti terzi, essendoci una distanza di circa 60 m dal limite PAE.

Si ritiene, quindi, ammissibile non intervenire con un ripristino morfologico.

Per quanto riguarda la colata presente nella porzione meridionale del comparto, non è stata effettuata la verifica di stabilità poiché la scelta di intervento ha come finalità esclusivamente di proteggere il fosso già esistente; trattasi infatti di un tratto di fosso che appartiene ad un reticolo del comparto importante in termini idraulici poiché raccoglie le acque dell'intero bacino est e quelle in uscita dal depuratore del comune di Baiso ubicato a nord est del comparto stesso.

L'evoluzione della frana, come più volte detto, ha una superficie di scorrimento planare e molto superficiale; la norma richiederebbe la valutazione dell'incremento di sicurezza indotto dagli interventi di stabilizzazione lungo la superficie di scorrimento critica accompagnata da valutazioni del grado di sicurezza lungo superfici di scorrimento alternative a quella critica, che in questo caso sarebbe impossibile da ipotizzare.

Il corpo di frana risulta, inoltre, inerbito sinonimo di una apparente raggiungimento della stabilità.

4.8 Scelte progettuali

Dalle considerazioni e analisi soprariportate e sulla base dei criteri prefissati sono state fatte le scelte progettuali che hanno come obiettivo il miglioramento delle condizioni di stabilità dei pendii in dissesto, assicurare un adeguato recupero vegetazionale e paesaggistico dell'area.

Gli interventi, di seguito elencati, verranno descritti e analizzati nei successivi paragrafi:

- ♣ Creazione di una rete di drenaggio e riprofilatura dei fossi superficiali esistenti, al fine di raccogliere e allontanare le acque evitandone l'infiltrazione in profondità, con una diminuzione delle pressioni interstiziali ed un conseguente aumento della resistenza al taglio delle terre;
- ♣ inerbimento di aree "denudate", sia su aree in versante che su superfici pianeggianti con debole pendenza, allo scopo di contrastare il ruscellamento e quindi l'erosione operata dalle acque meteoriche;
- ♣ realizzazione di fascia alto arbustiva lineare (siepe), con funzioni di presidio idrogeologico, ricostruzione di habitat e di "mimesi" di interventi caratterizzati da eccessiva artificializzazione.

4.9 Superfici d'intervento

Dalle considerazioni e analisi soprariportate si è definita la superficie di intervento che coincide con la porzione del comparto nella quale saranno eseguiti interventi idraulici attraverso la risagomatura dei fossi esistenti e la creazione di nuovi, ed infine vegetazionale: la superficie del comparto è di 557.539 m², il progetto di sistemazione coinvolgerà una porzione di ampiezza pari a circa 179.000 m².

In riferimento alla Tav. 5 – Aree di intervento-, è stata individuata la porzione oggetto di sistemazione morfologica di superficie di circa 1.800 mq necessaria per la realizzazione di un argine, descritto nei capitoli successivi.

Il resto dell'area sarà interessato da interventi modesti di tipo morfologico, individuabili nello stendimento dei cumuli di argilla presenti nelle aie o nella loro immissione nella vasca di decantazione nord nonché la risagomatura dei fossi ed infine le operazioni di tipo agro-vegetazionale.

4.10 Mezzi d'opera e viabilità utilizzate.

Per la realizzazione del progetto sarà individuata una ditta esterna perché l'azienda non possiede più alcun mezzo. Per la esecuzione dei lavori sopra descritti saranno impiegati i seguenti mezzi:

- ✓ Escavatore idraulico a braccio frontale cingolato o gommato
- ✓ Miniescavatore cingolato con benna trapezia
- ✓ Pala caricatrice gommata

La durata delle operazioni di sistemazione morfologica sarà breve, al massimo di 30 giorni. I mezzi saranno quindi conferiti in cava in un'unica volta: quelli cingolati saranno condotti in cava mediante carrellone, mentre quelli gommati potranno muoversi in autonomia.

Per l'ingresso in cava sarà utilizzata la viabilità asfaltata che si stacca dalla provinciale. Una volta completati gli interventi di sistemazione morfologica i mezzi saranno conferiti all'esterno della cava utilizzando la stessa viabilità.

All'interno della cava saranno impiegate le piste esistenti ed i piazzali.

4.11 Piano di attuazione

La durata complessiva dell'intervento è di due anni; nel primo anno avverrà la sistemazione idraulica del versante e dei fossi, e la realizzazione dell'argine di contenimento coinvolgendo un arco di tempo massimo di 30 giorni lavorativi e verranno realizzate nel periodo estivo; successivamente verranno realizzate le opere accessorie come recinzione laghi, ecc.

Il sistema di scolo delle acque verrà costruito in modo definitivo al termine della prima annualità.

Nell'autunno del medesimo anno verranno realizzati i ripristini vegetazionali.

Il secondo anno servirà esclusivamente per la manutenzione dei ripristini vegetazionali e della rete idraulica.

Per quello che riguarda le attività da svolgere è previsto, in via preliminare, il controllo e l'eventuale sostituzione dei cartelli ammonitori presenti a monte dell'area di intervento.

5 PROGETTO DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA ED IDRAULICA

Per perseguire gli obiettivi e i criteri sopra definiti il progetto prevedrà operazioni di sistemazione morfologica di minima, definibili “chirurgiche” che permetteranno da un lato il miglioramento delle condizioni di stabilità idrogeologica e idraulica e dall’altro il minimo coinvolgimento di aree vergini.

Gli interventi che sono stati avallati dalle analisi e verifiche sopra redatte, si inquadrano come riassetto idraulico-forestale e sono così descrivibili:

1. Progettazione idraulica del versante nord
2. Riassetto idraulico dei fossi esistenti
3. Stendimento del materiale presente in cumuli
4. Sistemazione morfologica della vasche di decantazione
5. Realizzazione dell’argine di contenimento e di protezione del fosso adiacente

Discorso a parte è il capannone su cui è previsto la bonifica del tetto per la presenza di materiale assimilabile ad eternit, e il mantenimento della struttura come simbolo di archeologia industriale.

5.1 Progettazione idraulica del versante nord

L’intervento previsto nel versante nord del comparto Castagneto prevede la realizzazione di un reticolo idraulico del versante, costituito da un sistema di fossi vergenti verso ovest e convogliati in un fosso laterale immettente nel fosso demaniale; la prima banca, invece, avrà una leggera contropendenza “ad imbuto” verso il centro dove verrà realizzato un fosso intubato immettente nel lago stesso.

La lunghezza del tubo sarà di **14 m**.

Lo sviluppo complessivo del reticolo di nuova realizzazione è di circa **700 m**.

Le operazioni descritte ricadono interamente nella ZC di PAE in cui sono consentiti sia interventi per la difesa del suolo finalizzati alla stabilizzazione del sito che interventi di regimazione idraulica.

Come già anticipato ipotizzare un intervento di sistemazione morfologica che preveda l’abbassamento delle pendenze attraverso l’arretramento verso monte, coinvolgerebbe porzioni di versante ben vegetate perché mai intaccate da attività estrattiva.

Si è, quindi, ipotizzato di intervenire solo a livello idraulico realizzando sul primo gradone e nella zona a monte del fronte due collettori per lo scolo delle acque a protezione dello stesso.

In questo caso, non intervenendo sul versante dal punto di vista morfologico ma esclusivamente idraulico forestale non si pone come obiettivo la coerenza con le norme del PAE in termini di pendenze, bensì il raggiungimento di una adeguata regimazione idraulica al fine di ridurre i fenomeni di ruscellamento concentrato e permettere l’attecchimento della vegetazione.

Soltanto la sponda del lago verrebbe minimamente regolarizzata in termini geometrici perché presenta fenomeni di ruscellamento concentrato.

Come già analizzato nel §4.7, l’intervento si inserisce nell’art. 44 comma 3 del PAE prevedendo il parziale recupero di pregressi fronti estrattivi secondo morfologie di tipo “protocalanchivo”, perché si è già avviato il processo di calanchizzazione del versante e le pendenze non sono superiori a 40° e caratterizzati da adeguata stabilità. Nel caso in oggetto, il versante in oggetto ha pendenze a tratti dell’ordine dei 40° mentre nel suo

completo sviluppo ha una pendenza media di 35°; è, inoltre, soddisfatta la condizione della presenza a monte del coronamento di una fascia di rispetto di adeguata ampiezza nei confronti di proprietà di soggetti terzi, essendoci una distanza di circa 60 m dal limite PAE.

Si riporta una sezione in cui è schematizzato l'intervento proposto.



Foto n. 5: fronte nord, con la linea blu i collettori da realizzare.



Foto n. 6: sponda lago da regolarizzare in termini geometrici

5.2 Realizzazione di argine di contenimento della colata e di protezione al fosso adiacente

Parallelamente alle operazioni di riassetto della rete idraulica del versante precedentemente descritto verrà attuato l'intervento sul versante sud del comparto, interessato da una colata detritica.

Facendo riferimento alla tavola 7 ed in particolare al profilo topografico elaborato lungo la massima pendenza del versante, riportato anche in allegato n. 4, si evince che lo sviluppo in lunghezza del corpo franoso (dal coronamento al piede) è di circa 120 m con ampiezze variabile dai 25 ai 40 m.

Da testimonianza del precedente DR e dal confronto di foto è evidente che il materiale detritico ha coinvolto, come abbiamo già detto, un versante oggetto di attività estrattiva pregressa con una geometria a gradoni ancora oggi distinguibili.

Sul profilo elaborato si è, quindi, distinto la parte di gradoni con materiale in posto dalle porzioni di versante ricoperte dal corpo di frana (evidenziati con retino giallo) al fine di definire il volume di materiale che potenzialmente potrebbe avere un ulteriore movimento verso il piede, stimandolo pari a 2.900 mc per la parte a monte del primo gradone e di 1.600 mc per il cono di deiezione presente fra il primo gradone e l'aia.

Si ritiene che un intervento invasivo che preveda l'asportazione del materiale colato e depositato in corrispondenza del secondo gradone, porterebbe ad una inevitabile rimobilizzazione di tutto il corpo di frana e che, inoltre, abbia una potenziale funzione di protezione del versante alla infiltrazione delle acque; la sistemazione del primo gradone comporterebbe la realizzazione di una pista e il coinvolgimento di porzioni di versante già rivegetato.

Essendo un recupero di tipo naturalistico in una area privata che non prevede la fruizione pubblica, un eventuale movimento del corpo detritico coinvolgerebbe, quindi, una zona piana priva di elementi vulnerabili.

Sottolineiamo, infine, a supporto delle scelte progettuali che i terreni a monte della colata, fino al ciglio del versante sono in proprietà della ditta e ivi non sono presenti elementi vulnerabili come abitazioni, infrastrutture, ecc e sono, inoltre, ricoperte da un bosco ben sviluppato.

Si sottolinea, infine, che pur non potendo completamente escludere un movimento regressivo della frana è altresì vero che la probabilità che ciò avvenga è bassa visto il nucleo di strati competenti a reggipoggio in testata alla medesima.

Alla luce delle considerazioni elaborate, la proposta di intervento prevede la realizzazione al piede della colata di un argine di contenimento e di protezione del fosso adiacente: al piede del corpo detritico verrà risagomato il fosso allontanandolo in posizione di sicurezza rispetto ad eventuali futuri fenomeni di colamenti di materiale, questo permetterà, inoltre, una più semplice gestione nelle operazioni di manutenzione.

La realizzazione avverrà attraverso lo stendimento e la compattazione di strati sottili di argilla fino alla creazione di un argine di altezza di circa 2 m e base di 6 m; per la realizzazione dell'argine verrà movimentato 1.000 mc di materiale già presenti in cumulo.

A monte dell'argine verrà sagomato un canale di larghezza di circa 1 m e di lunghezza pari all'argine stesso, con pendenza verso il fosso ubicato a sud.

Al piede dell'argine abbancato verrà risagomato il fosso allontanandolo in posizione di sicurezza rispetto ad eventuali futuri fenomeni di colamenti di materiale, questo permetterà, inoltre, una più semplice gestione nelle operazioni di manutenzione.

Di seguito è schematizzato la sezione dell'argine, rispetto al profilo del p.d.c. esistente e la struttura finale.

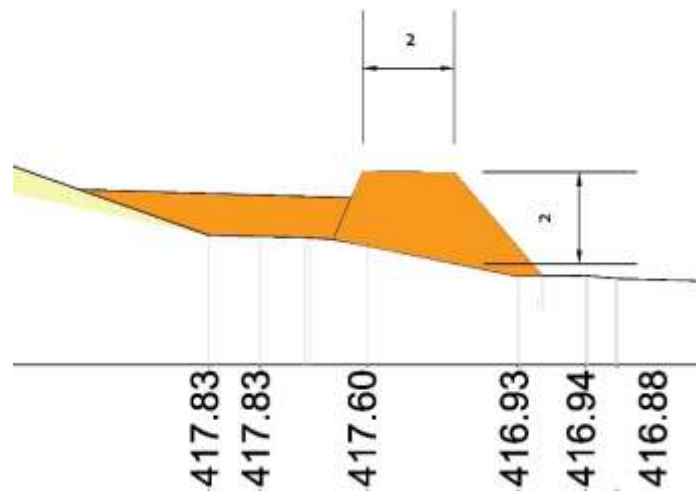


Fig. 1: schema dell'argine di contenimento

5.3 Stendimento del materiale presenti in cumuli

Nell'aia fra i due laghetti sono attualmente presenti alcuni cumuli di argilla che verranno in parte stesi sulla stessa e in parte utilizzati per realizzare l'argine e per colmare le vasche di decantazione: l'obiettivo dello stendimento sarà quello di creare pendenze adeguate dell'aia verso i due fossi laterali a sud e ad ovest della stessa.

L'argilla in cumulo è stata quantificata sulla base del rilievo dello stato di fatto pari a 5.800 mc totali che verranno così utilizzati:

- 1.000 mc per la realizzazione dell'argine in corrispondenza del versante sud;
- 800 mc per il colmamento delle vasche di decantazione;
- 3.000 mc per il riassetto morfologico ed idraulico delle aie

Totale movimentato 4.800 m³

- 1.000 mantenimento di un cumulo come testimonianza della passata attività estrattiva.

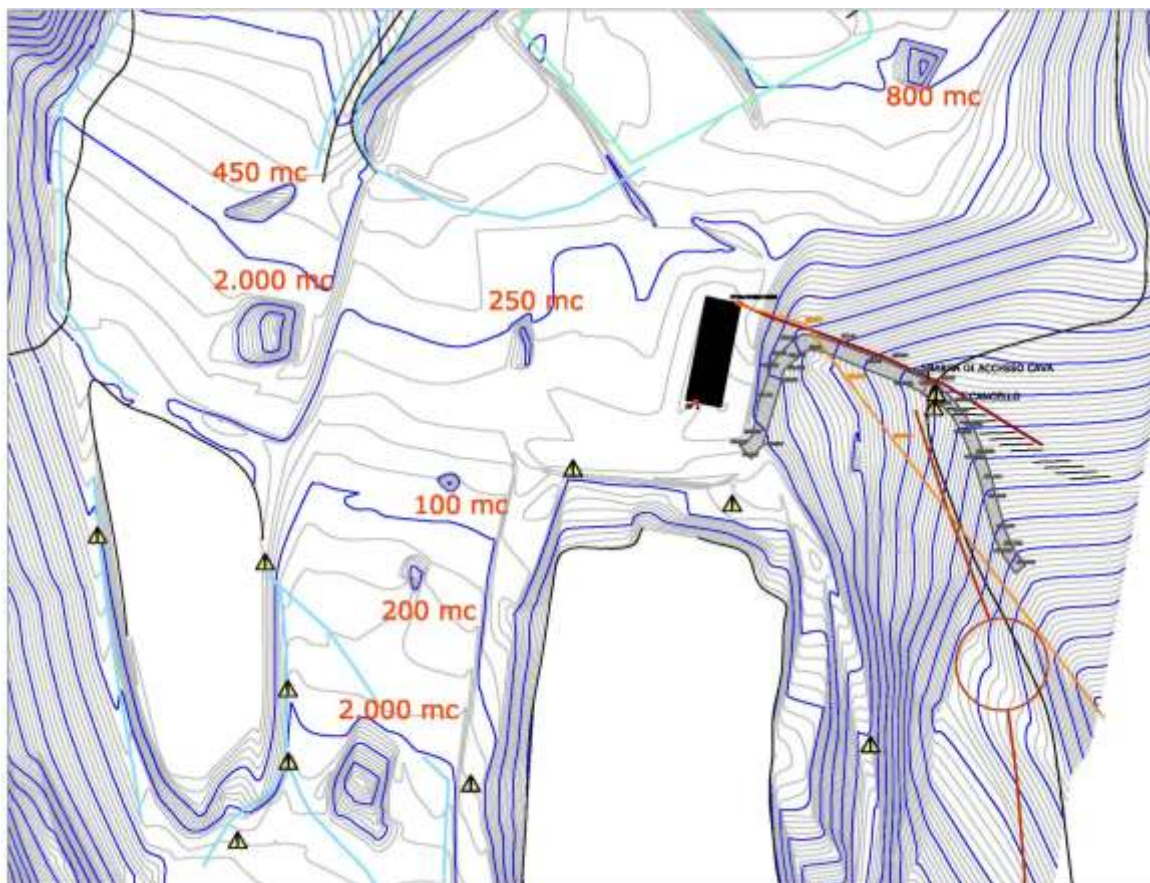


Fig. 2: cumuli

L'area in cui verrà stesa l'argilla è di ampiezza pari a circa 20.000 mq, lo spessore, quindi, è di pochi centimetri e servirà soprattutto per colmare i fossetti di ruscellamento concentrato formatasi nella aia stessa.

Verranno rimodellati i due sistemi di fossi che attualmente sono in più punti ostruiti o addirittura completamente colmati: il primo è ai due bordi del laghetto piccolo e raccoglie le acque dell'aia e quelle provenienti dalla scarpata est, il secondo collega i fossi del versante oggetto del rimodellamento morfologico a quelli bordo laghetto.

Verrà, infine, ripulito il fosso al piede della scarpata est, che a piccoli tratti è colmato o ostruito da eccessiva vegetazione; la porzione di questo ultimo in corrispondenza della colata sopra descritta subirà uno spostamento rispetto all' attuale, in posizione di maggiore sicurezza.



Foto n. 7: particolari della aia



Foto n. 8: panoramica della aia

Per quanto riguarda il lago grande, alla base del versante oggetto di rimodellamento morfologico, da un sopralluogo effettuato nel maggio 2013 dopo una stagione invernale e primaverile caratterizzata da intense precipitazioni il livello dell'acqua nell'invaso si attestava a circa 2 m al di sotto della quota dell'aia; facendo riferimento alla tavola dello Stato di Fatto si sottolinea la presenza di un argine di protezione attorno all'invaso stesso di altezza di circa 2 m (vedi fascicolo documentazione fotografica) che garantisce il contenimento delle acque.

L'argine è ricoperto da vegetazione pioniera e non presenta fenomeni erosivi in atto.

La presenza, quindi, di un franco di sicurezza di alcuni metri lungo le scarpate e di un argine sul lato sud assicura che non sia necessario la realizzazione di un troppo pieno, in quanto la capacità di invasore è decisamente superiore alla portata in entrata dal fosso e all'apporto meteorico.

5.4 Riassetto idraulico dei fossi esistenti

L'area di cava è attraversata da un sistema di fossi con sviluppo longitudinale e un altro con sviluppo lungo il perimetro est e sud, al piede dei rispettivi versanti.

Il primo è facilmente individuabile nell'aia perché si presenta in buona parte vegetato a canneto, raccoglie le acque dell'intero bacino est e quelle in uscita dal depuratore del comune di Baiso ubicato a nord est del comparto; in prossimità del corpo detritico le acque attualmente si diramano e scorrono libere nell'aia stessa.

Dal punto di vista idraulico nell'area di intervento verranno eseguite operazioni di riassetto e/o manutenzione dei fossi esistenti, con la risagomatura dei due principali fossi colleganti il comparto con il torrente immissario nel Tresinaro; la definizione delle geometrie è stata verificata, nei paragrafi successivi, in termini idraulici.

Nei due fossi in uscita sono, inoltre, previsti interventi di rimodellamento, regolarizzazione nel tracciato, corredati di briglie/soglie in legno e pietrame (come prevedono le tecniche di ingegneria naturalistica).

L'intervento descritto nel §5.2 è dettagliato, nelle sue specifiche tecniche, nel computo metrico estimativo.

In particolare, il fosso demaniale denominato Fosso dei Laghi e Fosso Valceresa, il cui tracciato è diverso da quello catastale, presenta alcuni tratti fortemente incisi. Per evitare l'erosione idrica concentrata al fondo del fosso, che

potrebbe avere come conseguenza il dissesto delle pendici scalzate al loro piede, ci sono due vie: o rendere inderodibile il fondo o diminuire la velocità dell'acqua e, quindi, la pendenza del torrente.

Considerata la natura argillosa dei terreni che caratterizzano l'area ed il contesto ambientale in cui il fosso si trova, nell'ottica di una sistemazione naturalistica si è, quindi, optato per la seconda opzione.

Si è quindi progettata la "gradonatura" del fosso, con l'inserimento di soglie e briglie in legno e pietrame, che saranno inserite nei tratti più critici. L'effetto delle briglie essendo quello di creare deposito a monte della stessa, sono state posizionate a valle dei tratti a maggiore pendenza.

Lo sviluppo complessivo del reticolo oggetto di regolarizzazione e profilatura è stato stimato cautelativamente di **2.450 m.**

5.5 Sistemazione morfologica delle vasche di decantazione

Le vasche si presentano completamente colme e ricoperte da vegetazione spontanea di tipo erbaceo-arbustivo igrofilo ben sviluppata.

Soltanto una porzione della vasca nord presenta acqua sul fondo per una superficie di 800 mq; la profondità della vasca è in media di 0.50 cm.

Il volume necessario al suo colmamento è stato stimato cautelativamente in 800 mc.

Il cumulo presente ad est in adiacenza della medesima vasca è di 800 mc, quindi, sufficiente all'intervento in progetto.

Il ripristino vegetazionale verrà attuato esclusivamente nella porzione oggetto di sistemazione morfologica lasciando l'identità delle vasche con il mantenimento gli arginelli perché creano dei micro habitat che potenzialmente portano alla differenziazione per lo sviluppo di fauna e flora locali.



Foto n. 9: vasche di decantazione



Foto n. 10: cumulo in adiacenza alle vasche di decantazione

5.5.1 Verifiche idrauliche e dimensionamento della rete idraulica

L'area in studio ricade all'interno del bacino idrografico del Tresinaro un affluente di sponda sinistra del fiume Secchia; a SE dell'ambito scorre un corso d'acqua minore, che raccoglie le acque di tributari minori che provengono dai vari impluvi, per poi sfociare nel T. Tresinaro poco più a valle. L'assetto idrografico descritto è rappresentato nella figura successiva.

Tutta l'area, in realtà, a causa della presenza di litologie prevalentemente argillose, è caratterizzata da zone di impluvio create da semplici fenomeni di ruscellamento concentrato.

Quindi, nell'intero versante si riconoscono solo piccoli naturali fossi di drenaggio delle acque piovane, la cui genesi è associabile al fenomeno del ruscellamento concentrato, che confluiscono nel comparto.

Nel presente capitolo si illustrano le verifiche idrauliche volte al dimensionamento della rete idrografica della porzione del comparto oggetto dell'intervento; l'area in studio è stata suddivisa in sottobacini imbriferi (microbacini) per i quali si è proceduto alla valutazione dei tempi di corrivazione, delle portate massime e quindi al dimensionamento delle sezioni di deflusso alla chiusura di ogni singolo microbacino.

Nella figura seguente si riporta la suddivisione dei sottobacini imbriferi in cui la numerazione è stata fatta da nord a sud in senso orario, di seguito se ne riporta una breve descrizione:

microbacino 1: interessa un versante che è al di fuori del comparto estrattivo e coinvolge terreni ben vegetati e in parte anche boscati confluyente nel fosso in uscita dal comparto (porzione ovest);

microbacino 2: interessa un versante che è, per la maggior parte, al di fuori del comparto e coinvolge terreni ben vegetati e in parte anche boscati confluyente nel fosso adiacente alle ex-vasche di decantazione;

microbacino 3: trattasi della porzione di versante compresa fra l'area di intervento morfologico e la viabilità in entrata nel comparto confluyente nel fosso adiacente alle ex-vasche di decantazione;

microbacino 4: trattasi della porzione di versante a monte dell'area di intervento morfologico confluyente nella rete di drenaggio di progetto, in particolare nel collettore di monte;

microbacino 5:trattasi dell'area di intervento morfologico vero e proprio, suddiviso in due parti che confluiscono in due sistemi di collettori, il primo confluyente nel fosso limitante l'area ad ovest mentre il secondo nel collettore confluyente nella zona a lago;

microbacino 6:rappresenta la porzione di versante, ad est dell'area di intervento compresa fra la strada statale e l'aia del comparto, confluyente nel fosso esistente alla base del versante stesso, completamente vegetato;

microbacino 7: rappresenta la porzione di versante, a sud del comparto,in buona parte vegetato e nella parte superiore boscato, confluyente nel fosso esistente alla base del versante stesso;

microbacino 8: rappresenta la porzione di versante, a sud del comparto,corrispondente al corpo di frana confluyente nel sistema di drenaggio progetto oggetto dell'intervento di rinfranco.

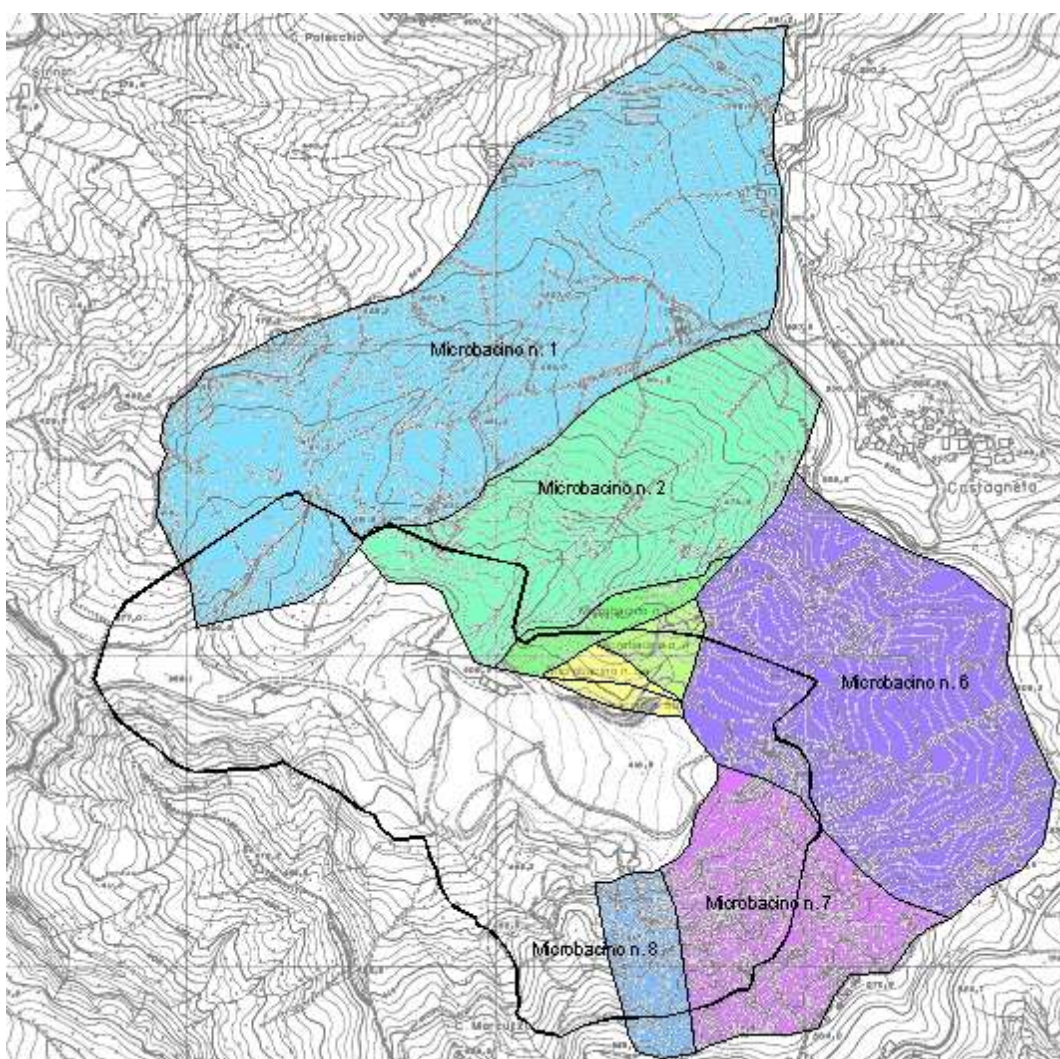


Fig. 3: microbacini imbriferi considerati

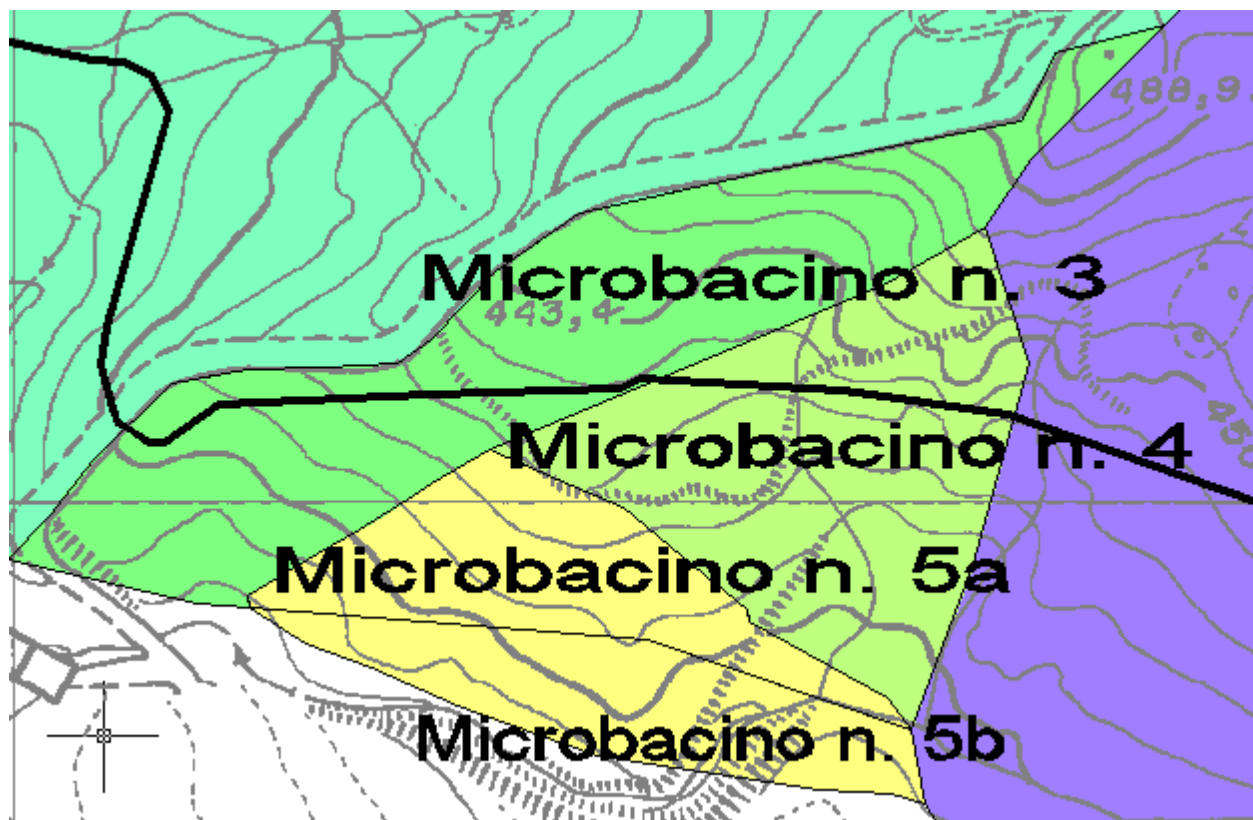


Fig. 4: microbacini dell'area di intervento morfologico

Non si è considerato la porzione sud ovest del comparto e i relativi bacini imbriferi perché afferenti ad un fosso esistente al piede del versante stesso che, dai sopralluoghi effettuati è risultato avere una buona efficienza idraulica. Inoltre suddetto versante è per la maggior parte ben vegetato con un bosco ben sviluppato nella parte di monte, infine l'aia è caratterizzata da vegetazione arbustiva ben sviluppata che impedirebbe un eventuale accesso con mezzi meccanici al fosso stesso.

5.5.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Per "tempo di corrivazione" si intende il tempo necessario affinché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura dei singoli bacini rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino; tale parametro costituisce una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti e della copertura vegetale.

Per il suo calcolo è stata applicata la formula del Giandotti, tempo di corrivazione (in ore):

$$T_c = (1.56 \cdot \sqrt{S} + 1.5 L) / (0.8 \cdot \sqrt{H})$$

$$t_c = [1/(M \cdot d) \cdot S^{1/2} + 1.5 \cdot L] / (0.8 \cdot H^{1/2})$$

dove:

- ✓ M = parametro in funzione del tipo di utilizzazione del suolo (0.667 per il terreno nudo);
- ✓ d = parametro in funzione della permeabilità dei terreni (0,96 per i terreni poco permeabili);
- ✓ S = superficie del bacino imbrifero (kmq);
- ✓ L max=lunghezza massima del collettore principale (km);
- ✓ Hmax = altezza massima del microbacino imbrifero;
- ✓ H0 = altezza minima del microbacino imbrifero riferita alla sezione di chiusura;

- ✓ Hm = altezza media del microbacino imbrifero riferita alla sezione di chiusura del collettore di ciascun microbacino (m).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con i dati utilizzati e il valore del tempo di corrivazione per ogni bacino.

MICROBACINO	S (mq)	S (Kmq)	L (m)	L (km)	h 0 (m)	h max (m)	h medio (m)	h medio-h0	Tc (ore)	Tc (minuti)
1	451.807,00	0,452	834,00	0,83	369,00	562	465,50	96,50	0,0415	2,492
2	189.600,00	0,190	537,00	0,54	408,90	556	482,45	73,55	0,0324	1,944
3	39.229,00	0,039	201,00	0,20	430,00	489	459,50	29,50	0,0281	1,689
4	13.974,00	0,014	80,00	0,08	413,00	470	441,50	28,50	0,0115	0,689
5a	6.756,00	0,007	57,80	0,06	413,00	429	421,00	8,00	0,0287	1,724
5b	6.268,00	0,006	13,26	0,01	394,00	408	401,00	7,00	0,0088	0,531
6	309.465,00	0,309	462,54	0,46	429,00	528	478,50	49,50	0,0472	2,834
7	116.064,00	0,116	279,30	0,28	429,00	572	500,50	71,50	0,0178	1,069
8	33.124,00	0,033	291,00	0,29	425,00	549	487,00	62,00	0,0186	1,119

Tab.1: calcolo dei tempi di corrivazione

5.5.3 Calcolo della portata massima per ogni singolo bacino

Per il calcolo della portata massima ipotizzabile in uscita dallo sfioratore, si è presa in considerazione la precipitazione calcolata per un tempo di ritorno di 100 anni con il metodo di Gumbel: per determinare l'altezza meteorica (h) relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, si sono utilizzati i valori delle precipitazioni di massima intensità (orarie), relative alle stazioni meteorologiche relative alla fascia altimetrica in oggetto, considerando quindi stazioni confrontabili dal punto di vista climatico e che quindi si assumeranno rispondenti al regime degli afflussi esistenti.

I dati di pioggia sono stati elaborati secondo curve dette "linee segnalatrici di possibilità climatica".

$$h = a t^n$$

dove:

a = parametro caratteristico della stazione in esame della curva di probabilità pluviometrica;

n = esponente della curva di probabilità pluviometrica riferita ad un certo tempo di ritorno;

t = tempo di progetto = tempo di corrivazione (tc).

Determinati in tal modo i tempi di corrivazione di ciascun microbacino si è proceduto alla determinazione della portata massima, che si prevede che defluisca in corrispondenza della sezione basale di ciascun microbacino in funzione delle precipitazioni critiche riferite ad un tempo di ritorno di 100 anni.

La portata massima di ciascun collettore è determinata tramite l'ausilio della formula del metodo di Giandotti considerando un'altezza di precipitazione critica riferita al tempo di corrivazione tc:

$$Q_{max} = 0.278 * C * h(t) * S / t_c$$

dove:

0.278 = fattore di conversione per ottenere la portata in (m3/sec);

C = coefficiente di deflusso, in funzione del tipo di suolo, si è fatto riferimento ai coefficienti di Frevert;

h(t) = massima precipitazione al tempo t=tc (mm);

S = Superficie del microbacino imbrifero (km2);

Tc = tempo di corrivazione (h).

I parametri a ed n delle linee segnalatrici sono ricavati dall'allegato 3 del PAI (legge 18/05/1989, n.183 art.17, comma 6ter) avente per oggetto la distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

Nel suddetto allegato i valori dei parametri a ed n, per tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni, sono derivati per interpolazione spaziale dei punti di una griglia di discretizzazione con cui è stato suddiviso il territorio; si è considerata la cella, all'interno della quale ricade l'area in esame.

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, che è in funzione del tipo di suolo, fra le numerose formule presenti in letteratura si è fatto riferimento ai coefficienti di Frevert che fornisco un valore del parametro in funzione sia del tipo di terreno che del tipo di vegetazione che della pendenza.

Caratteristiche del bacino			Coefficiente di deflusso C		
Manto vegetale	Morfologia del suolo	Pendenza dell'asta principale della rete idrografica [%]	Terreno con sabbia grossa	Terreno con argilla e limo	Terreno con argilla compatta
Bosco	pianeggiante	0÷5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5÷10	0.25	0.35	0.50
	montuoso	10÷30	0.30	0.50	0.60
Pascolo	pianeggiante	0÷5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5÷10	0.16	0.36	0.55
	montuoso	10÷30	0.22	0.42	0.60
Coltivato	pianeggiante	0÷5	0.30	0.50	0.60
	ondulato	5÷10	0.40	0.60	0.70
	montuoso	10÷30	0.52	0.72	0.82

Tab.2: coefficienti di Frevert

Dall'applicazione della formula di Giandotti si ottengono i seguenti risultati:

MICROBACINO	S (mq)	S (Kmq)	C (fonte:Frevert)	Qmax
1	451.807,00	0,452	0,30	15,27
2	189.600,00	0,190	0,30	7,59
3	39.229,00	0,039	0,50	2,88
4	13.974,00	0,014	0,50	1,89
5a	6.756,00	0,007	0,50	0,49
5b	6.268,00	0,006	0,50	1,01
6	309.465,00	0,309	0,30	9,59
7	116.064,00	0,116	0,50	11,63
8	33.124,00	0,033	0,50	3,22

Tab.3: calcolo delle portate massime (Formula di Giandotti)

Essendo i bacini di piccole dimensioni si ottengono spesso dei valori che sono decisamente superiori alla esperienza, in via cautelativa la portata di massima piena è stata, quindi, calcolata anche con il metodo cinematico di Merlo che prende in considerazione la precipitazione massima di un determinato tempo di ritorno ragguagliate al bacino sotteso e di durata pari al tempo di corrivazione.

In questo caso i risultati di seguito riportati si ritengono sottostimati.

MICROBACINI	S (mq)		c	Qmax
1	451.807,00		0,17	1,293
2	189.600,00		0,17	0,501
3	39.229,00		0,17	0,099
4	13.974,00		0,17	0,027
5a	6.756,00		0,17	0,017
5b	6.268,00		0,17	0,011
6	309.465,00		0,17	0,923
7	116.064,00		0,17	0,253
8	33.124,00		0,17	0,073

Tab.4: calcolo delle portate massime (Formula di Merlo)

Per le verifiche sui collettori si è quindi preso a riferimento i risultati ottenuti dalla applicazione della formula di Giandotti anche se in molto caso sovrastimati.

5.5.4 Calcolo delle sezioni dei nuovi collettori e verifica di quelli esistenti

Per determinare la sezione dei nuovi collettori si è utilizzata la formula di Gaukler-Strickler, in particolare, conoscendo la portata teorica massima, il materiale con cui viene costruito la tubazione se ne determina la sua dimensione:

$$Q_{max} = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

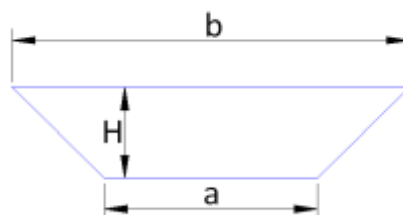
dove rispetto ad una sezione tipo di seguito schematizzata:

k= coefficiente variabile a seconda dalla natura delle pareti

S = sezione bagnata

R= raggio idraulico = Sez bagn./perimetro bagnato

i= pendenza del fondo alveo



In funzione della pendenza media del percorso del fosso si ottiene la portata transitabile nel fosso.

Le analisi eseguite oltre a dimensionare le portate dei collettori di nuova costruzione hanno analizzato anche la portata di quelli già esistenti, che risultano tutti verificati.

La verifica è stata svolta sui due collettori di progetto relativi all'area di intervento morfologico e corrispondenti al n.1 e 2 e relativi ai microbacini n.5a e 5b.

I due fossi esistenti paralleli alla pista in uscita dal comparto presentano alcuni tratti in forte erosione, le dimensioni medie sono h=150cm, b.=170cm, a =130cm; in termini di sezione idraulica il collettore risulta verificato (collettore n.3). In questo caso, si provvederà ad un controllo della sezione dell' alveo in tutta la loro lunghezza per verificare l'eventuale necessità di regolarizzazione nel tracciato. Nei fossi verranno realizzati briglie/soglie in legno e pietrame (come prevedono le tecniche di ingegneria naturalistica).

Il fosso che si sviluppa alla base del versante sud ha le dimensioni del collettore n.3 che risultano verificate rispetto al microbacino 7.

Per quanto riguarda il collettore alla base del versante est, essendo ricoperto di vegetazione a canneto non è stato possibile effettuare un rilievo di dettaglio; si è, quindi, verificato in termini idraulici le dimensioni del tratto del fosso da risagomare, in corrispondenza della colata (collettore n. 4).

Di seguito riportiamo le dimensioni dei collettori verificati.

collettori	K	a	b	H	ipotenusa	superficie bagnata	raggio idraulico	R(2/3)	Qmax (mc/sec)
1	35	0,4	0,8	0,5	0,4	0,3	0,15	0,28	0,59
2	35	0,5	1	0,6	0,625	0,45	0,16	0,30	1,89
3	35	1,3	1,7	1,5	2,29	2,25	0,30	0,45	15,78
4	35	1,3	1,5	1,2	1,97	1,68	0,25	0,40	10,02

Tab.5: calcolo delle portate massime dei collettori

Nella figura riportata di seguito sono evidenziati i collettori sia di progetto che esistenti, rappresentati con colori diversi, la cui numerazione corrisponde a quanto riportato nella tabella n.5.

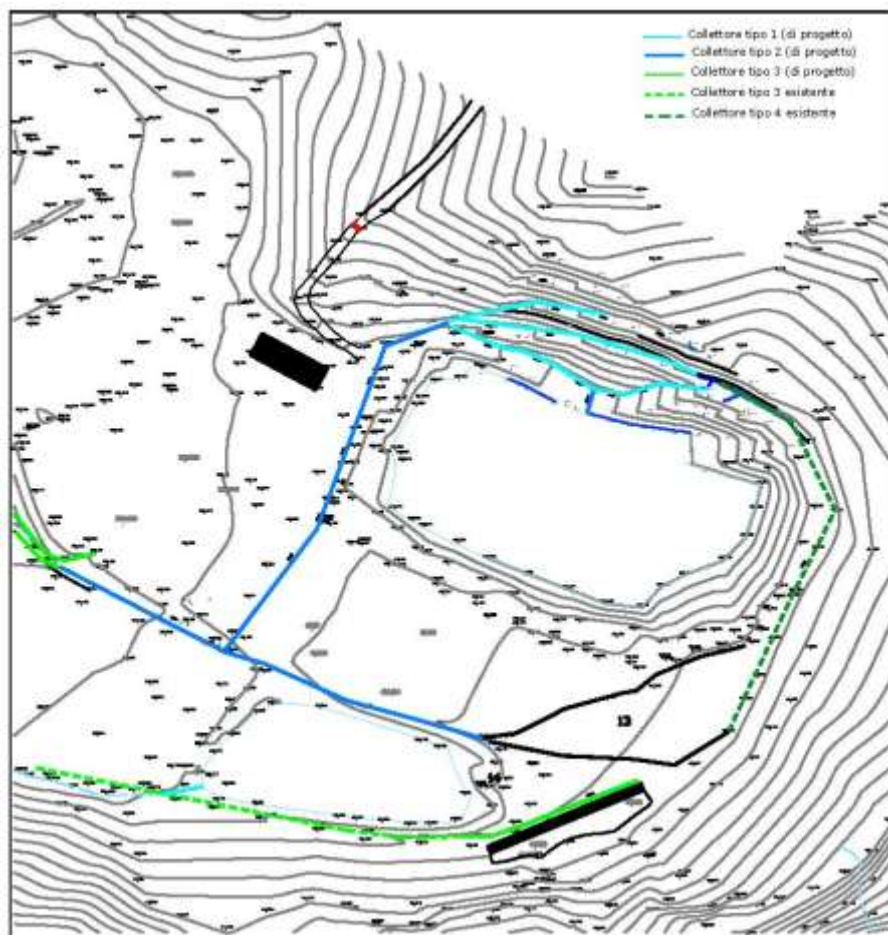


Fig. 5: schema dei collettori

5.5.1 Progetto di regolarizzazione dei due fossi longitudinali

Le ultime modifiche morfologiche che sono state eseguite nell'area di cava risalgono ad almeno venti anni fa, pertanto si può affermare che, anche i due fossi che corrono paralleli alla strada che conduce alla parte bassa della cava non siano stati oggetto di interventi da diversi anni.

Un corso d'acqua non regimato o mantenuto tende a produrre la sua pendenza di compensazione e questo stato di equilibrio può essere raggiunto solo col tempo, a seguito di franamenti ed erosioni, così come è accaduto ai due fossi in esame.

Attraverso la sistemazione si tende a conseguire artificialmente ed in anticipo l'assetto del corso d'acqua, evitando o limitando il più possibile l'erosione ed i franamenti. Non è però necessario sistemare tutti i torrenti, infatti non tutti danneggiano, e anche se danneggiano, non tutti i danni hanno il carattere dell'insopportabilità: questo criterio, nell'ottica della sistemazione naturalistica dell'area, ha quindi guidato la progettazione.

Dai sopralluoghi effettuati sono stati rilevati locali fenomeni di erosione, diffusi un po' lungo tutto il corso d'acqua, sui quali è opportuno eseguire degli interventi.

In prima ipotesi si era valutata la possibilità di realizzare una briglia in gabbioni, in corrispondenza della sez. 1 dove era già presente una briglia in cemento, ormai crollata e divelta, della quale rimangono ora alcune porzioni (foto 10).

Una briglia necessita però di una fondazione su cui appoggiare, di solito una controbriglia, ma soprattutto un corretto ammorsamento con le pareti laterali dell'alveo. Infatti, le acque di deflusso possono facilmente creare un varco tra le pareti naturali e la briglia. Tale problema non sussiste se le pareti naturali hanno idonea consistenza e la briglia su di esse è ben ferma. Ma quando le pareti naturali sono composte da rocce sciolte facilmente erodibili, come nel caso in esame, un buon ammorsamento non è sufficiente, da qui la necessità di muri d'ala, cioè di opere di tipo longitudinale che costringano l'acqua a rimanere nell'alveo, impedendole di cercare altre vie. I muri d'ala devono poi essere spinti a monte ed a valle fino al punto in cui la corrente idrica non risenta dell'effetto della briglia.

Un intervento di questo tipo non è coerente con il carattere naturalistico del progetto di sistemazione e inoltre non è sostenibile dal punto di vista delle risorse economiche disponibili. Si aggiunga il fatto che con una sola briglia non si otterrebbe l'obiettivo di ridurre la pendenza media del corso d'acqua e regolarizzare il suo corso, diminuendo l'erosione del fondo.

In ultima analisi, sia in considerazione dello stato generale dei due collettori, sia della finalità naturalistica del progetto di sistemazione e delle risorse economiche disponibili, si è ritenuto preferibile realizzare interventi diffusi lungo il percorso dei due collettori, piuttosto che concentrare gli interventi su un'unica posizione.



Foto 11: particolare della briglia in cemento crollata

Le briglie/soglie sono sbarramenti di piccola altezza, posti a conveniente distanza tra loro, a monte delle quali si accumulano i materiali trasportati dalla corrente, portando il fondo alla pendenza voluta. Tale dinamica comporta pertanto la realizzazione di più briglie poste in serie lungo il corso d'acqua.

Si procederà, inoltre, alla risagomatura delle sponde.

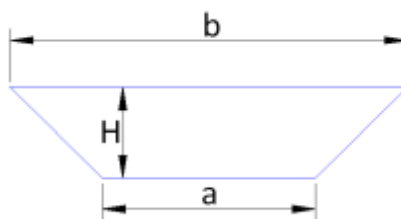
L'obiettivo dell'intervento che si propone è quello di ridurre l'erosione concentrata al fondo dei fossi, raggiungibile con due vie principali: rendere inerodibile il fondo (opzione non percorribile per la caratteristica di naturalità dell'intervento) oppure diminuire la velocità dell'acqua, e quindi la pendenza. Si è optato per questa seconda opzione, con l'inserimento di soglie in pietrame e legname che saranno realizzate lungo i due collettori, come mostrato nelle schede allegate (Allegato 5).

Per progettare l'intervento di sistemazione dei due fossi collettori sono stati rilevati il profilo longitudinale ed alcune sezioni trasversali, che sono riportati in Allegato 5.

Dall'analisi delle sezioni trasversali emerge che in generale le sezioni non presentano problemi di officiosità idraulica, ovvero di deficit rispetto al contenimento delle acque in fase di piena: a questo scopo sono state verificate alcune sezioni trasversali, descritte nell'allegato 5.

Si riporta qui il calcolo effettuato sulla sezione 2. L'attuale sezione idraulica in corrispondenza della Sezione 3 presenta le seguenti dimensioni

$$h=280\text{cm} \quad b=360\text{cm} \quad a=80\text{ cm}$$



Con una superficie bagnata pari a $5,9 \text{ m}^2$, ben superiore quindi alla superficie bagnata di verifica ($2,25 \text{ m}^2$).
A monte di questo tratto però sono attivi fenomeni di erosione del fondo.



Foto 12: particolare del fosso in corrispondenza della Sez. 2

5.5.2 Indicazioni tecniche di intervento

Dalle considerazioni ed analisi sopra riportate si conclude che sarà realizzata una rete di drenaggio e scolo superficiale (denominata nelle tavole come “fossi collettori”, cfr. Tav.6 e Allegato 5), con l’obiettivo di raccogliere e allontanare le acque evitandone l’infiltrazione in profondità. A tale rete si aggiunge la rete di “fossi esistenti oggetto di rimodellamento”: trattasi di fossi già presenti che saranno rimodellati e regolarizzati nel tracciato e corredati di 10 briglie/soglie in legno e pietrame (come prevedono le tecniche di ingegneria naturalistica). L’intervento così descritto è dettagliato, nelle sue specifiche tecniche, nel computo metrico estimativo, riportato al fondo del presente documento e che qui si riporta per completezza.

Ripristino di fosso di scolo, eseguita con mezzo meccanico (scavafossi, benna escavatrice ecc.) sezione cm $(60+30) \times 30$:2 pari a un volume di terreno di mc 0,135 per metro.

Briglia in legname di castagno, costituita da pali scorciati e appuntiti (diam cm 15-20, l m 2,5), piantati nel terreno per una profondità di m 0,80/1,00 e alla distanza di m 1,00/1,20, traversi e tiranti, fissati fra loro mediante tondino di ferro a resistenza migliorata, compreso il riempimento a tergo con il terreno di risulta dello scavo di impostazione ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte, incluso lo scavo di impostazione. Dimensioni briglia tipo: mc. 3,5 circa ($L = m 3$; $l = m 1$; $h = m 1,5$).

6 SISTEMAZIONE AGRO-VEGETAZIONALE

6.1 *Intervento di ricostruzione vegetazionale*

Le modalità di intervento e di sistemazione agro-vegetazionale sono efficacemente rappresentate nella tavola allegata (cfr. Tav.8): nel prosieguo saranno descritte nel dettaglio. Si premette che il suddetto intervento è strettamente interconnesso con il risanamento e la stabilizzazione dei pendii in dissesto, che viene progettato adottando in via prioritaria le tecniche di ingegneria naturalistica: un capitolo a parte del presente documento tratterà infatti tale disciplina e le modalità di intervento nel sito in oggetto.

6.1.1 *Obiettivi e criteri dell'intervento di ricostruzione vegetazionale*

Si ricorda che la destinazione finale del sito in oggetto, come prescritta dal P.A.E., deve privilegiare un recupero naturalistico destinato alla ricostruzione di boschi e arbusteti collinari mesofili e xero-termofili (cfr. art.43 – Destinazione finale delle aree oggetto di attività estrattiva delle NTA per la Zona di PAE n.2). Per una corretta progettazione degli interventi di recupero, di seguito delineati, si ritiene utile premettere la descrizione degli stessi con la disanima degli obiettivi di carattere generale e specifici da perseguire, nonché dei criteri adottati.

Tra gli obiettivi di carattere generale si ricorda:

- favorire o instaurare un processo naturale di ricostruzione dell'ambiente, senza mirare a ripristinare le condizioni ante-operam;
- recuperare un nuovo equilibrio naturale e paesaggistico del sito;
- imitare e favorire i processi naturali interrotti dall'attività estrattiva;
- apportare un miglioramento generale della qualità ambientale attraverso un aumento della biodiversità;
- reintegrare e armonizzare le aree rispetto al contesto territoriale dal punto di vista morfologico, pedologico, vegetazionale e paesaggistico;
- restituire al territorio un uso compatibile, ecologicamente sostenibile e in grado di estendere i benefici ambientali ricostruiti alle aree ed ai sistemi ambientali circostanti.

Tra gli obiettivi specifici si rammenta:

- accelerare le dinamiche che portano alla formazione del suolo;
- assicurare una copertura vegetale almeno erbacea nella maggior parte delle aree recuperate per contrastare l'erosione superficiale;
- dare inizio alla successione naturale che porti nel tempo alla presenza di formazioni vegetali stabili, in equilibrio con l'ambiente, cercando di velocizzare i primi stadi;
- contenere o eliminare effetti di erosione superficiale e degrado dei terreni anche in assenza di opere artificiali;
- interventi di risanamento e stabilizzazione dei pendii in dissesto progettati adottando le tecniche di ingegneria naturalistica.

I criteri che sono alla base del presente progetto sono:

- a) essere rispondente sotto ogni punto di vista ai vincoli ed alle prescrizioni degli strumenti sovraordinati di pianificazione territoriale;
- b) risultare compatibile con le politiche di riqualificazione ambientale poste eventualmente in atto dalla pubblica amministrazione;
- c) prevedere il reinserimento delle aree estrattive dismesse nell'ambiente preesistente cercando se possibile di migliorare il valore naturalistico con un aumento della biodiversità;
- d) assumere come dato di partenza lo stato di fatto derivante dall'osservazione e dallo studio delle aree nell'ambiente circostante;
- e) essere attivato in tempi brevi, compatibilmente con la conclusione dei lavori di recupero morfologico.

Al termine dei lavori di recupero morfo-geometrico e di rimodellamento delle superfici si procederà agli interventi di ricostruzione ambientale con l'adozione di metodiche ricostruttive basate sui criteri della successione ecologica, allo scopo di ottenere fitocenosi congruenti, sotto il profilo compositivo, strutturale e funzionale, con l'ecosistema potenziale locale.

La scelta del materiale vegetale (anche in conformità alle N.T.A. del P.A.E., art.45, comma 2) da porre a dimora adotterà le seguenti priorità:

- impiego di materiale vegetale appartenente al genotipo locale delle singole specie previste, al fine di scongiurare possibili fenomeni di inquinamento floristico e bio-genetico e di offrire le migliori garanzie di rapido attecchimento e adattamento;
- i materiali destinati alla diffusione per via agamica saranno prelevati, secondo specifiche modalità e criteri, presso idonee stazioni naturali indicate da tecnico abilitato;
- il materiale vivaistico sarà procurato presso vivai specializzati e sarà accompagnato da apposita certificazione di provenienza, conformemente alle disposizioni legislative vigenti in materia (L.269 del 22/05/1973 e s.m.i.);
- impiego di specie arbustive e arboree per la creazione di microambienti diversificati.

L'introduzione di tali specie arboree ed arbustive garantirà la realizzazione di nicchie ecologiche ed ecosistemi naturali, che concorreranno al mantenimento di una buona qualità ambientale.

Tutto ciò premesso si richiama quanto scritto in relazione di analisi in merito allo stato attuale di sviluppo della copertura arborea-arbustiva dell'area: il "sistema antropico" (rappresentato dalle vasche di decantazione con corredo vegetazionale erbaceo discontinuo; dalle aree denudate connesse all'attività estrattiva ad es. fronti di cava, aie di lavorazione; delle aree nude prive di copertura vegetazionale; dalle strutture connesse all'attività estrattive e relative pertinenze) presenta una estensione percentuale totale che nel 2017 si è ridotto a ca. il 12%, contro il 22,6% dell'intera area di cava come rilevato nel 2012. L'elemento antropico è quindi ancora rappresentato anche se con una minore estensione rispetto al sistema forestale e con una tendenza positiva ad essere marginalizzato, come evidenziato nel quinquennio trascorso. È quindi tra gli obiettivi del presente progetto

ridurre in modo sempre più consistente la “matrice antropica” per fare emergere gli elementi più naturali, e sviluppare la biodiversità dell’ambito estrattivo in oggetto: processo di “rinaturalizzazione” che si è svolto spontaneamente nel corso degli anni trascorsi dal 2012 al 2017, come risulta evidente confrontando la situazione dello stato di fatto agro-vegetazionale 2012 con lo stato del 2017 e che potrà essere “facilitato” con il presente progetto.

La riduzione della superficie priva di copertura sarà ottenuta tramite l’operazione di inerbimento dell’area delle ex vasche di decantazione, che comporterà un ulteriore incremento del 3,5% della superficie rivegetata: rispetto al totale la superficie finale con copertura sarà quindi pari a ca. l’85%, quindi superiore agli obiettivi prefissati dal P.I.A.E. del 60% (vedi Allegato n. 9).

6.1.2 Tipologie di ricostruzione vegetazionale

Nella scelta della tipologia vegetazionale concorrono diversi fattori: le norme del P.A.E. fanno espresso riferimento a condizioni stazionali finali determinate dal nuovo assetto morfologico conseguente alla risagomatura delle aree, con l’adozione di soluzioni progettuali che abbiano come riferimento cardine l’esposizione prevalente. E’ avviso delle scriventi che in aggiunta all’esposizione prevalente degli ambiti da ricostruire siano da considerare lo stato di rinaturazione spontanea raggiunta dalle aree in oggetto, nelle quali l’attività estrattiva da lungo tempo non è più esercitata. A ciò si deve aggiungere la ricerca di interventi che siano in grado di garantire la autosostenibilità ecologica, requisito considerato fondamentale sia nel PIAE che nel PAE, nel rispetto degli obiettivi e dei criteri enunciati in precedenza.

L’intervento di ricostruzione vegetazionale da attuare nel sito in oggetto è finalizzato quindi alla ricostituzione di:

1. superfici soggette a inerbimento (copertura prativa);
2. siepe lineare alto arbustiva;
3. zone umide;
4. emergenze geologiche.

A premessa della trattazione delle singole tipologie vegetazionali, degli interventi di ricostruzione da adottare, delle indicazioni tecniche conseguenti si ritiene utile una digressione sulle tecniche di ingegneria “naturalistica” che saranno adottate.

6.2 Interventi di stabilizzazione e risanamento dei pendii

Gli interventi di stabilizzazione e risanamento dei pendii sono effettuati tramite l’ingegneria “naturalistica” (un tempo denominata “bioingegneria forestale”). Trattasi di una disciplina tecnico-scientifica che studia le modalità di utilizzo, come materiali da costruzione, di piante viventi, di parti di piante o addirittura di intere biocenosi vegetali, spesso in unione con materiali non viventi come pietrame, terra, legname e acciaio.

Infatti, particolari specie vegetali “pioniere” hanno apparati radicali tali da poter consolidare efficacemente sponde, versanti e scarpate, il tutto unito ad un effetto drenante dovuto alla loro elevata capacità di traspirazione. Lo scopo dell’ingegneria naturalistica è quello di operare quindi un migliore inserimento nel paesaggio di certe opere ritenute necessarie in una logica di sviluppo compatibile, mitigando così il loro impatto sia a livello estetico-paesaggistico che naturalistico, o ambientale in senso più ampio del termine.

Resta però altrettanto evidente che a monte di una qualsiasi scelta di intervento sul territorio debba essere verificata, a livello interdisciplinare, l’effettiva necessità dell’opera in sé: si deve sempre prendere in considerazione anche la cosiddetta “opzione zero” o di “non intervento” il cui principio ispiratore è legato al rapporto tra il rischio che un certo potenziale evento dannoso si verifichi ed il costo economico ed ambientale dell’opera medesima.

L’ingegneria naturalistica è, pertanto, un insieme di tecniche, le quali, accelerando i processi naturali in atto, consentono il raggiungimento di precisi obiettivi in tempi più brevi ed a costi sostenibili; ciò richiede un’elevata professionalità in quanto la ricerca di un preciso equilibrio naturale risulta essere complessa anche a causa degli innumerevoli fattori ambientali (temperatura, luce, acqua, suolo, etc.) che caratterizzano una determinata zona.

L’ingegneria naturalistica può svolgere importanti funzioni, quali:

1 - funzione idrogeologica: consolidamento del terreno, copertura del terreno, assorbimento delle precipitazioni atmosferiche, protezione del terreno dall’erosione causata dall’azione delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale, del vento e delle escursioni termiche, nonché funzione di drenaggio delle acque;

2 - funzione naturalistica: creazione di macro e microambienti naturali, recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone, miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno;

3 - funzione estetico-paesaggistica: rimarginazione delle “ferite” del paesaggio, inserimento di opere e costruzioni nel paesaggio, protezione dal rumore;

4 - funzione economica: risparmio sui costi di costruzione e di manutenzione di alcune opere.

Le tecniche di ingegneria naturalistica possono essere applicate in diversi ambienti, quali:

a - corsi d’acqua: consolidamento e rinverdimento delle sponde, costruzione di briglie e pennelli, creazione di rampe di risalita per l’ittiofauna;

b - zone umide: realizzazione di ambienti idonei alla sosta ed alla riproduzione degli animali,

c - coste marine: consolidamento delle dune sabbiose;

d - cave: recupero ambientale di ex-cave;

e - versanti: consolidamento ed inerbimento di pendici franose o di piste da sci;

f - discariche: inerbimento e rinverdimento dei rilevati;

g - infrastrutture viarie e ferroviarie: inerbimento e rinverdimento delle scarpate e degli svincoli, realizzazione di barriere antirumore.

6.2.1 Lineamenti sintetici di intervento

Per migliorare le condizioni di stabilità dei pendii in dissesto e delle aree pianeggianti con debole pendenza, ed assicurare un adeguato recupero vegetazionale e paesaggistico dell'area di intervento attraverso l'ingegneria naturalistica, sono previsti i seguenti interventi:

- A. creazione di una rete di drenaggio e scolo superficiale, al fine di raccogliere e allontanare le acque evitandone l'infiltrazione in profondità, con una diminuzione delle pressioni interstiziali ed un conseguente aumento della resistenza al taglio delle terre;
- B. inerbimento di aree "denudate", sia su aree in versante che su superfici pianeggianti con debole pendenza, allo scopo di contrastare il ruscellamento e quindi l'erosione operata dalle acque meteoriche;
- C. realizzazione di fascia alto arbustiva lineare (siepe), con funzioni di presidio idrogeologico, ricostruzione di habitat e di "mimesi" di interventi caratterizzati da eccessiva artificializzazione.

6.2.2 Indicazioni tecniche di intervento

In merito ad ognuno dei punti sopra delineati si dettaglia:

- A. creazione di una rete di drenaggio e scolo superficiale, in corrispondenza dei versanti in dissesto oggetto di rimodellamento morfo-geometrico e delle aree pianeggianti di ex-cava (aie utilizzate durante l'attività estrattiva) sarà realizzata una rete di drenaggio e scolo superficiale (denominata nelle tavole come "fossi di progetto", cfr. Tav.6), con l'obiettivo di raccogliere e allontanare le acque evitandone l'infiltrazione in profondità. A tale rete si aggiunge la rete di "fossi esistenti oggetto di rimodellamento": trattasi di canalette già presenti che saranno rimodellate, regolarizzate nel tracciato e corredate di briglie/soglie in legno e pietrame (come prevedono le tecniche di ingegneria naturalistica). L'intervento così descritto è dettagliato, nelle sue specifiche tecniche, nel computo metrico estimativo, riportato al fondo del presente documento. Per la descrizione dettagliata delle opere da realizzare si rimanda al capitolo relativo agli interventi idraulici.
- B. Superfici soggette a inerbimento, con lo scopo di contrastare il ruscellamento e l'erosione operata dalle acque meteoriche, anche in aree a debole pendenza (ad es. area ex vasche di decantazione o ex aie di lavorazione) verrà operato un intervento di inerbimento (realizzazione di copertura prativa) descritto nel prosieguo del presente documento nel capitolo relativo all'illustrazione delle tipologie vegetazionali da creare, ambito denominato *Superfici soggette a inerbimento (copertura prativa)*. Per evitare quindi una inutile ripetizione, e appesantimento di contenuti, si rimanda a quanto sarà dettagliato nel seguito.
- C. realizzazione di fascia alto arbustiva lineare (siepe), con funzioni di presidio idrogeologico e ricostruzione di habitat. Trattasi della fascia da realizzare all'ingresso della cava (lunghezza di ca. 103 m). Per le specifiche tecniche e i dettagli relative alle operazioni colturali da effettuare per la creazione della tipologia vegetazionale in oggetto, si rimanda alla trattazione di dettaglio del prosieguo.

6.3 Descrizione delle tipologie vegetazionali da creare

Con l'intervento di ricostruzione vegetazionale che verrà descritto nel prosieguo si prevede di creare, di favorire o di tutelare i seguenti ambiti:

1. superfici soggette a inerbimento (copertura prativa);
2. siepe lineare alto arbustiva;
3. zone umide;
4. emergenze geologiche.

Nei paragrafi successivi saranno dettagliate le operazioni da intraprendere per la creazione degli ambiti suddetti. Si premette che la creazione di fasce lineari alto arbustive, con vegetazione multistratificata e composte da essenze autoctone, e di superfici con copertura prativa, rappresenteranno una sicura fonte di richiamo per le specie animali attualmente presenti e per tutte quelle specie che, a causa del degrado ambientale causato dalle attività estrattive, sono attualmente scomparse o molto rarefatte.

Le specie animali che compongono un ecosistema sono legate, fra loro e con le specie vegetali, da fitte reti alimentari che regolano la vita degli ecosistemi terrestri ed acquatici. Specialmente l'ornitofauna e l'erpetofauna dell'area in questione sono determinate ed influenzate dalla presenza e dalla vicinanza di corsi d'acqua e dei boschi planiziali che lo delimitano. Molte specie comunque si sono perfettamente adattate all'attuale sistema agro-vegetazionale formato da colture arboree, arbustive o erbacee, anche se fortemente antropizzato. In particolare la popolazione faunistica verrà sicuramente beneficiata e incrementata da:

- luoghi adatti alla sosta dell'avifauna stanziale e di passo (sia primaverile che autunnale), per la possibilità di reperire fonti di alimentazione;
- aumento di ambienti ricchi di nicchie ecologiche adatte alla nidificazione e zone idonee al rifugio;
- ambienti adatti ad attirare mammiferi, uccelli, rettili ed anfibi, che si sono molto rarefatti nell'areale a causa del disturbo antropico.

6.3.1 Superfici soggette a inerbimento (copertura prativa)

La copertura vegetale con essenze erbacee è uno dei primi passi della colonizzazione naturale di ambienti degradati. Il livello di complessità del sistema è alquanto ridotto: manca una stratificazione verticale e, nei primi anni, il grado di biodiversità non è molto elevato, essendo generalmente limitata la varietà di essenze presenti.

Ciò nonostante questa tipologia vegetazionale consente di ottenere indubbi benefici ambientali: contrasta l'erosione superficiale; trattiene e incrementa la dotazione organica dei terreni, mediante la deposizione e l'abbandono di spoglie vegetali, favorendo così l'insediamento di altre specie anche arboree ed arbustive; migliora l'impatto paesaggistico complessivo, per quanto riguarda l'immediata percezione dei luoghi che non appaiono più "denudati".

Il recupero a prato è quindi fondamentale laddove gli interventi di ricostruzione di tipologie vegetazionali più complesse risultano con scarse o nulle probabilità di riuscita: ciò è vero in modo particolare in situazione difficili quali superfici ad elevate pendenze, mancanza di adeguato spessore di substrato pedogenizzato, zone di difficile accesso, etc. . Il prato può quindi essere considerato come il primo stadio di un processo che prevede successivi interventi verso strutture più complesse oppure come livello finale del recupero. Nel primo caso potrà essere

destinato a fini naturalistici nelle aree a maggiore pendenza; nel secondo caso potrà essere utilizzato successivamente a fini agricoli nelle zone pianeggianti o debolmente pendenti.

Nel presente progetto è prevista la realizzazione di aree con sola copertura prativa, da realizzarsi attraverso semina a spaglio di essenze erbacee su letame (nell'area denominata "Superfici soggette a inerbimento", pari a $68.959 \text{ m}^2 \approx 69.000 \text{ m}^2$), come rappresentato in tavola 8 allegata.

Semina a spaglio di essenze erbacee su letame

Nella maggior parte delle aree di cava da ripristinare le problematiche principali sono rappresentate dalla mancanza di un adeguato spessore di suolo e dalle pendenze elevate, che accentuano i fenomeni di erosione superficiale e di dilavamento dei semi. L'intervento proposto ha l'obiettivo di ricostruire in tempi brevi uno strato superficiale che permetta l'attecchimento di una comunità abbastanza complessa di essenze erbacee. A questo scopo è previsto l'utilizzo di ammendanti organici, in particolare di letame bovino.

L'utilizzo del letame bovino presenta i seguenti aspetti positivi:

- rispetto ai fertilizzanti inorganici esplica una azione positiva sulla struttura del terreno;
- l'effetto sulla struttura è superiore anche nei confronti del liquame (rispetto a questo ultimo presenta minori difficoltà di impiego, non essendo il suo utilizzo regolato da particolari autorizzazioni o pianificazioni a livello provinciale);
- si tratta di un materiale relativamente poco costoso e facilmente reperibile in zona.

La successione degli interventi prevede:

1. lo spandimento di circa 300 g/m^2 di letame bovino;
2. una lavorazione andante del terreno superficiale (zappatura a 0,3-0,5 m) per interrare l'ammendante e far sì che cominci a formarsi un substrato più strutturato;
3. semina a spaglio di un apposito miscuglio di essenze erbacee (ca. 30 g/m^2), compresa l'erpicazione per agevolare la collocazione del seme a dimora e per evitare che sia preda dell'ornitofauna.

L'utilizzo del letame, con la successione degli interventi sopra descritta, è previsto nelle aree indicate in Tav.8: "Superfici soggette a inerbimento", con una estensione pari a ca. 69.000 m^2 .

6.3.2 Siepi lineari alto arbustive

Nel settore settentrionale di cava, all'ingresso, è prevista la realizzazione di una fascia alto arbustiva lineare (siepe), con funzioni di presidio idrogeologico e ricostruzione di habitat. Trattasi in particolare della fascia vegetale rappresentata in Tav.8 e denominata "Siepe lineare alto arbustiva" con una superficie stimata di competenza pari a ca. 310 m^2 , da realizzare all'ingresso della cava (lunghezza di ca. 103 m). La barriera vegetale descritta avrà la funzione di accentuare e "segnare" l'ingresso dell'area di ex-cava recuperata, e altresì fungerà da area di irradiazione vegetazionale spontanea del versante di accesso: le essenze costituenti la siepe favoriranno la disseminazione e rinaturalizzazione spontanea delle aree nude presenti in prossimità della stessa.

La realizzazione della siepe in progetto assicura un effetto positivo dal punto di vista paesaggistico, perché segnando l'accesso all'area di cava rappresenta un primo tentativo di ricostituzione degli allineamenti cardine delle sistemazioni agronomiche collinari storicizzate e per la ricostruzione di habitat, perché garantisce una certa continuità ecologica con le cenosi a bosco circostanti l'area di cava, nonché per la funzione di presidio idrogeologico che svolge.

Sesto di impianto: il sesto prevede una doppia fila in quinconcia 1,5 x 1,5 m, per un investimento totale di **138** piantine. Lo schema è rappresentato in Tav.8 e ripreso nella figura riportata di seguito.

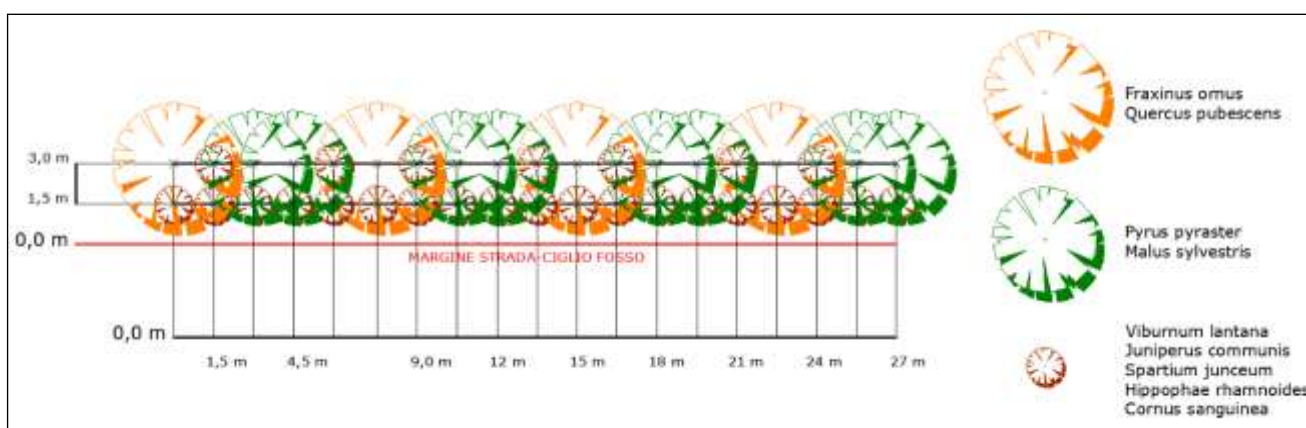


Figura 1: Particolari progettuali relativi alla siepe lineare alto arbustiva. Schema planimetrico.

I conteggi delle superfici di competenza delle siepi nonché del numero delle piante sono:

Siepe lungo l'accesso

Lunghezza: 103 m x 3 m (larghezza della siepe) = 309 m²

Area ~ 310 / 2,25 (che deriva da 1,5 m x 1,5 m dist. interfilare e tra le piante sui filari) = 137,3 ~ 138

Quindi ca. 138 piante in fitocella (con una età non superiore ai 2 anni). La compagine arborea e alto-arbustiva costituisce il 30% ca. del numero totale di piante, suddivisa tra essenze arboree che costituiscono il 70% e alto-arbustive il 30% delle piante; le essenze arbustive sono il 70% del totale.

TOT. SUPERFICIE SIEPE: **310 m²**

TOT. NUMERO PIANTE: **138 pp**

L'elenco e la pesatura delle specie da utilizzare per la costituzione della barriera vegetale schermante è riportata nella tabella seguente:

specie		nome volgare	fitocella	num. tot. specie	% specie
Piano dominante					
1	Fraxinus ornus	orniello	15	15	50
2	Quercus pubescens	roverella	15	15	50
		totale parziale	30		100
Piano dominato					
3	Malus sylvestris	melo selvatico	8	8	75

4	<i>Pyrus pyraeaster</i>	pero selvatico	3	3	25
		totale parziale	11		100
Strato arbustivo basale					
5	<i>Cornus sanguinea</i>	sanguinella	31	31	33
6	<i>Hippophae rhamnoides</i>	olivello spinoso	30	30	31
7	<i>Juniperus communis</i>	ginepro	8	8	8
8	<i>Spartium junceum</i>	ginestra	20	20	20
9	<i>Viburnum lantana</i>	lantana	8	8	8
		totale parziale	97		100
		TOTALE	138		

Tabella 1: Elenco e pesatura delle specie legnose da impiegare per la realizzazione della siepe lineare alto arbustiva.

Le essenze prescelte sono:

arbusti (70%): sanguinella (*Cornus sanguinea*), olivello spinoso (*Hippophae rhamnoides*), ginepro (*Juniperus communis*), ginestra (*Spartium junceum*), lantana (*Viburnum lantana*);

alberi (30%):

piano dominante - orniello (*Fraxinus ornus*), roverella (*Quercus pubescens*);

piano dominato - melo selvatico (*Malus sylvestris*), pero selvatico (*Pyrus pyraeaster*).

La compagine arborea (piano dominante) e alto-arbustiva (piano dominato) costituisce il 30% ca. del numero totale di piante, suddivisa tra essenze arboree che costituiscono il 70% e alto-arbustive il 30% delle piante; le essenze arbustive sono il 70% del totale.

Le specie sono state scelte fra quelle caratteristiche della zona, ponendo particolare attenzione alla rusticità ed alla adattabilità a condizioni difficili. Tali essenze, pur appartenendo alle cenosi locali, non sono completamente rappresentative delle comunità climax, essendo presenti in queste ultime in quantità e rapporti differenti.

Sono tuttavia le più adatte per gli stadi pionieri caratterizzati da maggiore insolazione, minore umidità e strati di suolo di ridotto spessore. Le altre essenze tipiche delle formazioni climax, generalmente più esigenti, potranno insediarsi in seguito grazie a fenomeni di disseminazione spontanea dalle formazioni forestali circostanti. In particolare l'olivello spinoso non è caratteristico delle formazioni forestali, ma si adatta bene alle condizioni dei luoghi.

Per la realizzazione delle siepi è prevista la seguente successione di interventi:

1. apertura manuale o meccanica di buche di cm 40x40x40;
2. messa a dimora di alberi ed arbusti (piantine di latifoglie preferibilmente in fitocella) prevedendo la spuntatura delle radici;
3. riempimento con terriccio misto al substrato;
4. ricopertura manuale dello scavo con compressione del terreno adiacente il pane di terra;
5. irrigazione di attecchimento (n.3 turni nell'anno di impianto, 30 l/pianta) ed ogni altra operazione necessaria a dare l'opera eseguita a regola d'arte.

Le operazioni colturali preparatorie e successive alla piantumazione sono descritte nel prosieguo.

Preparazione del terreno: la preparazione del terreno per l'impianto consisterà nel decespugliamento del terreno, nella fornitura e spargimento di ammendante organico (letame maturo) in quantità di circa 300 g/m², e successiva affinatura superficiale rappresentata da lavorazione a media profondità (0,30-0,50 m da p.c.) e contemporanea asportazione di sassi e/o trovanti.

Cure colturali: per la buona riuscita degli impianti il progetto prevede anche le cure colturali da eseguirsi durante i primi due anni dopo l'impianto (manutenzione post-impianto). Le cure colturali dovranno consistere: in un intervento di tipo meccanico (sfalci localizzati) sulle interfile da eseguirsi con trinciaerba azionato da trattore con rilascio in loco del materiale triturato (due passaggi per anno, per due anni successivi all'impianto). Infine sono previste irrigazioni di soccorso da effettuarsi nella stagione estiva con l'utilizzo di almeno 30 litri di acqua per pianta versati al piede della stessa, in tre interventi all'anno per i primi due anni dopo l'impianto. Al primo anno dovranno inoltre essere eseguiti, se necessari, risarcimenti a sostituzione delle piante morte durante la prima estate, prevedendo una fallanza del 30%.

Materiale vivaistico: per l'impianto verranno utilizzate piante esclusivamente di specie autoctone, provenienti da vivai certificati. Il materiale vivaistico sarà costituito da: piantine preferibilmente in contenitore plastico (h. min. cm 40), che saranno corredate di disco pacciamante in fibra naturale biodegradabile (dimensioni minime Ø 40 cm) e di tubo Shelter (Ø 10-15 cm e h. min 60 cm).

6.3.3 Zone umide

Si rammenta che il "Sistema umido", costituito sia dai corpi d'acqua permanenti che dalla vegetazione di corredo, rappresenta il terzo elemento più esteso dell'ambito estrattivo investigato, con una estensione percentuale pari a ca. il 7,5% dell'intera area di cava.

Riguardo ai primi due si tratta di vasti corpi d'acqua permanenti ubicati nella porzione centro-orientale di cava. A margine di questi laghetti di origine antropica, formatesi a seguito della coltivazione a fossa delle argille e al successivo ristagno delle acque di origine meteorica nonché provenienti dal depuratore sito a monte della cava, si sviluppa una vegetazione riconducibile alle associazioni rappresentate per lo più da *Phragmites australis* e *Typha latifolia*. Nelle sponde più sviluppate e più estese si è affermata una tipica copertura vegetale di specie tipicamente ruderali tra le quali prevale *Inula viscosa*, a luoghi si osserva la presenza di *Tussilago farfara*, *Daucus carota*, *Melilotus officinalis*, *Rumex acetosa*, *Chenopodium album*. La natura argillosa del substrato la scarsa circolazione di acque superficiali in litotipi coesivi ha impedito la formazione di tipiche associazioni arboree-arbustive igrofile sulle sponde dei corpi d'acqua: le uniche formazioni con queste caratteristiche sono da ricondurre a ristagni superficiali delle acque meteoriche, che si verificano a luoghi.

La vegetazione a corredo dei corpi d'acqua è rappresentata da ridotte porzioni areali allungate, a ridosso e al margine delle canalette di alimentazione e di scolo dei corpi d'acqua permanenti presenti, nonché sulle rive meno acclivi e al livello delle acque di questi ultimi. Si sviluppano in prevalenza sui sedimenti fangoso-limosi interessanti

acque stagnanti o a lento scorrimento superficiale, stagionalmente emersi, ma comunque sempre saturi di umidità. La fisionomia dominante delle comunità vegetali è quella delle elofite. Si tratta per lo più di *Phragmites australis* e *Typha latifolia*.

L'azione delle radici che trattengono particelle minerali e organiche ed il deposito di sedimenti vegetali che provengono dalle parti senescenti delle erbe velocizza i processi naturali di formazione del terreno.

In tempi relativamente ridotti, secondo la profondità iniziale delle pozze, gli specchi d'acqua si interrano, permettendo il successivo instaurarsi di una vegetazione meno igrofila.

La presenza di queste ampie zone umide, oltre ad accelerare i processi di successione naturale costituisce un elemento di diversificazione ambientale, rendendo possibile l'instaurarsi di forme di vita legate a questi ambienti (Anfibi, Invertebrati acquatici), contribuendo così ad un aumento della biodiversità locale. Il fondo è naturalmente in argilla e non è previsto nessun intervento di messa a dimora di specie vegetali.

La vegetazione igrofila tipica (*Typha* spp., *Phragmites* spp.) è composta infatti da specie a rapida diffusione naturale e pertanto la loro presenza è assicurata dal processo di diffusione spontanea dalle zone limitrofe. Lo sviluppo di una fauna e flora spontanea, nonché il ricambio delle acque assicurate dall'alimentazione proveniente dalle acque meteoriche e dalla presenza di una rete di scolo, assicurerà la ossigenazione delle acque senza la necessità di interventi esterni; tutto ciò permetterà altresì la autoregolazione e il controllo della proliferazione di zanzare (culicidi ematofagi), ditteri o altri insetti molesti. E' doveroso sottolineare che acque in buone condizioni ecologiche, soprattutto se dotate di una sufficiente ricchezza floristica e faunistica, non sono aree primarie di proliferazione degli insetti sopra nominati. Al contrario corpi idrici a lento scorrimento e con forte contaminazione organica, raccolte d'acqua temporanee e microraccolte idriche (come i contenitori impiegati per l'irrigazione di orti famigliari) producono ogni estate quantità anche notevoli di insetti molesti.

In caso di eccessiva proliferazione, che sfugga al controllo e all'autoregolazione, si ricorda che esistono vari metodi di lotta:

- da preferire è la lotta biologica consistente in trattamenti a base di *Bacillus thuringiensis*, un batterio aerobio Gram-positivo naturalmente presente nel terreno. Isolato da ricercatori israeliani nel 1976, il B.t.i. produce una tossina in grado di paralizzare le funzioni intestinali delle larve di zanzara che lo ingeriscono; colpisce esclusivamente le larve ed è innocuo per l'uomo e per gli altri organismi dell'ecosistema, tanto da essere considerato uno dei larvicidi biologici più selettivi attualmente disponibili. Poiché esistono 4 tipologie differenti di tossina, i ricercatori escludono la possibilità che si selezionino ceppi larvali contemporaneamente resistenti ad esse. L'azione del B.t.i. si esplica nelle prime 24 ore dall'impiego e persiste per circa 5 giorni. L'efficacia delle formulazioni è costante per circa 1 anno a temperatura ambiente, ma una volta preparato, in seguito a diluizione in acqua, deve essere impiegato entro 24 ore. È inoltre in grado di estendere la sua azione anche ad altri Ditteri, quali Simulidi e Chironomidi;
- altro metodo di lotta è l'introduzione di pesci insettivori, tra i quali (in bacini non destinati al recupero naturalistico e non collegati all'esterno) può essere proposta anche la gambusia (*Gambusia affinis*), di origine

esotica, però molto efficace nel controllo delle larve. Un'importante caratteristica che ha permesso a questo pesce di colonizzare un'enorme varietà di ambienti acquatici è la sua elevata tolleranza ambientale: si rinviene infatti in acque con temperature comprese fra 0° e 30°C, anche pressoché prive di ossigeno, spesso con elevate concentrazioni saline o fortemente eutrofiche. Il suo regime alimentare è estremamente vario: preda piccoli crostacei, larve ed adulti di insetti acquatici, ma anche piccoli vertebrati quali larve di altri pesci e di anfibi, soprattutto Urodeli. Tuttavia, da studi recenti è nata un'opinione contraria all'uso di questo pesce nella lotta biologica ai Culicidi. La gambusia infatti si riproduce molto velocemente, consuma gran parte dell'ossigeno disciolto nell'acqua, divora non solo le larve dei Culicidi ma anche tutto il plancton e numerosi altri organismi acquatici, determinando l'accumulo di una gran quantità di escrementi sul fondo; infine dà luogo a consistenti morie delle sue stesse popolazioni che, una volta esaurite le risorse, si danno al cannibalismo, riempiendo il fondale di resti di cadaveri. Nelle pozze, negli stagni o nei fontanili in cui è presente la gambusia, infatti, il fango che si trova sul fondo si presenta di colore molto scuro ed è fortemente maleodorante. La gambusia oggi è piuttosto diffusa in numerosi stagni e corsi d'acqua italiani, poiché si rivela ancora uno strumento abbastanza efficace per la lotta alle zanzare in stagni e laghetti artificiali, ove non siano presenti altre specie selvatiche o domestiche che possano essere predate e a patto che si effettui una manutenzione periodica con pulizia del fondo ed eliminazione del fango. Se ne sconsiglia invece l'uso in stagni in cui siano presenti pesci ornamentali o anfibi, per i danni che essa provoca sulle altre specie con azioni di predazione e competizione; in bacini destinati al recupero naturalistico e collegati all'esterno.

Tutto ciò premesso nel caso in oggetto è sicuramente da preferire e da consigliare la lotta biologica con *Bacillus thuringiensis*.

6.3.4 Emergenze geologiche

Le numerose formazioni calanchive e proto-calanchive presenti nell'area e rappresentate nella tavola tematica allegata (cfr. Tav.4) costituiscono una caratteristica peculiare del paesaggio di queste zone.

Di diversa origine ed evoluzione, più o meno colonizzati da diverse essenze vegetali pioniere, i calanchi risultano bene inseriti nel contesto naturale circostante.

All'interno dell'area di cava alcune situazioni morfologiche e strutturali (forti pendenze, mancanza di substrato pedogenizzato, difficile accesso) derivanti dalle attività estrattive svolte in periodi remoti, rendono estremamente problematico se non impossibile un recupero che preveda una qualsiasi copertura vegetale.

In tali aree (di estensione limitata) non sono previste pertanto operazioni di recupero volte alla ricostruzione dello strato di suolo né l'impianto di essenze erbacee o arbustive.

6.4 Operazioni colturali

Le operazioni di semina delle essenze erbacee e di messa a dimora delle essenze arboree-arbustive sono da effettuare durante le fasi vegetative in cui la pianta o il seme si trovano nelle condizioni più adatte, ciò perché queste sono in grado di influenzare o determinare la buona riuscita dell'intervento.

Si ricorda quindi che:

- la messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive è da effettuarsi in periodo di riposo vegetativo (da novembre a marzo compresi per esemplari a radice nuda o in zolla), con possibilità di estendere questo periodo se si ricorre ad individui in fitocella; sono comunque sconsigliati i periodi meno ricchi di acqua (mesi estivi);
- la semina di essenze erbacee è da effettuarsi durante periodi caratterizzati solitamente da precipitazioni e da temperature medie non troppo basse né troppo elevate (marzo-maggio o, meglio, settembre-ottobre);
- per quanto riguarda l'impianto delle talee si rimanda al relativo capitolo.

6.5 Successione annuale degli interventi

Il crono programma delle operazioni colturali, sia preparatorie che successive all'impianto, sono riportate nel computo metrico e rappresentate schematicamente nel capitolo successivo "Periodicità e durata degli interventi".

6.6 Indicazioni per la messa a dimora degli esemplari arborei ed arbustivi in modo da assicurare l'attecchimento

Nel presente capitolo vengono descritte sinteticamente le modalità esecutive da adottare per la messa a dimora di tutte le essenze arboree e arbustive, che costituiranno la siepe lineare.

Le piantine impiegate nell'intervento di recupero devono appartenere alla flora autoctona e giungere da vivaio specializzato in grado di garantire la provenienza del materiale. Possibilmente devono essere state riprodotte usando materiale reperito nella zona. Possono essere impiegati semenzali o talee radicate e le piante potranno essere fornite a radice nuda o in fitocella (quest'ultima da preferire). Le piantine saranno contrassegnate da appositi cartellini indicanti la provenienza e la specie, in base alle norme vigenti in materia (L. n.269 del 22/05/1973 e s.m.i.) e se i cartellini sono di materiale non biodegradabile saranno tolti al momento dell'impianto. Per quanto riguarda le caratteristiche e le dimensioni delle singole specie si fa riferimento alle tipologie di intervento. In linea generale si ricorda che piantine di maggiori dimensioni sono più efficaci negli interventi di "pronto effetto", ma sono più sensibili al trapianto e richiedono maggiore irrigazione nei primi anni di impianto; nel caso in oggetto si sono quindi preferite piantine di piccole dimensioni e giovani (non più di 2 anni) che, oltre ad essere più economiche, attecchiscono con maggiore facilità.

Il periodo più adatto per la messa a dimora è quello del riposo vegetativo, indicativamente da novembre a marzo compresi. Le piantine con pane di terra o fitocella si possono piantare in un arco di tempo maggiore; sono comunque sconsigliati i periodi meno ricchi di acqua (mesi estivi). I risultati migliori in termini di attecchimento si ottengono con piantagioni autunnali, compatibilmente con le condizioni del terreno e meteo-climatiche.

Le piante dovranno essere consegnate in cantiere con mezzi idonei. Al momento dello scarico le perdite idriche verificatesi durante il trasporto devono essere immediatamente compensate mediante bagnatura. Le piante possono essere accatastate in cantiere per un tempo massimo di 48 ore, avendo cura di evitare sia l'essiccazione che il surriscaldamento. Le piante senza pane di terra devono essere disposte in cataste alte non più di 1,5 m con le radici l'una contro l'altra, bagnate e ricoperte di terra. Le piante con pane devono essere accatastate in luogo il più possibile ombroso, con i pani uno contro l'altro, bagnati e coperti all'esterno con terra o paglia.

L'impianto viene eseguito tramite l'apertura manuale di buche di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale (e comunque non inferiori a 30x30x30) se si impiegano piantine a radice nuda, o con diametri maggiori a quello della zolla, se si utilizzano piantine in fitocella o con pane di terra. Vanno eliminati eventuali rami secchi e radici rotte o ferite.

Le operazioni di scavo dovranno essere sempre eseguite con terreno asciutto.

La piantina va messa a dimora esattamente alla profondità in cui si trovava precedentemente. In ogni caso, assestatosi il terreno, le piante non devono presentare radici allo scoperto, né essere interrate oltre il livello del colletto. Con piante a radice nuda si deve introdurre nella buca, tra le radici, solo terra vegetale sciolta. La terra introdotta deve essere uniformemente costipata, in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici. Nelle buche non si deve introdurre né terra gelata né neve. Con piante dotate di pane, il tessuto di protezione del pane deve essere asportato.

Va effettuata una prima irrigazione di attecchimento, considerando 30 litri di acqua per pianta versata al piede della stessa; per ridurre l'evapotraspirazione per ogni pianta è stata prevista la fornitura di dischi pacciamanti di materiale biodegradabile. Dati i caratteri di naturalità dell'area, con la presenza di numerosi animali selvatici, sono stati previsti manicotti di materiale plastico (shelters) a protezione di alberi ed arbusti di nuovo impianto.

6.7 Indicazioni per la semina di essenze erbacee

La maggior parte degli interventi di recupero ambientale prevede la semina di essenze erbacee.

Le problematiche legate all'azione di inerbimento sono attinenti essenzialmente alla semina, al radicamento ed alla scelta delle specie.

La semina può essere effettuata manualmente a spaglio, in particolare nelle zone pianeggianti o moderatamente pendenti.

Nelle zone a maggiore acclività si ottengono risultati migliori con le tecniche dell'idrosemina, abbinando al miscuglio di semi sostanze collanti e pacciamanti naturali, totalmente biodegradabili. Possono essere aggiunte anche altre sostanze, quali concimi chimici o naturali, sostanze miglioratrici del terreno, fitoregolatori etc. .

Per favorire il radicamento è possibile far ricorso preventivamente a lavorazioni del terreno.

La scelta del miscuglio risulta particolarmente problematica. Nella vasta bibliografia sull'argomento si riscontrano numerose indicazioni, talvolta contrastanti. Le caratteristiche ritenute comunque importanti risultano essere:

- la presenza di specie rustiche e a rapido sviluppo;

- specie con prevalenza dello sviluppo dell'apparato ipogeo rispetto alla parte epigea;
- utilizzo di specie non necessariamente caratteristiche delle formazioni climax, purché precoci;
- utilizzo di varietà ed ecotipi locali.

Nel presente progetto vengono effettuate le seguenti scelte progettuali:

Metodologia di semina

Semina a spaglio nelle aree pianeggianti o a debole pendenza.

Operazioni per favorire il radicamento

Spandimento di letame bovino e lavorazioni superficiali nelle zone pianeggianti o moderatamente pendenti.

Scelta del miscuglio

Si consiglia un miscuglio delle seguenti specie di graminacee e leguminose, scelte fra quelle particolarmente adatte ai terreni argillosi:

<i>Agropyron repens</i> (Graminacea)	<i>Cynodon dactylon</i> (Graminacea)
<i>Festuca arundinacea</i> (Graminacea)	<i>Festuca pratensis</i> (Graminacea)
<i>Festuca gruppo rubra</i> (Graminacea)	<i>Lolium perenne</i> (Graminacea)
<i>Dactylis glomerata</i> (Graminacea)	<i>Agrostis stolonifera</i> (Graminacea)
<i>Lotus corniculatus</i> (Leguminosa)	<i>Melilotus album</i> (Leguminosa)
<i>Melilotus officinalis</i> (Leguminosa)	<i>Trifolium hybridum</i> (Leguminosa)
<i>Hedysarum coronarium</i> (Leguminosa)	<i>Astragalus monspessulanus</i> (Leguminosa)
<i>Rapistrum rugosum</i> (Crucifere)	

Tabella 2: Essenze consigliate per suoli argillosi (Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia Romagna).

6.8 Indicazioni per l'utilizzo del materiale di propagazione agamica

Per quanto riguarda le talee ed in generale il materiale impiegato per la propagazione agamica, si consiglia di fare ricorso a materiale reperito in loco; qualora ciò non sia possibile i materiali dovranno essere prelevati secondo specifici criteri e modalità, presso stazioni naturali indicate da tecnico abilitato e su indicazione della D.L.

Ogni specie ha comunque un andamento particolare, influenzato dalle caratteristiche genetiche o dalle condizioni climatiche.

Si riportano modalità di massima da adottare per l'utilizzo del materiale:

- gli arbusti e gli alberi con diametro del fusto minore di 10 cm vanno tagliati a livello del terreno, gli alberi più grandi a capitozzo. I tagli sui rami più piccoli sono da eseguire con forbici, quelli sui rami più grandi con seghe. Il taglio deve essere liscio, regolare e la superficie di taglio la meno estesa possibile;
- i rami devono essere trasportati sul cantiere in tutta la loro lunghezza e solo lì vanno depositi in piano oppure sezionati per ricavare le talee. Se ciò non è possibile il materiale va protetto durante il trasporto contro l'essiccamento;
- la ramaglia viva non può essere depositata quando è iniziato il ricaccio, ma va lavorata subito. Il deposito alla fine del riposo vegetativo può durare solo pochi giorni, adottando metodi di protezione contro l'essiccamento.

7 MANUTENZIONE ED INTERVENTI ACCESSORI

Una volta completato l'intervento di recupero vegetazionale è necessario prevedere una serie di operazioni colturali successive ed una manutenzione periodica.

Le cure colturali rappresentano un elemento estremamente importante per una buona riuscita dell'intervento di ricostruzione agro-vegetazionale. Gli aspetti da considerare riguardano essenzialmente:

- l'irrigazione;
- il controllo delle infestanti;
- la difesa dalla fauna selvatica;
- la sostituzione delle fallanze;
- la periodicità e la durata degli interventi;
- la realizzazione di opere accessorie, quale la recinzione al bordo dei laghi.

7.1 Irrigazione

Tra le principali cause di insuccesso degli interventi di recupero ambientale risultano sicuramente le problematiche legate all'equilibrio idrico, e quindi all'irrigazione.

Gli ambienti in cui vengono poste a dimora le essenze arboree ed arbustive sono generalmente inospitali: quantità di terreno adatto allo sviluppo radicale fortemente limitata, sensibile escursione termica annuale (e giornaliera in alcuni periodi), scarsa o nulla ombreggiatura, andamento climatico negli ultimi anni particolarmente siccitoso nella stagione estiva o autunnale.

Con queste premesse gli interventi di irrigazione previste in progetto risultano a volte inadeguati. Più che le quantità utilizzate è spesso la scarsa tempestività dell'intervento a provocare lo stato di sofferenza o addirittura la morte delle piantine. Si ritiene pertanto necessario un costante monitoraggio visivo della situazione. Di ausilio e supporto alla riduzione dell'evapotraspirazione delle piantine, e a scongiurare quindi il deficit idrico delle stesse, è prevista la collocazione di disco pacciamante (di fibra naturale, cocco o simile) posto alla base del fusto delle piantine alla messa a dimora.

L'irrigazione va effettuata all'impianto e, negli anni successivi, nei periodi maggiormente siccitosi (secondo l'andamento stagionale da giugno a settembre compresi).

Le operazioni di irrigazione saranno effettuate a pioggia mediante l'uso di autobotti con irrigatore, con volumi di adacquamento di 30 l per pianta ed evitando per l'intervento le ore più calde ed assolate della giornata. Il totale degli interventi in progetto risultano pertanto mediamente tre per ogni anno.

7.2 Controllo delle infestanti

Lo sviluppo delle erbe considerate infestanti può talora danneggiare le piantine arboreo-arbustive utilizzate negli interventi di recupero.

Si possono creare infatti situazioni negative per gli individui trapiantati a causa dell'ombreggiamento e della competizione idrica causati dalla vegetazione erbacea. A ciò si aggiunge che le specie lianose e rampicanti (quali ad esempio convolvolo o vitalba) possono ostacolare uno sviluppo regolare delle piantine poste a dimora.

I recuperi ambientali in aree di cava presentano però situazioni peculiari:

- la mancanza o la scarsità di suolo rendono meno accentuato lo sviluppo delle specie erbacee, la cui presenza è anzi in molti casi ricercata;
- in condizioni di forte insolazione e basso spessore di suolo, la copertura erbacea che si può sviluppare in aree circostanti alle giovani piantine presenta aspetti positivi quale la conservazione dell'umidità negli strati più superficiali del terreno. Ciò evita il disseccamento superficiale del terreno, compensando quello negativo della competizione idrica;
- i danni maggiori per le specie arboreo-arbustive di nuovo impianto possono venire dunque dalle specie rampicanti o lianose, che spesso ne compromettono il regolare sviluppo.

Ciò premesso i recuperi ambientali in cava richiedono quindi periodici controlli associati ad interventi di ripulitura manuale di rampicanti o infestanti cresciute troppo vicino alle essenze impiantate, più che operazioni di diserbo vero e proprio. Nel presente progetto è previsto il diserbo meccanico degli interfilar, eseguito con trinciaerba, con rilascio del materiale triturato in loco. Il materiale vegetale lasciato in sito, collocato alla base delle piantine agirà con un effetto pacciamante, regolando quindi l'evapotraspirazione e preservando i livelli superficiali del suolo dal deficit idrico.

Si aggiunge che effettuando le operazioni di sfalcio con mezzi meccanici, andrà posta particolare attenzione per evitare danni alle essenze da proteggere. L'uso di mezzi quali i decespugliatori può provocare scortecciamenti negli esemplari di maggiori dimensioni o la recisione di quelli più piccoli. La protezione delle piantine nei confronti della fauna con manicotti di materiale plastico (tubi shelters) garantirà una certa protezione anche nei confronti dei mezzi meccanici impiegati per il diserbo meccanico. Il taglio con mezzi meccanici dovrà comunque arrestarsi ad una distanza di sicurezza (20/30 cm) dagli esemplari arborei o arbustivi.

7.3 Difesa dalla fauna selvatica

Alcune specie animali molto diffuse nell'area possono provocare notevoli danni ai giovani individui arborei ed arbustivi messi a dimora negli interventi di recupero. Si rammenta il capriolo, che brucia i germogli e abbatte o scorteccia le piantine, e la lepre, che si nutre in inverno di gemme o di corteccia.

I sistemi di protezione risultano quindi indispensabili per la buona riuscita degli interventi.

Nel presente progetto si prevede il ricorso a manicotti di materiale plastico (tubi shelters) da posizionare alla base del tronco delle giovani piantine.

7.4 Risarcimento fallanze

Per una buona riuscita di un intervento di recupero ambientale è necessario prevedere un programma di sostituzione degli individui morti, applicando i seguenti criteri:

- se le fallanze superano il 30% o se si trovano concentrate in piccoli gruppi, bisogna risarcire parte dei vuoti sostituendo le piantine che si sono disseccate;
- se le fallanze riguardano un'essenza in particolare deve essere presa in considerazione l'ipotesi di sostituire la specie con un'altra, sempre appartenente alla flora autoctona, più facilmente adattabile alle condizioni ambientali peculiari del sito;
- è necessario risalire alle reali motivazioni dell'insuccesso per non ripetere errori colturali;
- le osservazioni sulle cause della mortalità (riferite ad una singola specie, a condizioni di siccità o di ristagno etc.) portano a miglioramenti nelle scelte colturali o varietali;
- un tasso di mortalità al di sotto del 30% viene considerato fisiologico e non compromette il risultato finale del recupero.

Nel presente progetto sono previsti interventi di risarcimento fino ad un 30% sul totale degli individui: ciò perché l'esperienza mostra che in cave analoghe a quella da recuperare le percentuali di insuccesso sono a volte anche maggiori.

7.5 Periodicità e durata degli interventi

In mancanza di strumenti rilevatori le irrigazioni devono avere frequenza almeno mensile da luglio a settembre compresi, ciò in funzione anche delle precipitazioni.

Gli interventi di controllo delle infestanti vanno effettuati due volte l'anno, a seguito di sopralluoghi, qualora si evidenzino uno stato di sofferenza delle piantine a causa di specie infestanti.

Gli interventi di sostituzione fallanze sono previste al primo anno dopo l'impianto.

Le operazioni di manutenzione descritte, quali irrigazione, controllo infestanti e sostituzione fallanze dovranno avere durata minima di due anni successivi all'impianto.

Quando saranno considerate terminate le operazioni per garantire permanenza ed evoluzione vanno inoltre rimossi i manicotti in materiale plastico (tubi shelters) a protezione dalla fauna selvatica.

Lo schema degli interventi di manutenzione riferite alle diverse annualità è il seguente (fra parentesi il numero di interventi previsti nell'anno di riferimento):

INTERVENTO (SIEPI LINEARI)	ANNO DI IMPIANTO	I° ANNO	II° ANNO
Irrigazione (attecchimento e soccorso)	X (3) attecchimento	X (3) soccorso	X (3) soccorso
Controllo infestanti (diserbo meccanico)	-	X (2)	X (2)
Sostituzione fallanze (30%)	-	X (0/1)	-

Tabella 3: Schema degli interventi di manutenzione.

7.6 Recinzione bordo lago

Tra le opere accessorie alla buona riuscita complessiva dell'intervento illustrato in questa sede è la realizzazione della recinzione ai bordi dei laghi. Per garantirne l'inaccessibilità ed operare un necessario controllo degli accessi, consentito esclusivamente agli addetti alla manutenzione degli stessi, verrà realizzata una recinzione con paletti in legno e rete metallica di altezza totale pari a 2 m. Saranno previsti n.2 cancelli di accesso: uno lungo il lato sud, in prossimità dello spigolo sud-est, e uno lungo il lato nord, in prossimità dello spigolo nord-est.

8 PIANO GESTIONE DEI RIFIUTI

Il presente Piano di Gestione dei Rifiuti considera quanto riportato nell'art.5 del Dlgs 177/08.

8.1 Caratteristiche dell'area

In via preliminare si è effettuata un'attività di "Diligence" documentale volta al reperimento di informazioni sulla destinazione d'uso del sito, attuale e passata, al reperimento di informazioni disponibili sul sito, sulle attività ambientalmente rilevanti attuali e passate.

Si è, quindi, eseguita una verifica diretta in campo sullo stato dei luoghi ed eventuali indizi di contaminazione volta alla ricerca dei dati storici del sito, dati cartacei, che ricostruiscano la memoria storica dell'area di scavo e di un intorno significativo che permettano di valutare a priori la possibile presenza di contaminazione.

Dai rilievi eseguiti sull'area si è verificato come l'area nell'intorno sia una zona prevalentemente agricola, ricompresa all'interno di una più ampia con presenza di vari fabbricati sia abitativi sia di servizio, in prossimità di un piccolo centro abitato denominato Castagneto; nell'intorno del comparto è presente una strada provinciale (SP7) che collega l'abitato di Baiso con Carpineti con percorrenza medio bassa.

Sull'area non sono mai state esercitate attività antropiche pericolose.

8.2 Caratterizzazione dei rifiuti di estrazione

Il progetto non prevede attività estrattiva, ma solo la sistemazione idraulico forestale dell'area.

Il materiale derivante dalle operazioni di sistemazione idraulica (riprofilatura dei fossi) verranno utilizzati per la risagomatura dei medesimi, trattasi di terra non inquinata secondo la definizione dell'art. 3 comma 1 e.

Nell'area di cava è presente del materiale derivante da precedenti attività estrattive che non verrà commercializzato ma trattato come "rifiuti di estrazione" come definito nell'art.3 comma 1d del Dlgs 177/08, e utilizzato interamente all'interno della cava per riempimenti/livellamenti della aia.

8.3 Caratteristiche fisiche e chimiche previste

Per la descrizione delle caratteristiche fisiche dei materiali presenti all'interno della cava e derivante dalle passate attività estrattive si fa riferimento alle analisi chimiche desunte da bibliografia, in cui si evince l'assenza di elementi pericolosi per l'ambiente.

	%
SiO ₂	59,1
TiO ₂	0,78
Al ₂ O ₃	18,1
BaO	=
CaO	0,85
SrO	=
MgO	2,49
Na ₂ O	1,46
K ₂ O	3,50
Fe ₂ O ₃	6,70
MnO	=
Cr ₂ O ₃	=
perdita al fuoco	6,60

8.4 Piano di utilizzo

La movimentazione del materiale e la sua collocazione all'interno della cava stessa, avverrà in una unica stagione di attività presumibilmente nell'arco di un paio di settimane.

8.5 Strutture di deposito

Non saranno presenti strutture di deposito.

8.6 Vuoti e volumetrie prodotti dall'attività estrattiva

Nel presente piano è previsto la ricollocazione dei rifiuti di estrazione (terre provenienti dalla riprofilatura dei fossi e materiale già stoccato in cava proveniente da attività estrattiva pregressa) nei vuoti e volumetrie prodotti dall'attività estrattiva pregressa come le vasche di decantazione e dalla azione dell'erosione concentrata della acqua.

8.7 Aspetti ambientali

Trattandosi della movimentazione di volumi esigui di materiale con l'obiettivo di risagomare e/o riassetare in termini idraulici l'area, non si evidenziano criticità ambientali.

ALLEGATO N. 1

Tabulati e diagrammi prove penetrometriche

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 14/05/2013

Profondità prova 7,40 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	2	0,840	15,10	17,98	0,75	0,90
1,20	2	0,836	15,04	17,98	0,75	0,90
1,40	2	0,833	14,97	17,98	0,75	0,90
1,60	3	0,830	22,37	26,97	1,12	1,35
1,80	3	0,826	22,29	26,97	1,11	1,35
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	3	0,820	20,58	25,09	1,03	1,25
2,40	3	0,817	20,50	25,09	1,03	1,25
2,60	3	0,814	20,43	25,09	1,02	1,25
2,80	4	0,811	27,14	33,45	1,36	1,67
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	11	0,796	64,27	80,74	3,21	4,04
4,20	11	0,794	64,09	80,74	3,20	4,04
4,40	10	0,791	58,09	73,40	2,90	3,67
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	13	0,735	66,10	89,92	3,30	4,50
5,20	17	0,733	86,20	117,59	4,31	5,88
5,40	15	0,731	75,85	103,76	3,79	5,19
5,60	22	0,679	103,35	152,18	5,17	7,61
5,80	27	0,677	126,49	186,76	6,32	9,34
6,00	24	0,675	106,03	156,96	5,30	7,85
6,20	28	0,674	123,38	183,13	6,17	9,16
6,40	33	0,622	134,25	215,83	6,71	10,79
6,60	26	0,670	113,99	170,05	5,70	8,50
6,80	27	0,669	118,09	176,59	5,90	8,83
7,00	31	0,617	118,66	192,27	5,93	9,61
7,20	31	0,616	118,37	192,27	5,92	9,61
7,40	33	0,614	125,70	204,67	6,29	10,23

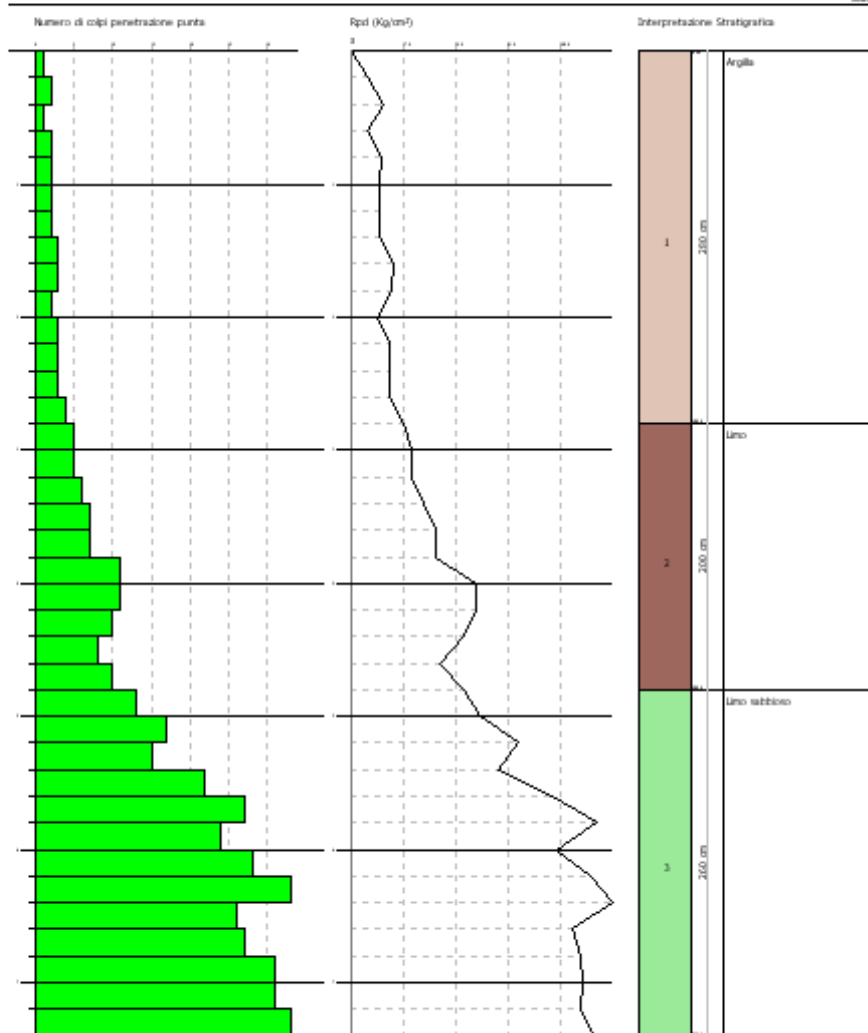
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Dott.ssa Giorgia Campana
Carriero: Cava
Località: Balto (Re)

Data: 14/05/2013

Scala 1:30



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 14/05/2013
Profondità prova 1,20 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	16	0,797	123,92	155,49	6,20	7,77
0,80	26	0,743	187,81	252,66	9,39	12,63
1,00	34	0,690	210,83	305,66	10,54	15,28
1,20	36	0,686	222,10	323,63	11,10	16,18

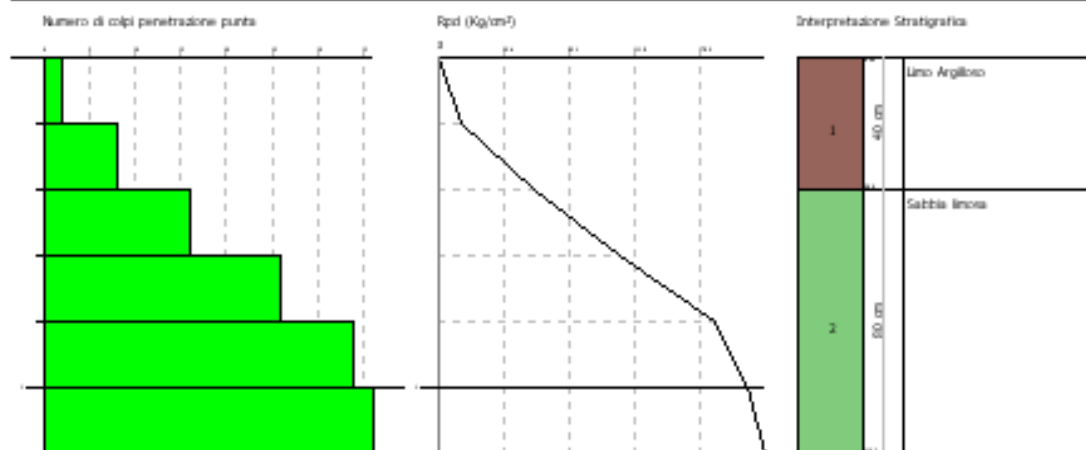
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911634 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Dott.ssa Giorgia Campana
Contiene: Cava
Località: Ballo (Re)

Data: 14/05/2013

Scale 1:20



PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 14/05/2013
Profondità prova 2,40 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	14	0,797	108,43	136,05	5,42	6,80
0,80	16	0,793	123,35	155,49	6,17	7,77
1,00	9	0,840	67,94	80,91	3,40	4,05
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	14	0,783	98,53	125,86	4,93	6,29
1,60	16	0,780	112,13	143,84	5,61	7,19
1,80	23	0,726	150,18	206,77	7,51	10,34
2,00	36	0,673	202,68	301,08	10,13	15,05
2,20	37	0,670	207,37	309,44	10,37	15,47
2,40	42	0,617	216,78	351,26	10,84	17,56

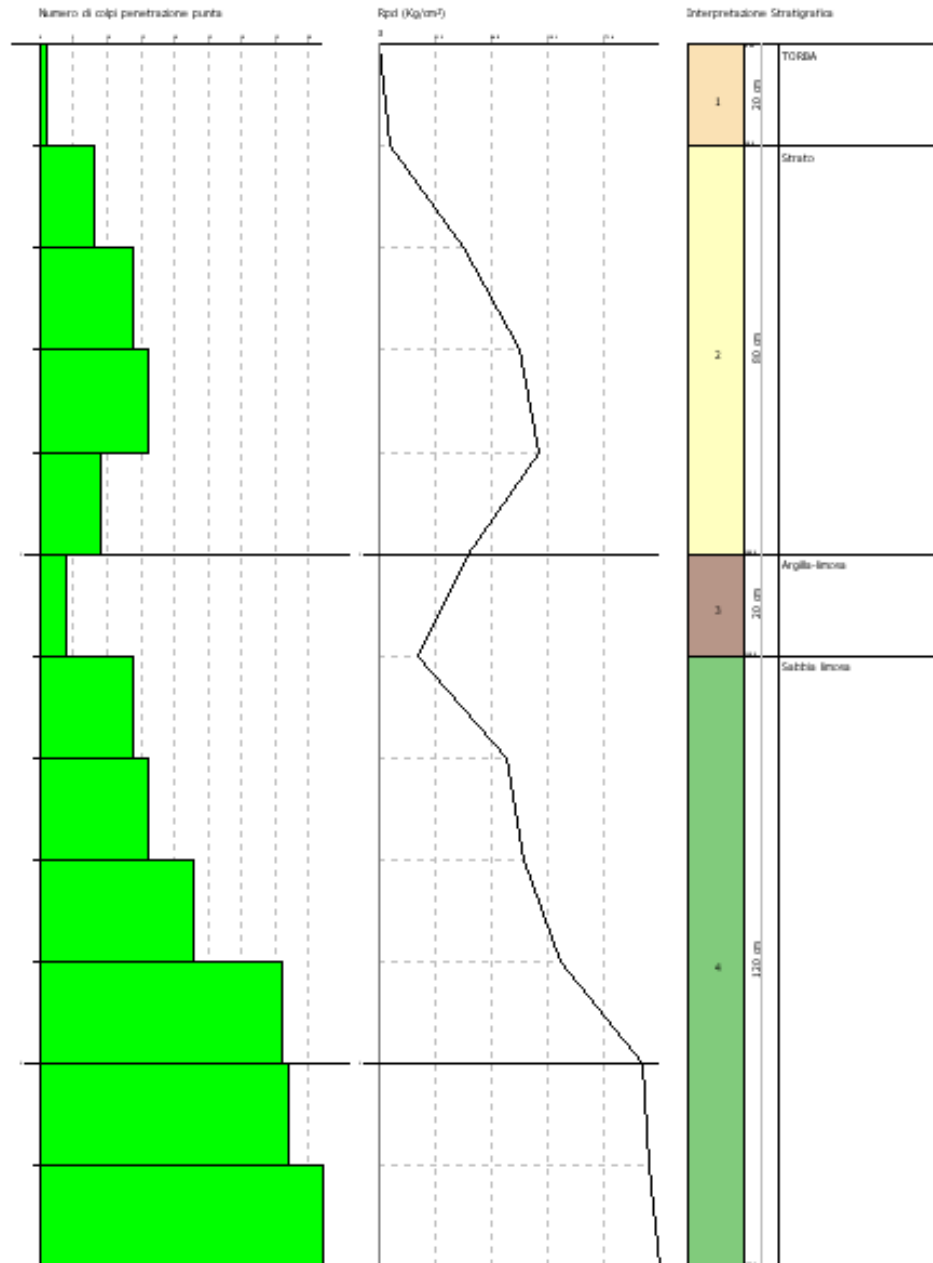
GEOSTRU Software
Via lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.3
Strumento utilizzato... DPM (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Dott.ssa Giorgia Campana
Cantiere: Casa
Località: Baiso (Re)

Data: 14/05/2013

Scale 1:11



ALLEGATO N. 2

Elaborazione prove penetrometriche

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
- Argilla	3,55	2,80	De Beer	0,44
- Limo	12,03	4,80	De Beer	1,50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- Argilla	3,55	2,80	Robertson (1983)	7,10
- Limo	12,03	4,80	Robertson (1983)	24,06

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
- Argilla	3,55	2,80	Stroud e Butler (1975)	16,29
- Limo	12,03	4,80	Stroud e Butler (1975)	55,19

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
- Argilla	3,55	2,80	Apollonia	35,50
- Limo	12,03	4,80	Apollonia	120,30

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
- Argilla	3,55	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
- Limo	12,03	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
- Argilla	3,55	2,80	Meyerhof ed altri	1,67
- Limo	12,03	4,80	Meyerhof ed altri	2,02

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume Saturo (t/m ³)
- Argilla	3,55	2,80	Meyerhof ed altri	1,87
- Limo	12,03	4,80	Meyerhof ed altri	--

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- Argilla	3,55	2,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	90,89
- Limo	12,03	4,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	136,11

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Meyerhof 1957	94,8

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Meyerhof (1956)	30,81

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Terzaghi	439,02

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	gemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	105,17

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Meyerhof ed altri	2,19

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Dhsaki (Sabbie pulite)	1977,33

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Ohta & Goto (1978) Limi	181,83

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Navfac 1971-1982	6,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- Limo sabbioso	37,83	7,40	37,83	Robertson 1983	75,66

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	De Beer	0,94

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Robertson (1983)	15,04

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Stroud e Butler (1975)	34,50

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Apollonia	75,20

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Meyerhof ed altri	1,88

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	Meyerhof ed altri	1,90

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- Limo Argilloso	7,52	0,40	hta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	71,09

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Meyerhof (1956)	32,03

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Terzaghi	463,19

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113,96

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Meyerhof ed altri	2,21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Dhsaki (Sabbie pulite)	2186,93

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Ohta & Goto (1978) Limi	125,15

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Navfac 1971-1982	7,15

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- Sabbia limosa	42,11	1,20	42,11	Robertson 1983	84,22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
- TORBA	1,5	0,20	De Beer	0,19
- Strato	17,67	1,00	De Beer	2,21
- Argilla-limosa	6,02	1,20	De Beer	0,75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- TORBA	1,5	0,20	Robertson (1983)	3,00
- Strato	17,67	1,00	Robertson (1983)	35,34
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Robertson (1983)	12,04

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
- TORBA	1,5	0,20	Stroud e Butler (1975)	6,88
- Strato	17,67	1,00	Stroud e Butler (1975)	81,07
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Stroud e Butler (1975)	27,62

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
- TORBA	1,5	0,20	Apollonia	15,00
- Strato	17,67	1,00	Apollonia	176,70
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Apollonia	60,20

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
- TORBA	1,5	0,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
- Strato	17,67	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di Volume (t/m ³)
- TORBA	1,5	0,20	Meyerhof ed altri	1,52
- Strato	17,67	1,00	Meyerhof ed altri	2,09
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Meyerhof ed altri	1,81

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume Saturo (t/m ³)
- TORBA	1,5	0,20	Meyerhof ed altri	1,85
- Strato	17,67	1,00	Meyerhof ed altri	--
- Argilla-limosa	6,02	1,20	Meyerhof ed altri	1,89

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- TORBA	1,5	0,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	47,05
- Strato	17,67	1,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	101,88

- Argilla-limosa	6,02	1,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	95,06
------------------	------	------	---	-------

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Meyerhof (1956)	32,03

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Terzaghi	463,19

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113,96

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Meyerhof ed altri	2,21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Terzaghi-Peck 1948- 1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Dhsaki (Sabbie pulite)	2186,93

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Ohta & Goto (1978) Limi	146,35

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Navfac 1971-1982	7,15

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
- Sabbia limosa	42,11	2,40	42,11	Robertson 1983	84,22

ALLEGATO N. 3

**Analisi di stabilità del versante
oggetto di passata attività estrattiva**

Analisi di stabilità dei pendii con MORGERSTERN e PRICE – BREVE TERMINE – PENDIO GLOBALE

SSAP 4.8.4 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)
Build No. 9597

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Già' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 22 maggio 2017

File report: C:\SSAP2010\Castagneto\sezCbrevetermine.txt

Data: 9/10/2017

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: sezioneC.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

__ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) __

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
117.99	195.84	200.11	228.20	-	-	-	-
136.47	196.85	213.34	228.68	-	-	-	-
146.37	202.18	242.26	228.94	-	-	-	-
148.75	204.06	256.36	234.32	-	-	-	-
152.98	206.47	-	-	-	-	-	-
155.30	207.53	-	-	-	-	-	-
160.85	207.36	-	-	-	-	-	-
170.60	215.00	-	-	-	-	-	-
178.04	223.64	-	-	-	-	-	-
189.09	227.58	-	-	-	-	-	-
191.60	227.32	-	-	-	-	-	-
200.11	228.20	-	-	-	-	-	-
213.10	230.66	-	-	-	-	-	-
229.25	232.46	-	-	-	-	-	-
233.32	232.62	-	-	-	-	-	-
241.54	234.49	-	-	-	-	-	-
256.36	240.30	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	49.00	16.67	17.65	3.349	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	0.00	0.00	137.29	18.63	20.59	60.479	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 5.5 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 117.99 242.52

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 155.83

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 131.83 253.59

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.2157 - Min.	X	Y	Lambda= 0.2320
	123.30	196.13		
	128.83	190.63		
	134.49	185.01		
	139.24	180.41		
	144.93	177.90		
	150.26	176.88		
	156.29	176.52		
	160.33	176.78		
	163.42	176.99		
	168.66	178.91		
	171.29	179.87		
	178.21	182.40		
	183.18	184.66		
	189.74	188.00		
	192.27	189.28		
	195.89	191.13		
	199.09	193.84		
	202.65	196.84		
	207.35	200.81		
	213.34	205.87		
	219.23	211.14		
	224.01	215.42		
	228.74	219.66		
	232.68	223.54		
	232.68	232.59		

Fattore di sicurezza (FS)	1.2181	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.2355
	130.40	196.52			
	135.38	191.66			
	139.85	187.57			
	144.36	183.50			
	148.24	180.14			
	152.31	176.82			
	155.96	175.72			
	162.47	177.25			
	168.84	179.11			
	174.37	180.73			
	181.37	183.32			
	187.79	185.70			
	192.15	187.70			
	196.42	190.90			
	202.04	195.15			
	208.65	200.14			
	214.70	204.88			
	219.23	208.43			
	224.35	212.44			
	226.78	214.35			
	231.33	218.56			
	233.73	220.79			
	235.99	223.03			
	240.00	227.01			
	243.15	230.14			
	243.15	235.12			

Fattore di sicurezza (FS)	1.2184	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.2162
	129.20	196.45			
	135.03	190.66			
	137.08	188.63			
	140.73	185.03			
	146.27	180.83			
	149.60	178.30			
	154.86	177.71			
	158.61	177.37			
	163.50	178.56			
	171.04	180.49			
	177.73	182.20			
	183.29	184.73			
	186.08	186.00			
	189.64	187.62			
	196.05	191.00			
	203.07	194.70			
	208.31	197.47			
	212.85	201.92			
	214.96	203.99			
	219.11	208.06			
	221.56	210.46			
	226.90	215.69			
	229.74	218.48			
	232.46	221.15			
	234.95	223.60			
	238.19	226.80			
	241.24	229.79			
	241.24	234.42			

Fattore di sicurezza (FS)	1.2279	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.2410
	125.52	196.25			

130.50 191.28
133.27 188.58
137.12 184.82
141.01 181.32
146.90 180.02
152.13 179.25
156.85 179.75
165.08 180.62
170.95 181.34
176.60 182.94
182.88 186.15
189.26 189.42
195.95 192.84
200.57 196.62
206.64 201.58
211.36 205.44
214.90 208.37
220.28 212.83
225.83 217.42
229.22 220.73
231.63 223.08
232.51 223.94
232.51 232.59

Fattore di sicurezza (FS) 1.2288 - N.5 -- X Y Lambda= 0.2122

130.76 196.54
136.57 191.28
139.20 188.90
144.15 185.19
148.50 181.94
152.18 179.43
158.67 177.59
163.49 178.13
169.30 178.85
175.35 180.53
181.10 182.12
184.37 184.03
188.52 186.44
194.55 189.95
197.65 191.75
204.71 195.86
210.44 199.63
214.77 202.47
218.31 205.55
223.94 210.43
227.17 213.52
229.77 216.10
233.56 219.88
236.17 222.49
238.49 224.80
242.47 228.77
244.67 230.97
244.67 235.72

Fattore di sicurezza (FS) 1.2299 - N.6 -- X Y Lambda= 0.1986

127.61 196.37
130.75 193.55
135.79 189.04
140.24 185.08
145.75 180.25

150.34 178.77
153.74 177.67
161.15 177.77
164.28 177.81
170.96 177.90
177.91 180.00
181.84 182.29
187.65 185.68
190.40 187.28
196.18 190.65
200.88 193.40
205.91 197.05
210.10 200.09
212.92 202.70
217.68 207.08
222.46 211.49
227.19 216.17
231.58 220.51
237.17 226.03
240.99 229.80
240.99 234.36

Fattore di sicurezza (FS) 1.2322 - N.7 -- X Y Lambda= 0.2526

123.48 196.14
129.25 190.44
133.30 186.44
137.06 183.02
140.84 179.59
143.42 178.18
151.60 178.60
156.14 179.10
164.18 179.98
168.65 181.00
172.45 181.94
179.09 184.34
185.49 188.52
189.54 191.17
191.93 192.74
196.32 195.77
199.58 198.14
206.09 202.88
211.82 208.12
214.74 210.78
217.15 212.99
221.72 217.23
226.17 221.49
227.89 223.13
227.89 232.31

Fattore di sicurezza (FS) 1.2322 - N.8 -- X Y Lambda= 0.2118

127.26 196.35
129.57 194.09
133.85 189.96
137.79 186.32
140.91 184.26
147.29 180.22
152.07 177.28
156.26 175.62
163.28 176.37
167.86 177.86

174.83 180.69
180.44 183.47
183.21 185.01
189.91 188.73
194.05 191.03
201.22 195.02
207.43 199.43
214.15 204.19
217.50 207.19
221.90 211.31
223.97 213.24
229.06 218.01
234.55 223.20
240.39 228.78
241.44 229.79
241.44 234.47

Fattore di sicurezza (FS) 1.2342 - N.9 -- X Y Lambda= 0.2620

128.78 196.43
131.56 193.65
136.28 189.03
141.46 184.03
146.57 180.95
149.41 180.93
154.48 181.06
162.34 181.27
166.63 182.46
174.06 184.61
179.26 187.04
184.35 189.42
188.16 191.20
194.24 195.26
199.04 198.47
204.47 202.10
207.80 204.32
213.13 207.89
216.48 211.17
219.65 214.27
223.10 217.65
225.21 219.72
228.09 222.59
229.25 223.73
229.25 232.46

Fattore di sicurezza (FS) 1.2353 - N.10 -- X Y Lambda= 0.2252

124.83 196.21
130.50 190.63
133.92 187.25
138.69 182.82
143.11 178.83
146.30 177.97
149.69 177.12
155.92 176.46
159.05 177.41
162.53 178.46
166.19 179.57
170.07 180.75
172.92 181.61
180.18 183.82
186.16 187.70

190.85 190.74
195.98 194.12
199.10 196.40
203.61 199.69
209.65 204.11
214.82 208.15
218.58 211.09
221.84 213.64
224.47 215.70
229.22 219.42
231.99 221.59
236.42 225.06
239.99 227.86
243.20 230.54
243.20 235.14

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.100$

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.216	20224.7	16635.9	1925.2	Surplus
2	1.218	21016.3	17253.0	2038.0	Surplus
3	1.218	20438.0	16774.2	1986.4	Surplus
4	1.228	19299.8	15717.3	2010.8	Surplus
5	1.229	20674.8	16825.5	2166.7	Surplus
6	1.230	20821.8	16930.1	2198.7	Surplus
7	1.232	19296.3	15660.2	2070.1	Surplus
8	1.232	21081.4	17108.6	2261.9	Surplus
9	1.234	18145.7	14702.0	1973.5	Surplus
10	1.235	21211.9	17171.7	2323.0	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 1925.2

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR F_s

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
123.302	0.901	-44.83	7.92	0.00	0.00	0.00	137.29
124.203	0.901	-44.83	23.77	0.00	0.00	0.00	137.29
125.103	0.901	-44.83	39.62	0.00	0.00	0.00	137.29
126.004	0.901	-44.83	55.46	0.00	0.00	0.00	137.29
126.904	0.901	-44.83	71.31	0.00	0.00	0.00	137.29
127.805	0.901	-44.83	87.16	0.00	0.00	0.00	137.29
128.705	0.124	-44.83	13.27	0.00	0.00	0.00	137.29
128.830	0.901	-44.83	105.19	0.00	0.00	0.00	137.29
129.730	0.901	-44.83	121.04	0.00	0.00	0.00	137.29
130.631	0.901	-44.83	136.88	0.00	0.00	0.00	137.29
131.531	0.901	-44.83	152.73	0.00	0.00	0.00	137.29

132.432	0.901	-44.83	168.57	0.00	0.00	0.00	137.29
133.332	0.901	-44.83	184.42	0.00	0.00	0.00	137.29
134.233	0.256	-44.83	55.41	0.00	0.00	0.00	137.29
134.489	0.901	-44.09	204.58	0.00	0.00	0.00	137.29
135.390	0.901	-44.09	220.05	0.00	0.00	0.00	137.29
136.290	0.180	-44.09	45.76	0.00	0.00	0.00	137.29
136.470	0.901	-44.09	242.25	0.00	0.00	0.00	137.29
137.371	0.901	-44.09	265.02	0.00	0.00	0.00	137.29
138.271	0.901	-44.09	287.79	0.00	0.00	0.00	137.29
139.172	0.066	-44.09	22.00	0.00	0.00	0.00	137.29
139.238	0.901	-23.77	308.24	0.00	0.00	0.00	137.29
140.138	0.901	-23.77	323.02	0.00	0.00	0.00	137.29
141.039	0.901	-23.77	337.81	0.00	0.00	0.00	137.29
141.939	0.901	-23.77	352.60	0.00	0.00	0.00	137.29
142.840	0.901	-23.77	367.39	0.00	0.00	0.00	137.29
143.740	0.901	-23.77	382.18	0.00	0.00	0.00	137.29
144.641	0.294	-23.77	127.79	0.00	0.00	0.00	137.29
144.934	0.901	-10.83	399.90	0.00	0.00	0.00	137.29
145.835	0.535	-10.83	242.81	0.00	0.00	0.00	137.29
146.370	0.901	-10.83	419.38	0.00	0.00	0.00	137.29
147.271	0.901	-10.83	434.20	0.00	0.00	0.00	137.29
148.171	0.579	-10.83	286.96	0.00	0.00	0.00	137.29
148.750	0.901	-10.83	456.89	0.00	0.00	0.00	137.29
149.651	0.608	-10.83	315.09	0.00	0.00	0.00	137.29
150.259	0.901	-3.41	475.16	0.00	0.00	0.00	137.29
151.159	0.901	-3.41	484.67	0.00	0.00	0.00	137.29
152.060	0.901	-3.41	494.18	0.00	0.00	0.00	137.29
152.960	0.020	-3.41	10.87	0.00	0.00	0.00	137.29
152.980	0.901	-3.41	503.04	0.00	0.00	0.00	137.29
153.881	0.901	-3.41	510.84	0.00	0.00	0.00	137.29
154.781	0.519	-3.41	297.91	0.00	0.00	0.00	137.29
155.300	0.901	-3.41	519.46	0.00	0.00	0.00	137.29
156.201	0.086	-3.41	49.88	0.00	0.00	0.00	137.29
156.287	0.901	3.72	519.00	0.00	0.00	0.00	137.29
157.188	0.901	3.72	517.55	0.00	0.00	0.00	137.29
158.088	0.901	3.72	516.11	0.00	0.00	0.00	137.29
158.989	0.901	3.72	514.66	0.00	0.00	0.00	137.29
159.889	0.443	3.72	252.57	0.00	0.00	0.00	137.29
160.332	0.518	3.73	294.98	0.00	0.00	0.00	137.29
160.850	0.901	3.73	517.82	0.00	0.00	0.00	137.29
161.751	0.901	3.73	528.67	0.00	0.00	0.00	137.29
162.651	0.764	3.73	457.01	0.00	0.00	0.00	137.29
163.415	0.901	20.10	546.46	0.00	0.00	0.00	137.29
164.316	0.901	20.10	552.77	0.00	0.00	0.00	137.29
165.216	0.901	20.10	559.08	0.00	0.00	0.00	137.29
166.117	0.901	20.10	565.40	0.00	0.00	0.00	137.29
167.017	0.901	20.10	571.71	0.00	0.00	0.00	137.29
167.918	0.743	20.10	476.27	0.00	0.00	0.00	137.29
168.660	0.901	20.11	583.22	0.00	0.00	0.00	137.29
169.561	0.901	20.11	589.53	0.00	0.00	0.00	137.29
170.462	0.138	20.11	91.22	0.00	0.00	0.00	137.29
170.600	0.687	20.11	456.49	0.00	0.00	0.00	137.29
171.287	0.901	20.12	608.83	0.00	0.00	0.00	137.29
172.188	0.901	20.12	620.84	0.00	0.00	0.00	137.29
173.088	0.901	20.12	632.85	0.00	0.00	0.00	137.29
173.989	0.901	20.12	644.86	0.00	0.00	0.00	137.29
174.889	0.901	20.12	656.87	0.00	0.00	0.00	137.29
175.790	0.901	20.12	668.88	0.00	0.00	0.00	137.29
176.690	0.901	20.12	680.90	0.00	0.00	0.00	137.29
177.591	0.449	20.12	344.04	0.00	0.00	0.00	137.29
178.040	0.169	20.12	130.29	0.00	0.00	0.00	137.29
178.209	0.901	24.40	692.13	0.00	0.00	0.00	137.29

179.110	0.901	24.40	690.66	0.00	0.00	0.00	137.29
180.010	0.901	24.40	689.19	0.00	0.00	0.00	137.29
180.911	0.901	24.40	687.73	0.00	0.00	0.00	137.29
181.811	0.901	24.40	686.26	0.00	0.00	0.00	137.29
182.712	0.464	24.40	352.68	0.00	0.00	0.00	137.29
183.176	0.901	26.99	683.62	0.00	0.00	0.00	137.29
184.076	0.901	26.99	681.31	0.00	0.00	0.00	137.29
184.977	0.901	26.99	679.00	0.00	0.00	0.00	137.29
185.877	0.901	26.99	676.70	0.00	0.00	0.00	137.29
186.778	0.901	26.99	674.39	0.00	0.00	0.00	137.29
187.678	0.901	26.99	672.08	0.00	0.00	0.00	137.29
188.579	0.511	26.99	380.50	0.00	0.00	0.00	137.29
189.090	0.650	26.99	480.83	0.00	0.00	0.00	137.29
189.740	0.901	27.00	658.31	0.00	0.00	0.00	137.29
190.640	0.901	27.00	649.05	0.00	0.00	0.00	137.29
191.541	0.059	27.00	42.23	0.00	0.00	0.00	137.29
191.600	0.666	27.00	474.54	0.00	0.00	0.00	137.29
192.266	0.901	27.01	636.20	0.00	0.00	0.00	137.29
193.167	0.901	27.01	630.06	0.00	0.00	0.00	137.29
194.067	0.901	27.01	623.93	0.00	0.00	0.00	137.29
194.968	0.901	27.01	617.79	0.00	0.00	0.00	137.29
195.868	0.017	27.01	11.51	0.00	0.00	0.00	137.29
195.885	0.901	40.17	609.01	0.00	0.00	0.00	137.29
196.786	0.901	40.17	597.82	0.00	0.00	0.00	137.29
197.686	0.901	40.17	586.63	0.00	0.00	0.00	137.29
198.587	0.506	40.17	324.66	0.00	0.00	0.00	137.29
199.093	0.901	40.18	569.14	0.00	0.00	0.00	137.29
199.993	0.117	40.18	73.00	0.00	0.00	0.00	137.29
200.110	0.901	40.18	557.15	0.00	0.00	0.00	137.29
201.011	0.901	40.18	546.88	0.00	0.00	0.00	137.29
201.911	0.741	40.18	442.45	0.00	0.00	0.00	137.29
202.652	0.901	40.19	528.39	0.00	0.00	0.00	137.29
203.553	0.901	40.19	518.25	0.00	0.00	0.00	137.29
204.453	0.901	40.19	508.10	0.00	0.00	0.00	137.29
205.354	0.901	40.19	497.96	0.00	0.00	0.00	137.29
206.254	0.901	40.19	487.81	0.00	0.00	0.00	137.29
207.155	0.198	40.19	105.74	0.00	0.00	0.00	137.29
207.353	0.901	40.20	475.44	0.00	0.00	0.00	137.29
208.253	0.901	40.20	465.29	0.00	0.00	0.00	137.29
209.154	0.901	40.20	455.14	0.00	0.00	0.00	137.29
210.054	0.901	40.20	444.99	0.00	0.00	0.00	137.29
210.955	0.901	40.20	434.84	0.00	0.00	0.00	137.29
211.855	0.901	40.20	424.69	0.00	0.00	0.00	137.29
212.756	0.344	40.20	159.65	0.00	0.00	0.00	137.29
213.100	0.238	40.20	109.33	0.00	0.00	0.00	137.29
213.338	0.002	41.83	1.07	0.00	0.00	0.00	137.29
213.340	0.901	41.83	406.75	0.00	0.00	0.00	137.29
214.241	0.901	41.83	394.75	0.00	0.00	0.00	137.29
215.141	0.901	41.83	382.75	0.00	0.00	0.00	137.29
216.042	0.901	41.83	370.75	0.00	0.00	0.00	137.29
216.942	0.901	41.83	358.75	0.00	0.00	0.00	137.29
217.843	0.901	41.83	346.75	0.00	0.00	0.00	137.29
218.743	0.484	41.83	181.29	0.00	0.00	0.00	137.29
219.227	0.901	41.84	328.30	0.00	0.00	0.00	137.29
220.127	0.901	41.84	316.29	0.00	0.00	0.00	137.29
221.028	0.901	41.84	304.29	0.00	0.00	0.00	137.29
221.929	0.901	41.84	292.28	0.00	0.00	0.00	137.29
222.829	0.901	41.84	280.27	0.00	0.00	0.00	137.29
223.730	0.277	41.84	83.80	0.00	0.00	0.00	137.29
224.007	0.901	41.85	264.57	0.00	0.00	0.00	137.29
224.907	0.901	41.85	252.56	0.00	0.00	0.00	137.29
225.808	0.901	41.85	240.55	0.00	0.00	0.00	137.29

226.708	0.901	41.85	228.54	0.00	0.00	0.00	137.29
227.609	0.901	41.85	216.53	0.00	0.00	0.00	137.29
228.509	0.233	41.85	54.02	0.00	0.00	0.00	137.29
228.742	0.508	44.57	114.86	0.00	0.00	0.00	137.29
229.250	0.901	44.57	192.72	0.00	0.00	0.00	137.29
230.151	0.901	44.57	178.38	0.00	0.00	0.00	137.29
231.051	0.901	44.57	164.05	0.00	0.00	0.00	137.29
231.952	0.723	44.57	121.40	0.00	0.00	0.00	137.29

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_FEM (--)	FS_p-qFEM (--)
123.302	0.000	196.130	-0.729	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.041	
26.925	26.907								
124.203	0.237	195.472	-0.729	4.1372824943E+000	5.2080804975E-003	1.4098078911E+001	0.041		
26.925	26.907								
125.103	0.478	194.818	-0.721	2.5391671426E+001	8.7290098985E-002	7.2425813991E+001	0.041		
8.974	8.969								
126.004	0.729	194.174	-0.782	1.3458147161E+002	9.6823466411E-001	3.7318231542E+002	0.041		
4.670	4.667								
126.904	0.860	193.409	-0.747	6.9752032065E+002	1.0472919817E+001	4.7954897267E+002	0.041		
2.792	2.791								
127.805	1.175	192.829	-0.622	9.9828425151E+002	2.1758488236E+001	3.3194903912E+002	0.041		
2.025	2.031								
128.705	1.530	192.289	-0.599	1.2953848229E+003	3.6398118144E+001	3.3868471414E+002	0.057		
1.619	1.633								
128.830	1.580	192.215	-0.682	1.3376279165E+003	3.8690635844E+001	3.4949298358E+002	0.059		
1.580	1.547								
129.730	1.850	191.590	-0.711	1.7149875188E+003	6.1264756047E+001	4.4496200051E+002	0.080		
1.351	0.879								
130.631	2.091	190.935	-0.699	2.1390370294E+003	9.1048684073E+001	4.7202024057E+002	0.105		
1.195	0.781								
131.531	2.382	190.331	-0.658	2.5651305015E+003	1.2590631355E+002	4.7990634673E+002	0.129		
1.095	0.751								
132.432	2.696	189.749	-0.626	3.0033834662E+003	1.6701615792E+002	4.6656477474E+002	0.154		
1.032	0.742								
133.332	3.046	189.204	-0.583	3.4054477911E+003	2.0965351103E+002	4.3654508884E+002	0.176		
0.997	0.743								
134.233	3.436	188.699	-0.548	3.7896331055E+003	2.5491733329E+002	4.3511820597E+002	0.197		
0.973	0.750								
134.489	3.562	188.570	-0.507	3.9018213419E+003	2.6899798492E+002	4.3727546462E+002	0.203		
0.929	0.753								
135.390	3.977	188.113	-0.489	4.2947723215E+003	3.2139365032E+002	4.2545539812E+002	0.225		
0.835	0.766								
136.290	4.427	187.690	-0.463	4.6680976370E+003	3.7569537182E+002	3.9450871300E+002	0.245		
0.851	0.782								
136.470	4.524	187.613	-0.413	4.7382685015E+003	3.8670355935E+002	3.9164942598E+002	0.249		

0.857	0.785							
137.371	5.027	187.244	-0.375	5.0961146515E+003	4.4509731297E+002	3.8542924385E+002	0.261	
0.894	0.806							
138.271	5.593	186.937	-0.316	5.4324547647E+003	5.0567601259E+002	3.7015824801E+002	0.272	
0.943	0.831							
139.172	6.202	186.674	-0.290	5.7627967341E+003	5.6905822872E+002	3.5207194883E+002	0.283	
0.999	0.861							
139.238	6.249	186.657	-0.227	5.7859709814E+003	5.7367844488E+002	3.5124299831E+002	0.283	
1.003	0.863							
140.138	6.444	186.455	-0.202	6.1053847452E+003	6.3908583971E+002	3.5789247714E+002	0.301	
1.070	0.905							
141.039	6.679	186.294	-0.156	6.4305615134E+003	7.0879400269E+002	3.5574066015E+002	0.319	
1.144	0.953							
141.939	6.955	186.174	-0.110	6.7460996974E+003	7.7954836538E+002	3.4440758131E+002	0.335	
1.223	1.011							
142.840	7.274	186.096	-0.058	7.0508647616E+003	8.5150840713E+002	3.3215109495E+002	0.351	
1.313	1.070							
143.740	7.644	186.069	-0.011	7.3443281171E+003	9.2498653599E+002	3.2245486685E+002	0.367	
1.408	1.137							
144.641	8.047	186.076	0.019	7.6316295651E+003	1.0004254605E+003	3.1481940104E+002	0.382	
1.506	1.208							
144.934	8.193	186.092	0.075	7.7236501868E+003	1.0248146247E+003	3.0717827043E+002	0.386	
1.539	1.230							
145.835	8.438	186.165	0.090	7.9829629936E+003	1.0986018983E+003	2.7811367996E+002	0.403	
1.639	1.301							
146.370	8.596	186.221	0.119	8.1286345962E+003	1.1421191974E+003	2.6868456855E+002	0.412	
1.699	1.345							
147.271	8.883	186.336	0.136	8.3651640978E+003	1.2123213183E+003	2.5598413671E+002	0.422	
1.799	1.422							
148.171	9.186	186.466	0.152	8.5896807522E+003	1.2808624232E+003	2.4275386441E+002	0.431	
1.891	1.511							
148.750	9.391	186.561	0.164	8.7277758547E+003	1.3241434586E+003	2.3395447153E+002	0.436	
1.947	1.569							
149.651	9.712	186.709	0.166	8.9320420624E+003	1.3873833191E+003	2.1929355727E+002	0.446	
2.030	1.661							
150.259	9.931	186.811	0.168	9.0623279998E+003	1.4282593014E+003	2.0846773088E+002	0.451	
2.082	1.727							
151.159	10.135	186.963	0.166	9.2424108336E+003	1.4861409501E+003	1.9015375109E+002	0.460	
2.148	1.815							
152.060	10.337	187.111	0.165	9.4048088157E+003	1.5386992944E+003	1.7337012002E+002	0.467	
2.204	1.897							
152.960	10.540	187.260	0.165	9.5546631022E+003	1.5874210360E+003	1.4410041776E+002	0.473	
2.250	1.967							
152.980	10.544	187.263	0.143	9.5574814335E+003	1.5883900397E+003	1.4359050858E+002	0.473	
2.251	1.968							
153.881	10.726	187.391	0.138	9.6858047426E+003	1.6319317621E+003	1.3681094078E+002	0.478	
2.285	2.028							
154.781	10.899	187.510	0.129	9.8038879459E+003	1.6727316950E+003	1.2437936779E+002	0.483	
2.309	2.075							
155.300	10.994	187.575	0.123	9.8664144961E+003	1.6948880932E+003	1.1517105886E+002	0.485	
2.318	2.098							
156.201	11.158	187.685	0.124	9.9618147614E+003	1.7300634788E+003	9.7707496642E+001	0.495	
2.323	2.124							
156.287	11.175	187.697	0.127	9.9701923820E+003	1.7332050006E+003	9.6165304447E+001	0.495	
2.322	2.126							
157.188	11.230	187.811	0.133	1.0049735365E+004	1.7646618608E+003	8.2720723016E+001	0.506	
2.312	2.136							
158.088	11.298	187.937	0.149	1.0119178455E+004	1.7929397796E+003	7.1499303133E+001	0.515	
2.290	2.130							
158.989	11.382	188.079	0.172	1.0178510841E+004	1.8194308066E+003	6.0270972906E+001	0.524	
2.257	2.108							
159.889	11.491	188.247	0.197	1.0227730887E+004	1.8447943753E+003	4.9261570638E+001	0.533	

2.212	2.070							
160.332	11.559	188.344	0.237	1.0248372229E+004	1.8571041562E+003	4.2793730962E+001	0.538	
2.185	2.045							
160.850	11.656	188.475	0.273	1.0268228418E+004	1.8705419719E+003	3.4069646191E+001	0.542	
2.149	2.013							
161.751	11.854	188.732	0.317	1.0292237022E+004	1.8930794531E+003	1.8277905670E+001	0.537	
2.080	1.945							
162.651	12.110	189.046	0.390	1.0301148264E+004	1.9138874943E+003	2.3437746702E+000	0.532	
2.004	1.868							
163.415	12.394	189.380	0.460	1.0298044520E+004	1.9306264322E+003	-9.1916489001E+000	0.528	
1.935	1.796							
164.316	12.497	189.812	0.492	1.0284322586E+004	1.9495116009E+003	-2.1317240173E+001	0.527	
1.850	1.702							
165.216	12.621	190.266	0.520	1.0259650611E+004	1.9677164528E+003	-3.3649508381E+001	0.526	
1.763	1.602							
166.117	12.774	190.748	0.551	1.0223717360E+004	1.9851560917E+003	-4.6515632966E+001	0.525	
1.675	1.494							
167.017	12.955	191.259	0.580	1.0175872553E+004	2.0033235286E+003	-5.8809891081E+001	0.523	
1.589	1.401							
167.918	13.160	191.794	0.597	1.0117796444E+004	2.0198516547E+003	-6.9162786760E+001	0.522	
1.505	1.317							
168.660	13.335	192.240	0.591	1.0063565845E+004	2.0323854583E+003	-7.7275160504E+001	0.521	
1.439	1.255							
169.561	13.530	192.765	0.619	9.9893264522E+003	2.0452858097E+003	-8.7069618557E+001	0.518	
1.363	1.188							
170.462	13.791	193.355	0.658	9.9067470928E+003	2.0562657168E+003	-9.8322073031E+001	0.515	
1.292	1.130							
170.600	13.833	193.449	0.678	9.8929899006E+003	2.0576926927E+003	-9.9590978516E+001	0.515	
1.281	1.120							
171.287	14.049	193.915	0.679	9.8237010015E+003	2.0652938722E+003	-1.0445288296E+002	0.509	
1.232	1.082							
172.188	14.330	194.527	0.681	9.7253668543E+003	2.0730976675E+003	-1.1471274227E+002	0.501	
1.176	1.032							
173.088	14.615	195.141	0.681	9.6170949611E+003	2.0767759672E+003	-1.2453639873E+002	0.492	
1.122	0.979							
173.989	14.897	195.753	0.676	9.5010676900E+003	2.0765111071E+003	-1.3216905585E+002	0.483	
1.073	0.928							
174.889	15.173	196.359	0.677	9.3790488231E+003	2.0730424712E+003	-1.4145718993E+002	0.473	
1.029	0.884							
175.790	15.457	196.972	0.670	9.2462929430E+003	2.0648352110E+003	-1.5223134358E+002	0.463	
0.988	0.843							
176.690	15.719	197.564	0.637	9.1048690372E+003	2.0523368353E+003	-1.5708345883E+002	0.452	
0.952	0.812							
177.591	15.944	198.120	0.609	8.9633741426E+003	2.0373020051E+003	-1.6022366891E+002	0.441	
0.918	0.787							
178.040	16.046	198.386	0.586	8.8907251258E+003	2.0281347188E+003	-1.6208103998E+002	0.435	
0.903	0.776							
178.209	16.080	198.482	0.549	8.8632594883E+003	2.0244763890E+003	-1.6263612474E+002	0.434	
0.897	0.772							
179.110	16.163	198.973	0.514	8.7147029906E+003	2.0020819556E+003	-1.6911835155E+002	0.430	
0.868	0.752							
180.010	16.189	199.408	0.476	8.5586649657E+003	1.9751042369E+003	-1.7641326284E+002	0.425	
0.841	0.733							
180.911	16.203	199.830	0.475	8.3969697992E+003	1.9439661452E+003	-1.8092925409E+002	0.419	
0.817	0.716							
181.811	16.227	200.263	0.471	8.2327981437E+003	1.9096715879E+003	-1.8384420470E+002	0.413	
0.794	0.700							
182.712	16.234	200.679	0.459	8.0658529379E+003	1.8724724868E+003	-1.9071868009E+002	0.406	
0.776	0.685							
183.176	16.234	200.889	0.462	7.9761733247E+003	1.8509822232E+003	-1.9516374326E+002	0.402	
0.768	0.678							
184.076	16.195	201.309	0.465	7.7974486008E+003	1.8064482352E+003	-2.0203906965E+002	0.393	

0.754	0.667							
184.977	16.154	201.726	0.455	7.6122861806E+003	1.7583958092E+003	-2.0596052716E+002	0.384	
0.742	0.658							
185.877	16.098	202.129	0.420	7.4264986249E+003	1.7088358489E+003	-2.0812650326E+002	0.375	
0.731	0.651							
186.778	15.994	202.483	0.373	7.2374351233E+003	1.6573774467E+003	-2.0749671855E+002	0.364	
0.722	0.646							
187.678	15.853	202.802	0.353	7.0527818559E+003	1.6055621824E+003	-2.0383452738E+002	0.354	
0.714	0.641							
188.579	15.713	203.120	0.349	6.8703142285E+003	1.5527743265E+003	-2.0100979312E+002	0.344	
0.708	0.638							
189.090	15.628	203.295	0.324	6.7680218652E+003	1.5227788651E+003	-2.0167371142E+002	0.338	
0.705	0.638							
189.740	15.498	203.496	0.306	6.6356544259E+003	1.4839984868E+003	-2.0417632801E+002	0.333	
0.702	0.637							
190.640	15.313	203.770	0.303	6.4511673794E+003	1.4298651292E+003	-2.0899159790E+002	0.325	
0.700	0.637							
191.541	15.126	204.042	0.300	6.2592452699E+003	1.3745358769E+003	-2.1099727921E+002	0.317	
0.697	0.638							
191.600	15.112	204.057	0.309	6.2467943381E+003	1.3709313278E+003	-2.1139464822E+002	0.316	
0.697	0.638							
192.266	14.981	204.266	0.318	6.1019503369E+003	1.3295212743E+003	-2.1795756182E+002	0.309	
0.696	0.640							
193.167	14.811	204.555	0.324	5.9050502064E+003	1.2733544218E+003	-2.2002960623E+002	0.299	
0.695	0.642							
194.067	14.647	204.850	0.335	5.7056609204E+003	1.2168944901E+003	-2.1832609926E+002	0.288	
0.694	0.646							
194.968	14.497	205.159	0.349	5.5118289305E+003	1.1619296236E+003	-2.1390020126E+002	0.278	
0.693	0.650							
195.868	14.358	205.478	0.355	5.3204110107E+003	1.1073578716E+003	-2.1298458245E+002	0.268	
0.694	0.655							
195.885	14.355	205.485	0.383	5.3168202947E+003	1.1063441773E+003	-2.1307334668E+002	0.267	
0.694	0.655							
196.786	13.940	205.829	0.391	5.1210524770E+003	1.0512544618E+003	-2.2909200200E+002	0.259	
0.695	0.661							
197.686	13.539	206.189	0.407	4.9042088405E+003	9.9244194043E+002	-2.4136465042E+002	0.249	
0.696	0.667							
198.587	13.153	206.563	0.420	4.6863370852E+003	9.3422754841E+002	-2.4320428576E+002	0.239	
0.699	0.673							
199.093	12.943	206.780	0.461	4.5629321243E+003	9.0163071176E+002	-2.4105682117E+002	0.233	
0.701	0.677							
199.993	12.614	207.211	0.476	4.3504364574E+003	8.4589622571E+002	-2.3522499658E+002	0.223	
0.705	0.684							
200.110	12.569	207.265	0.466	4.3229715488E+003	8.3877665159E+002	-2.3509048788E+002	0.222	
0.706	0.685							
201.011	12.229	207.686	0.479	4.1115308703E+003	7.8416238106E+002	-2.3474682932E+002	0.212	
0.711	0.694							
201.911	11.911	208.128	0.500	3.9001753370E+003	7.2912176344E+002	-2.3434465931E+002	0.201	
0.718	0.703							
202.652	11.664	208.507	0.524	3.7267209614E+003	6.8506878723E+002	-2.3558540434E+002	0.192	
0.725	0.712							
203.553	11.384	208.987	0.535	3.5128903616E+003	6.3228792314E+002	-2.3667156577E+002	0.181	
0.735	0.725							
204.453	11.106	209.471	0.555	3.3004581584E+003	5.8173436144E+002	-2.3488522810E+002	0.170	
0.747	0.738							
205.354	10.862	209.987	0.603	3.0898448834E+003	5.3333306900E+002	-2.2955541101E+002	0.160	
0.759	0.751							
206.254	10.671	210.557	0.624	2.8870120706E+003	4.8777438785E+002	-2.2252208759E+002	0.150	
0.771	0.763							
207.155	10.464	211.110	0.611	2.6890663256E+003	4.4442379705E+002	-2.1338543085E+002	0.140	
0.784	0.776							
207.353	10.415	211.228	0.585	2.6471563756E+003	4.3532479641E+002	-2.1280289073E+002	0.137	

0.787	0.778							
208.253	10.178	211.752	0.556	2.4521246713E+003	3.9410289413E+002	-2.0926667919E+002	0.128	
0.800	0.793							
209.154	9.894	212.230	0.524	2.2702517780E+003	3.5678657365E+002	-1.9917134447E+002	0.118	
0.814	0.809							
210.054	9.600	212.697	0.510	2.0934025101E+003	3.2153154093E+002	-1.9337049141E+002	0.109	
0.828	0.824							
210.955	9.291	213.148	0.504	1.9219773775E+003	2.8833772767E+002	-1.8712704041E+002	0.101	
0.843	0.838							
211.855	8.985	213.603	0.497	1.7563730215E+003	2.5736105555E+002	-1.7870555245E+002	0.092	
0.856	0.852							
212.756	8.664	214.044	0.486	1.6001156048E+003	2.2882949179E+002	-1.6993535203E+002	0.085	
0.869	0.864							
213.100	8.538	214.208	0.480	1.5420913107E+003	2.1845394025E+002	-1.6466993613E+002	0.082	
0.874	0.868							
213.338	8.452	214.323	0.484	1.5035956226E+003	2.1164953606E+002	-1.5686890911E+002	0.080	
0.878	0.870							
213.340	8.451	214.324	0.491	1.5032283155E+003	2.1158486433E+002	-1.5682032658E+002	0.080	
0.878	0.870							
214.241	8.087	214.767	0.506	1.3613877835E+003	1.8686203988E+002	-1.5483510058E+002	0.073	
0.892	0.882							
215.141	7.749	215.235	0.528	1.2243589728E+003	1.6369677627E+002	-1.4718838251E+002	0.066	
0.906	0.895							
216.042	7.427	215.718	0.551	1.0962907395E+003	1.4256558809E+002	-1.4531483539E+002	0.059	
0.920	0.909							
216.942	7.130	216.227	0.573	9.6263632418E+002	1.2146588832E+002	-1.4613114607E+002	0.053	
0.934	0.924							
217.843	6.848	216.751	0.590	8.3309785557E+002	1.0168667380E+002	-1.4105140323E+002	0.046	
0.948	0.939							
218.743	6.581	217.290	0.606	7.0859242873E+002	8.3526314031E+001	-1.3656486437E+002	0.041	
0.960	0.956							
219.227	6.447	217.589	0.629	6.4297438533E+002	7.4310455116E+001	-1.3472558961E+002	0.041	
0.966	0.963							
220.127	6.213	218.161	0.667	5.2320894240E+002	5.8302685461E+001	-1.2620293633E+002	0.041	
0.977	0.976							
221.028	6.036	218.790	0.682	4.1567366496E+002	4.4562924166E+001	-1.1918279453E+002	0.041	
0.988	0.988							
221.929	5.828	219.389	0.634	3.0855201094E+002	3.1733448638E+001	-1.2105190933E+002	0.041	
1.001	0.998							
222.829	5.564	219.932	0.596	1.9765032103E+002	1.9455362635E+001	-1.0356455776E+002	0.041	
1.013	1.006							
223.730	5.289	220.462	0.593	1.2202466644E+002	1.1464085466E+001	-7.5091812231E+001	0.041	
1.021	1.011							
224.007	5.208	220.630	0.589	1.0198151694E+002	9.4340672860E+000	-7.0579736024E+001	0.041	
1.022	1.011							
224.907	4.928	221.156	0.598	4.3629122229E+001	3.8364576789E+000	-6.0813053391E+001	0.041	
1.025	1.012							
225.808	4.673	221.707	0.596	-7.5472408396E+000	-6.3006041795E-001	-4.9006001550E+001	0.041	
1.024	1.011							
226.708	4.389	222.230	0.593	-4.4634271465E+001	-3.5411355742E+000	-3.6400127589E+001	0.041	
1.019	1.011							
227.609	4.128	222.776	0.613	-7.3106533381E+001	-5.4992833067E+000	-2.6754570047E+001	0.041	
1.012	1.008							
228.509	3.880	223.334	0.604	-9.2821209279E+001	-6.6035836662E+000	-1.3371059431E+001	0.041	
1.007	1.004							
228.742	3.797	223.460	0.526	-9.5421235508E+001	-6.6885937776E+000	-9.2903703536E+000	0.041	
1.007	1.004							
229.250	3.561	223.724	0.557	-9.8059084570E+001	-6.6400891877E+000	-1.5135693172E+000	0.041	
1.011	1.008							
230.151	3.195	224.245	0.703	-9.3546150464E+001	-5.9185108251E+000	1.4062674814E+001	0.041	
1.045	1.044							
231.051	3.052	224.989	0.754	-7.2731178512E+001	-4.2769134096E+000	3.0135577929E+001	0.041	

1.157 1.157
231.952 2.779 225.603 0.754 -3.9269770126E+001 -2.1402344451E+000 4.6654920893E+001 0.041
1.259 1.259

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_FEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_SRM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)
123.302	0.901	1.270	-44.834	-4.399	-5.586
124.203	0.901	1.270	-44.834	-13.197	-16.759
125.103	0.901	1.270	-44.834	-21.996	-27.932
126.004	0.901	1.270	-44.834	-30.794	-39.104
126.904	0.901	1.270	-44.834	-39.592	-50.277
127.805	0.901	1.270	-44.834	-48.390	-61.449
128.705	0.124	0.175	-44.834	-53.397	-9.358
128.830	0.901	1.270	-44.832	-58.403	-74.162
129.730	0.901	1.270	-44.832	-67.201	-85.334
130.631	0.901	1.270	-44.832	-75.998	-96.506
131.531	0.901	1.270	-44.832	-84.796	-107.678
132.432	0.901	1.270	-44.832	-93.594	-118.850
133.332	0.901	1.270	-44.832	-102.392	-130.022
134.233	0.256	0.362	-44.832	-108.043	-39.064
134.489	0.901	1.254	-44.091	-113.533	-142.349
135.390	0.901	1.254	-44.091	-122.114	-153.107
136.290	0.180	0.250	-44.091	-127.260	-31.838
136.470	0.901	1.254	-44.091	-134.434	-168.554
137.371	0.901	1.254	-44.091	-147.070	-184.398
138.271	0.901	1.254	-44.091	-159.706	-200.241
139.172	0.066	0.092	-44.091	-166.488	-15.305
139.238	0.901	0.984	-23.769	-126.255	-124.235
140.138	0.901	0.984	-23.769	-132.312	-130.196
141.039	0.901	0.984	-23.769	-138.370	-136.156
141.939	0.901	0.984	-23.769	-144.427	-142.116
142.840	0.901	0.984	-23.769	-150.484	-148.077
143.740	0.901	0.984	-23.769	-156.541	-154.037
144.641	0.294	0.321	-23.769	-160.557	-51.505
144.934	0.901	0.917	-10.829	-81.943	-75.131
145.835	0.535	0.545	-10.829	-83.744	-45.618
146.370	0.901	0.917	-10.829	-85.934	-78.790
147.271	0.901	0.917	-10.829	-88.971	-81.575
148.171	0.579	0.589	-10.829	-91.467	-53.912
148.750	0.901	0.917	-10.829	-93.621	-85.838
149.651	0.608	0.619	-10.829	-95.595	-59.198
150.259	0.901	0.902	-3.410	-31.329	-28.263
151.159	0.901	0.902	-3.410	-31.956	-28.828
152.060	0.901	0.902	-3.410	-32.583	-29.394

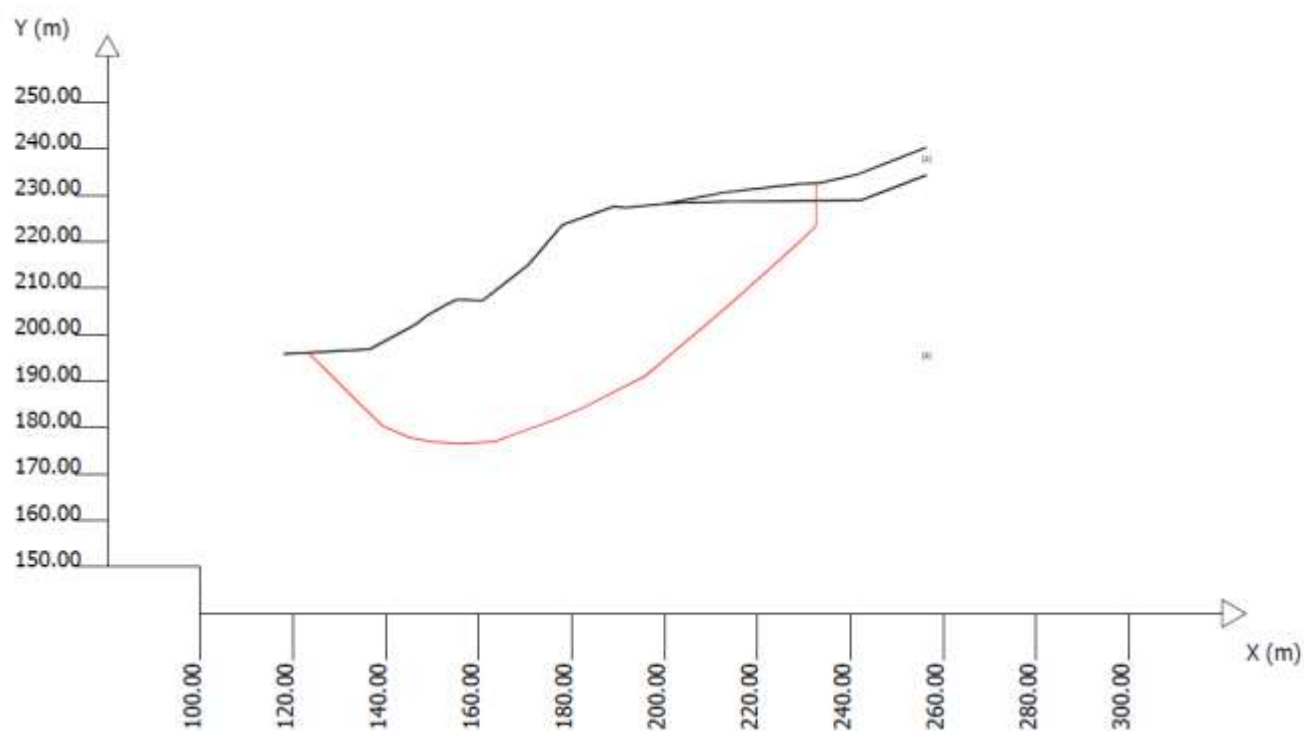
152.960	0.020	0.020	-3.410	-32.903	-0.647
152.980	0.901	0.902	-3.410	-33.167	-29.921
153.881	0.901	0.902	-3.410	-33.681	-30.385
154.781	0.519	0.520	-3.410	-34.087	-17.720
155.300	0.901	0.902	-3.410	-34.250	-30.898
156.201	0.086	0.087	-3.410	-34.265	-2.967
156.287	0.901	0.902	3.722	37.338	33.695
157.188	0.901	0.902	3.722	37.234	33.601
158.088	0.901	0.902	3.722	37.130	33.507
158.989	0.901	0.902	3.722	37.026	33.413
159.889	0.443	0.444	3.722	36.948	16.398
160.332	0.518	0.519	3.732	36.991	19.202
160.850	0.901	0.902	3.732	37.352	33.709
161.751	0.901	0.902	3.732	38.135	34.415
162.651	0.764	0.766	3.732	38.859	29.750
163.415	0.901	0.959	20.096	195.803	187.759
164.316	0.901	0.959	20.096	198.064	189.927
165.216	0.901	0.959	20.096	200.326	192.095
166.117	0.901	0.959	20.096	202.587	194.264
167.017	0.901	0.959	20.096	204.848	196.432
167.918	0.743	0.791	20.096	206.912	163.640
168.660	0.901	0.959	20.106	209.061	200.484
169.561	0.901	0.959	20.106	211.322	202.653
170.462	0.138	0.147	20.106	212.626	31.357
170.600	0.687	0.732	20.106	214.443	156.919
171.287	0.901	0.959	20.116	218.329	209.386
172.188	0.901	0.959	20.116	222.637	213.517
173.088	0.901	0.959	20.116	226.944	217.648
173.989	0.901	0.959	20.116	231.252	221.779
174.889	0.901	0.959	20.116	235.559	225.910
175.790	0.901	0.959	20.116	239.867	230.041
176.690	0.901	0.959	20.116	244.174	234.172
177.591	0.449	0.478	20.116	247.402	118.323
178.040	0.169	0.180	20.116	248.471	44.808
178.209	0.901	0.989	24.404	289.182	285.970
179.110	0.901	0.989	24.404	288.569	285.364
180.010	0.901	0.989	24.404	287.956	284.757
180.911	0.901	0.989	24.404	287.343	284.151
181.811	0.901	0.989	24.404	286.729	283.544
182.712	0.464	0.509	24.404	286.265	145.716
183.176	0.901	1.011	26.987	306.966	310.212
184.076	0.901	1.011	26.987	305.931	309.166
184.977	0.901	1.011	26.987	304.895	308.119
185.877	0.901	1.011	26.987	303.859	307.072
186.778	0.901	1.011	26.987	302.823	306.026
187.678	0.901	1.011	26.987	301.788	304.979
188.579	0.511	0.574	26.987	300.976	172.665
189.090	0.650	0.729	26.987	299.182	218.190
189.740	0.901	1.011	26.997	295.677	298.830
190.640	0.901	1.011	26.997	291.517	294.626
191.541	0.059	0.066	26.997	289.301	19.172
191.600	0.666	0.748	26.997	288.145	215.409
192.266	0.901	1.011	27.007	285.820	288.894
193.167	0.901	1.011	27.007	283.063	286.107
194.067	0.901	1.011	27.007	280.305	283.320
194.968	0.901	1.011	27.007	277.548	280.533
195.868	0.017	0.019	27.007	276.143	5.225
195.885	0.901	1.179	40.170	333.342	392.844
196.786	0.901	1.179	40.170	327.216	385.625
197.686	0.901	1.179	40.170	321.090	378.406
198.587	0.506	0.662	40.170	316.307	209.425
199.093	0.901	1.179	40.180	311.540	367.205

199.993	0.117	0.153	40.180	308.078	47.101
200.110	0.901	1.179	40.180	304.972	359.464
201.011	0.901	1.179	40.180	299.355	352.843
201.911	0.741	0.970	40.180	294.295	285.462
202.652	0.901	1.179	40.190	289.252	340.985
203.553	0.901	1.179	40.190	283.698	334.438
204.453	0.901	1.179	40.190	278.145	327.891
205.354	0.901	1.179	40.190	272.591	321.344
206.254	0.901	1.179	40.190	267.038	314.797
207.155	0.198	0.259	40.190	263.651	68.237
207.353	0.901	1.179	40.200	260.279	306.875
208.253	0.901	1.179	40.200	254.723	300.324
209.154	0.901	1.179	40.200	249.166	293.773
210.054	0.901	1.179	40.200	243.610	287.222
210.955	0.901	1.179	40.200	238.053	280.671
211.855	0.901	1.179	40.200	232.497	274.120
212.756	0.344	0.451	40.200	228.657	103.049
213.100	0.238	0.311	40.200	226.786	70.565
213.338	0.002	0.003	41.828	227.774	0.716
213.340	0.901	1.209	41.828	224.455	271.262
214.241	0.901	1.209	41.828	217.832	263.258
215.141	0.901	1.209	41.828	211.210	255.255
216.042	0.901	1.209	41.828	204.588	247.252
216.942	0.901	1.209	41.828	197.965	239.248
217.843	0.901	1.209	41.828	191.343	231.245
218.743	0.484	0.649	41.828	186.253	120.906
219.227	0.901	1.209	41.838	181.169	218.984
220.127	0.901	1.209	41.838	174.544	210.976
221.028	0.901	1.209	41.838	167.919	202.968
221.929	0.901	1.209	41.838	161.294	194.960
222.829	0.901	1.209	41.838	154.668	186.952
223.730	0.277	0.372	41.838	150.337	55.894
224.007	0.901	1.209	41.848	146.010	176.513
224.907	0.901	1.209	41.848	139.382	168.500
225.808	0.901	1.209	41.848	132.753	160.488
226.708	0.901	1.209	41.848	126.125	152.475
227.609	0.901	1.209	41.848	119.497	144.462
228.509	0.233	0.313	41.848	115.326	36.043
228.742	0.508	0.713	44.566	113.061	80.601
229.250	0.901	1.264	44.566	106.990	135.236
230.151	0.901	1.264	44.566	99.032	125.177
231.051	0.901	1.264	44.566	91.074	115.118
231.952	0.723	1.015	44.566	83.898	85.189

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU – LUNGO TERMINE – PORZIONI LOCALI

SSAP 4.8.4 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)

Build No. 9597

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Già Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 22 maggio 2017

File report: C:\SSAP2010\Castagneto\sezClongjambu.txt

Data: 9/10/2017

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: sezClungotermine.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

__ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) __

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
117.99	195.84	200.11	228.20	-	-	-	-
136.47	196.85	213.34	228.68	-	-	-	-
146.37	202.18	242.26	228.94	-	-	-	-
148.75	204.06	256.36	234.32	-	-	-	-
152.98	206.47	-	-	-	-	-	-
155.30	207.53	-	-	-	-	-	-
160.85	207.36	-	-	-	-	-	-
170.60	215.00	-	-	-	-	-	-
178.04	223.64	-	-	-	-	-	-
189.09	227.58	-	-	-	-	-	-
191.60	227.32	-	-	-	-	-	-
200.11	228.20	-	-	-	-	-	-
213.10	230.66	-	-	-	-	-	-
229.25	232.46	-	-	-	-	-	-
233.32	232.62	-	-	-	-	-	-
241.54	234.49	-	-	-	-	-	-
256.36	240.30	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	20.00	0.53	0.00	16.67	17.65	1.030	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	0.53	0.00	18.63	20.59	1.874	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
GSI _____ Geological Strengh Index ammasso(adimensionale)
mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 5.5 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 117.99 242.52

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 155.83

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 131.83 253.59

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0670

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0330

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.4920

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS) 0.5262 - Min. - X Y Lambda= 1.0000
170.62 215.02
172.94 216.76
175.71 219.63
178.66 223.77
178.66 223.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.5267 - N.2 -- X Y Lambda= 1.0000
170.68 215.09
173.00 216.68
176.74 220.87
178.65 223.83
178.65 223.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.5269 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000
170.65 215.06
173.42 217.17
176.62 220.59
178.66 223.73
178.66 223.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.5271 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000
170.66 215.07
173.74 217.50

176.88 221.14
178.53 223.66
178.53 223.81

Fattore di sicurezza (FS) 0.5273 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000
170.46 214.89
173.10 216.60
175.41 219.08
177.36 221.79
178.54 223.72
178.54 223.82

Fattore di sicurezza (FS) 0.5273 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000
170.67 215.08
172.96 216.68
177.05 221.32
178.66 223.73
178.66 223.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.5273 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000
170.60 215.00
173.50 217.17
175.55 219.45
178.67 223.73
178.67 223.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.5273 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000
170.63 215.04
173.12 216.98
176.23 220.23
178.53 223.77
178.53 223.81

Fattore di sicurezza (FS) 0.5273 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000
170.66 215.06
173.90 217.68
176.60 220.76
178.40 223.60
178.40 223.77

Fattore di sicurezza (FS) 0.5274 - N.10 -- X Y Lambda= 1.0000
170.63 215.03
173.96 217.64
177.01 221.15
178.66 223.73
178.66 223.86

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	0.526	54.6	103.7	-59.5	Deficit
2	0.527	57.4	109.0	-62.5	Deficit
3	0.527	58.8	111.5	-63.9	Deficit

4	0.527	53.1	100.7	-57.7	Deficit
5	0.527	64.9	123.0	-70.5	Deficit
6	0.527	56.0	106.3	-60.9	Deficit
7	0.527	56.5	107.2	-61.4	Deficit
8	0.527	52.3	99.2	-56.8	Deficit
9	0.527	51.7	98.0	-56.1	Deficit
10	0.527	58.6	111.1	-63.6	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -70.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
170.621	0.124	36.71	0.06	0.00	0.00	30.00	0.53
170.745	0.124	36.71	0.18	0.00	0.00	30.00	0.53
170.869	0.124	36.71	0.31	0.00	0.00	30.00	0.53
170.993	0.124	36.71	0.43	0.00	0.00	30.00	0.53
171.117	0.124	36.71	0.55	0.00	0.00	30.00	0.53
171.241	0.124	36.71	0.68	0.00	0.00	30.00	0.53
171.366	0.124	36.71	0.80	0.00	0.00	30.00	0.53
171.490	0.124	36.71	0.92	0.00	0.00	30.00	0.53
171.614	0.124	36.71	1.05	0.00	0.00	30.00	0.53
171.738	0.124	36.71	1.17	0.00	0.00	30.00	0.53
171.862	0.124	36.71	1.29	0.00	0.00	30.00	0.53
171.986	0.124	36.71	1.42	0.00	0.00	30.00	0.53
172.110	0.124	36.71	1.54	0.00	0.00	30.00	0.53
172.234	0.124	36.71	1.66	0.00	0.00	30.00	0.53
172.358	0.124	36.71	1.79	0.00	0.00	30.00	0.53
172.483	0.124	36.71	1.91	0.00	0.00	30.00	0.53
172.607	0.124	36.71	2.03	0.00	0.00	30.00	0.53
172.731	0.124	36.71	2.16	0.00	0.00	30.00	0.53
172.855	0.089	36.71	1.62	0.00	0.00	30.00	0.53
172.944	0.124	46.09	2.32	0.00	0.00	30.00	0.53
173.068	0.124	46.09	2.36	0.00	0.00	30.00	0.53
173.192	0.124	46.09	2.40	0.00	0.00	30.00	0.53
173.316	0.124	46.09	2.43	0.00	0.00	30.00	0.53
173.440	0.124	46.09	2.47	0.00	0.00	30.00	0.53
173.565	0.124	46.09	2.51	0.00	0.00	30.00	0.53
173.689	0.124	46.09	2.54	0.00	0.00	30.00	0.53
173.813	0.124	46.09	2.58	0.00	0.00	30.00	0.53
173.937	0.124	46.09	2.61	0.00	0.00	30.00	0.53
174.061	0.124	46.09	2.65	0.00	0.00	30.00	0.53
174.185	0.124	46.09	2.69	0.00	0.00	30.00	0.53
174.309	0.124	46.09	2.72	0.00	0.00	30.00	0.53
174.433	0.124	46.09	2.76	0.00	0.00	30.00	0.53
174.557	0.124	46.09	2.80	0.00	0.00	30.00	0.53
174.681	0.124	46.09	2.83	0.00	0.00	30.00	0.53
174.806	0.124	46.09	2.87	0.00	0.00	30.00	0.53
174.930	0.124	46.09	2.90	0.00	0.00	30.00	0.53

175.054	0.124	46.09	2.94	0.00	0.00	30.00	0.53
175.178	0.124	46.09	2.98	0.00	0.00	30.00	0.53
175.302	0.124	46.09	3.01	0.00	0.00	30.00	0.53
175.426	0.124	46.09	3.05	0.00	0.00	30.00	0.53
175.550	0.124	46.09	3.09	0.00	0.00	30.00	0.53
175.674	0.035	46.09	0.88	0.00	0.00	30.00	0.53
175.709	0.124	54.53	3.08	0.00	0.00	30.00	0.53
175.834	0.124	54.53	3.01	0.00	0.00	30.00	0.53
175.958	0.124	54.53	2.93	0.00	0.00	30.00	0.53
176.082	0.124	54.53	2.86	0.00	0.00	30.00	0.53
176.206	0.124	54.53	2.79	0.00	0.00	30.00	0.53
176.330	0.124	54.53	2.72	0.00	0.00	30.00	0.53
176.454	0.124	54.53	2.65	0.00	0.00	30.00	0.53
176.578	0.124	54.53	2.58	0.00	0.00	30.00	0.53
176.702	0.124	54.53	2.50	0.00	0.00	30.00	0.53
176.826	0.124	54.53	2.43	0.00	0.00	30.00	0.53
176.951	0.124	54.53	2.36	0.00	0.00	30.00	0.53
177.075	0.124	54.53	2.29	0.00	0.00	30.00	0.53
177.199	0.124	54.53	2.22	0.00	0.00	30.00	0.53
177.323	0.124	54.53	2.14	0.00	0.00	30.00	0.53
177.447	0.124	54.53	2.07	0.00	0.00	30.00	0.53
177.571	0.124	54.53	2.00	0.00	0.00	30.00	0.53
177.695	0.124	54.53	1.93	0.00	0.00	30.00	0.53
177.819	0.124	54.53	1.86	0.00	0.00	30.00	0.53
177.943	0.097	54.53	1.40	0.00	0.00	30.00	0.53
178.040	0.124	54.53	1.61	0.00	0.00	30.00	0.53
178.164	0.124	54.53	1.30	0.00	0.00	30.00	0.53
178.288	0.124	54.53	0.99	0.00	0.00	30.00	0.53
178.412	0.124	54.53	0.68	0.00	0.00	30.00	0.53
178.536	0.124	54.53	0.37	0.00	0.00	30.00	0.53

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 dx(m) : Larghezza concio
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio
 W(kN/m) : Forza peso concio
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
 phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_FEM (--)	FS_p-qFEM (--)	
170.621	0.000	215.024	0.860	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.8771664346E-001			0.381
6.246	0.692									
170.745	0.014	215.131	0.860	6.8071076706E-002	4.8224084865E-002	9.0923827972E-001				0.381
6.246	0.692									
170.869	0.028	215.238	0.860	2.2568959718E-001	1.6429164927E-001	1.3561786250E+000				0.467
6.628	0.593									
170.993	0.042	215.344	0.860	4.0469945500E-001	2.9839198846E-001	1.5263111720E+000				0.497
5.786	0.595									
171.117	0.057	215.451	0.860	6.0454799025E-001	4.4321155746E-001	1.6946455871E+000				0.509
4.624	0.613									
171.241	0.071	215.558	0.860	8.2534153358E-001	5.9878042412E-001	1.8622145667E+000				0.514
3.758	0.645									
171.366	0.085	215.664	0.860	1.0667837592E+000	7.6758368601E-001	2.0259636500E+000				0.518

3.150	0.683								
171.490	0.099	215.771	0.860	1.3282228247E+000	9.4963552148E-001	2.1846130574E+000	0.521		
2.645	0.718								
171.614	0.113	215.878	0.860	1.6090447396E+000	1.1459079216E+000	2.3381505370E+000	0.525		
2.187	0.751								
171.738	0.127	215.984	0.860	1.9085946201E+000	1.3480114862E+000	2.4946003803E+000	0.526		
1.835	0.782								
171.862	0.141	216.091	0.860	2.2282502520E+000	1.5599074034E+000	2.5359255596E+000	0.526		
1.601	0.810								
171.986	0.156	216.198	0.860	2.5380577991E+000	1.7661175262E+000	2.5169970035E+000	0.526		
1.455	0.836								
172.110	0.170	216.304	0.860	2.8530150166E+000	1.9753008125E+000	2.5386818787E+000	0.526		
1.362	0.860								
172.234	0.184	216.411	0.871	3.1682051470E+000	2.1846185712E+000	2.5203771181E+000	0.526		
1.304	0.880								
172.358	0.201	216.521	0.883	3.4786187876E+000	2.3911786222E+000	2.4613496221E+000	0.526		
1.274	0.897								
172.483	0.218	216.630	0.876	3.7791572122E+000	2.5920372146E+000	2.3609404012E+000	0.526		
1.267	0.912								
172.607	0.233	216.738	0.866	4.0646474448E+000	2.7842077293E+000	2.2186204189E+000	0.526		
1.280	0.924								
172.731	0.248	216.845	0.864	4.3298594426E+000	2.9646705997E+000	2.0339866329E+000	0.526		
1.308	0.934								
172.855	0.263	216.953	0.869	4.5695201873E+000	3.1303814472E+000	1.8268271648E+000	0.526		
1.347	0.942								
172.944	0.274	217.031	0.909	4.7256243764E+000	3.2401380487E+000	1.6328182609E+000	0.526		
1.377	0.946								
173.068	0.261	217.146	0.964	4.9076678377E+000	3.3532900898E+000	1.3451466181E+000	0.526		
1.418	0.951								
173.192	0.256	217.270	1.020	5.0595144085E+000	3.4490079480E+000	1.1118102482E+000	0.526		
1.450	0.955								
173.316	0.257	217.400	1.070	5.1836395083E+000	3.5287208076E+000	8.9931025764E-001	0.526		
1.467	0.958								
173.440	0.263	217.535	1.096	5.2827396887E+000	3.5939855232E+000	7.0941393849E-001	0.526		
1.468	0.960								
173.565	0.271	217.672	1.085	5.3597290434E+000	3.6464845476E+000	5.4385717694E-001	0.526		
1.456	0.962								
173.689	0.275	217.805	1.071	5.4177350028E+000	3.6880235036E+000	4.0434077397E-001	0.526		
1.431	0.963								
173.813	0.278	217.937	1.071	5.4600938306E+000	3.7205285839E+000	2.9252850620E-001	0.526		
1.398	0.964								
173.937	0.282	218.070	1.071	5.4903459369E+000	3.7460438454E+000	2.1004567181E-001	0.526		
1.360	0.964								
174.061	0.286	218.203	1.071	5.5122310141E+000	3.7667284004E+000	1.5571961590E-001	0.526		
1.321	0.963								
174.185	0.290	218.336	1.071	5.5289983981E+000	3.7844582538E+000	1.2868269789E-001	0.526		
1.282	0.961								
174.309	0.294	218.469	1.071	5.5441724170E+000	3.8012681774E+000	1.1586744255E-001	0.526		
1.244	0.959								
174.433	0.298	218.602	1.071	5.5577588199E+000	3.8171614905E+000	1.0391131497E-001	0.526		
1.206	0.956								
174.557	0.302	218.735	1.071	5.5699651089E+000	3.8322579945E+000	8.4445313744E-002	0.526		
1.168	0.952								
174.681	0.306	218.868	1.071	5.5787196937E+000	3.8453616562E+000	3.9355304950E-002	0.526		
1.131	0.947								
174.806	0.310	219.001	1.071	5.5797338166E+000	3.8539963600E+000	-3.8383505426E-002	0.526		
1.094	0.941								
174.930	0.314	219.133	1.071	5.5691922045E+000	3.8559593572E+000	-1.4572480301E-001	0.526		
1.061	0.935								
175.054	0.318	219.266	1.123	5.5435622510E+000	3.8492110963E+000	-2.8043908805E-001	0.526		
1.031	0.928								
175.178	0.335	219.412	1.158	5.4995820856E+000	3.8318683358E+000	-4.4039096967E-001	0.526		

1.008	0.920								
175.302	0.347	219.554	1.114	5.4342491448E+000	3.8021975446E+000	-6.2353537374E-001	0.526		
0.994	0.913								
175.426	0.354	219.689	1.069	5.3448091834E+000	3.7586085585E+000	-8.2791423083E-001	0.526		
0.990	0.905								
175.550	0.355	219.819	1.038	5.2287456664E+000	3.6996484555E+000	-1.0516538000E+000	0.526		
0.993	0.898								
175.674	0.353	219.946	1.002	5.0837694452E+000	3.6239955949E+000	-1.2997717279E+000	0.526		
1.001	0.893								
175.709	0.349	219.979	1.058	5.0368937577E+000	3.5992058398E+000	-1.3907964283E+000	0.526		
1.004	0.891								
175.834	0.311	220.115	1.150	4.8406318069E+000	3.4699517700E+000	-1.7088932396E+000	0.526		
1.016	0.885								
175.958	0.286	220.264	1.257	4.6127151507E+000	3.3224218476E+000	-1.9446633072E+000	0.526		
1.026	0.879								
176.082	0.275	220.427	1.362	4.3579307502E+000	3.1593798258E+000	-2.1421157846E+000	0.526		
1.030	0.871								
176.206	0.276	220.602	1.444	4.0810027720E+000	2.9835532034E+000	-2.3017447776E+000	0.526		
1.027	0.865								
176.330	0.285	220.785	1.410	3.7865955312E+000	2.7976349241E+000	-2.4239633021E+000	0.526		
1.017	0.857								
176.454	0.277	220.952	1.344	3.4793306764E+000	2.6042932978E+000	-2.5091244370E+000	0.526		
0.999	0.850								
176.578	0.270	221.119	1.344	3.1637848818E+000	2.4061706687E+000	-2.5575979856E+000	0.526		
0.977	0.843								
176.702	0.262	221.286	1.344	2.8444880042E+000	2.2058823509E+000	-2.5697507720E+000	0.526		
0.951	0.836								
176.826	0.255	221.452	1.344	2.5259256655E+000	2.0060181192E+000	-2.5232048058E+000	0.526		
0.925	0.829								
176.951	0.248	221.619	1.344	2.2181823493E+000	1.8124002532E+000	-2.3630959253E+000	0.526		
0.899	0.823								
177.075	0.240	221.786	1.344	1.9393619677E+000	1.6354810512E+000	-2.1850823807E+000	0.526		
0.875	0.816								
177.199	0.233	221.953	1.344	1.6758048744E+000	1.4673741128E+000	-2.0581023257E+000	0.526		
0.852	0.809								
177.323	0.225	222.119	1.355	1.4285032686E+000	1.3086522845E+000	-1.9216756261E+000	0.526		
0.829	0.801								
177.447	0.221	222.289	1.372	1.1988097812E+000	1.1600965081E+000	-1.8859337118E+000	0.526		
0.805	0.791								
177.571	0.218	222.460	1.362	9.6037997325E-001	1.0064968147E+000	-1.8607901324E+000	0.526		
0.778	0.776								
177.695	0.210	222.627	1.324	7.3692758290E-001	8.6154433737E-001	-1.7288215829E+000	0.526		
0.745	0.754								
177.819	0.198	222.789	1.280	5.3125478646E-001	7.2685691336E-001	-1.5757989291E+000	0.526		
0.712	0.726								
177.943	0.180	222.945	1.240	3.4578542196E-001	6.0383394622E-001	-1.3919933440E+000	0.526		
0.676	0.678								
178.040	0.162	223.063	1.196	2.1901050420E-001	4.7834007739E-001	-1.2257669270E+000	0.486		
0.641	0.618								
178.164	0.134	223.209	1.188	8.0674631018E-002	2.5537868283E-001	-9.7446905845E-001	0.364		
0.579	0.494								
178.288	0.108	223.358	1.213	-2.2870567207E-002	7.2561559370E-002	-6.2988849677E-001	0.314		
0.473	0.291								
178.412	0.086	223.510	1.185	-7.5675232679E-002	-7.4453704779E-002	-1.6681640391E-001	0.277		
0.314	0.220								
178.536	0.054	223.652	1.185	-6.4277454534E-002	-1.0532106530E-001	3.0487368155E-001	0.700		
0.477	0.220								

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_FEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_SRM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)
170.621	0.124	0.155	36.709	0.259	0.040
170.745	0.124	0.155	36.709	0.778	0.120
170.869	0.124	0.155	36.709	1.296	0.201
170.993	0.124	0.155	36.709	1.815	0.281
171.117	0.124	0.155	36.709	2.333	0.361
171.241	0.124	0.155	36.709	2.852	0.441
171.366	0.124	0.155	36.709	3.370	0.522
171.490	0.124	0.155	36.709	3.889	0.602
171.614	0.124	0.155	36.709	4.407	0.682
171.738	0.124	0.155	36.709	4.926	0.763
171.862	0.124	0.155	36.709	5.444	0.843
171.986	0.124	0.155	36.709	5.963	0.923
172.110	0.124	0.155	36.709	6.481	1.003
172.234	0.124	0.155	36.709	7.000	1.084
172.358	0.124	0.155	36.709	7.518	1.164
172.483	0.124	0.155	36.709	8.037	1.244
172.607	0.124	0.155	36.709	8.555	1.324
172.731	0.124	0.155	36.709	9.074	1.405
172.855	0.089	0.111	36.709	9.519	1.058
172.944	0.124	0.179	46.094	9.961	1.783
173.068	0.124	0.179	46.094	10.117	1.811
173.192	0.124	0.179	46.094	10.272	1.838
173.316	0.124	0.179	46.094	10.428	1.866
173.440	0.124	0.179	46.094	10.583	1.894
173.565	0.124	0.179	46.094	10.739	1.922
173.689	0.124	0.179	46.094	10.894	1.950
173.813	0.124	0.179	46.094	11.049	1.977
173.937	0.124	0.179	46.094	11.205	2.005
174.061	0.124	0.179	46.094	11.360	2.033
174.185	0.124	0.179	46.094	11.516	2.061
174.309	0.124	0.179	46.094	11.671	2.089
174.433	0.124	0.179	46.094	11.827	2.117
174.557	0.124	0.179	46.094	11.982	2.144
174.681	0.124	0.179	46.094	12.138	2.172
174.806	0.124	0.179	46.094	12.293	2.200
174.930	0.124	0.179	46.094	12.448	2.228
175.054	0.124	0.179	46.094	12.604	2.256
175.178	0.124	0.179	46.094	12.759	2.283
175.302	0.124	0.179	46.094	12.915	2.311
175.426	0.124	0.179	46.094	13.070	2.339
175.550	0.124	0.179	46.094	13.226	2.367
175.674	0.035	0.051	46.094	13.325	0.674
175.709	0.124	0.214	54.533	12.282	2.627
175.834	0.124	0.214	54.533	11.996	2.566
175.958	0.124	0.214	54.533	11.709	2.504
176.082	0.124	0.214	54.533	11.422	2.443

176.206	0.124	0.214	54.533	11.136	2.382
176.330	0.124	0.214	54.533	10.849	2.321
176.454	0.124	0.214	54.533	10.563	2.259
176.578	0.124	0.214	54.533	10.276	2.198
176.702	0.124	0.214	54.533	9.989	2.137
176.826	0.124	0.214	54.533	9.703	2.075
176.951	0.124	0.214	54.533	9.416	2.014
177.075	0.124	0.214	54.533	9.130	1.953
177.199	0.124	0.214	54.533	8.843	1.891
177.323	0.124	0.214	54.533	8.556	1.830
177.447	0.124	0.214	54.533	8.270	1.769
177.571	0.124	0.214	54.533	7.983	1.708
177.695	0.124	0.214	54.533	7.697	1.646
177.819	0.124	0.214	54.533	7.410	1.585
177.943	0.097	0.166	54.533	7.155	1.191
178.040	0.124	0.214	54.533	6.424	1.374
178.164	0.124	0.214	54.533	5.186	1.109
178.288	0.124	0.214	54.533	3.948	0.844
178.412	0.124	0.214	54.533	2.710	0.580
178.536	0.124	0.214	54.533	1.471	0.315

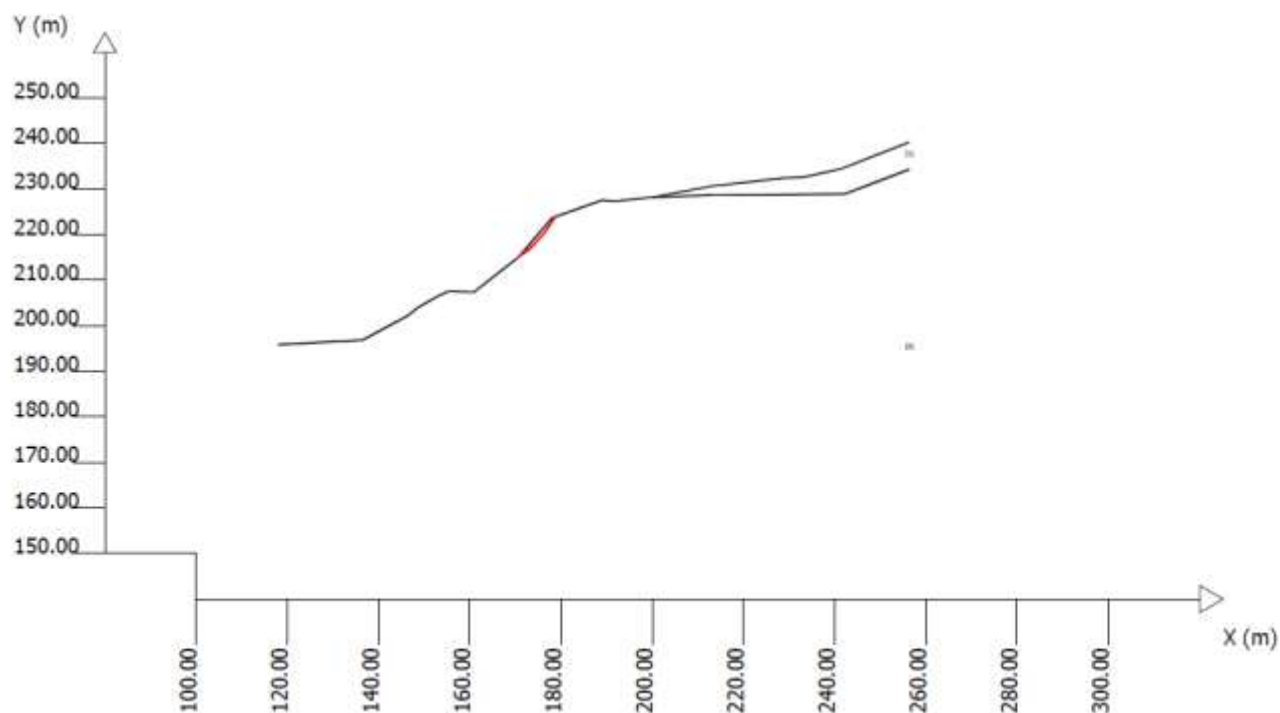
LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

SSAP 4.8.4 (2017) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 1.5.0 (2017)

Data : 9/10/2017
Localita' :
Descrizione :
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)



Analisi di stabilità dei pendii con MORGERSTERN e PRICE – LUNGO TERMINE – PENDIO GLOBALE

SSAP 4.8.4 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)

Build No. 9597

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 22 maggio 2017

File report: C:\SSAP2010\Castagneto\sezClongRANGefissato.txt

Data: 9/10/2017

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: sezClungotermine.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
117.99	195.84	200.11	228.20	-	-	-	-
136.47	196.85	213.34	228.68	-	-	-	-
146.37	202.18	242.26	228.94	-	-	-	-
148.75	204.06	256.36	234.32	-	-	-	-
152.98	206.47	-	-	-	-	-	-
155.30	207.53	-	-	-	-	-	-
160.85	207.36	-	-	-	-	-	-
170.60	215.00	-	-	-	-	-	-
178.04	223.64	-	-	-	-	-	-
189.09	227.58	-	-	-	-	-	-
191.60	227.32	-	-	-	-	-	-
200.11	228.20	-	-	-	-	-	-
213.10	230.66	-	-	-	-	-	-
229.25	232.46	-	-	-	-	-	-
233.32	232.62	-	-	-	-	-	-
241.54	234.49	-	-	-	-	-	-
256.36	240.30	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	20.00	0.53	0.00	16.67	17.65	1.030	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	0.53	0.00	18.63	20.59	1.874	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2008 $\gamma_{PHI}=1.25$ e $\gamma_C=1.25$ - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 5.5 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 118.00 124.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 155.83

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 220.00 240.00

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0670

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0330

COEFFICIENTE $c=K_v/K_h$ UTILIZZATO : 0.4920

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	1.1459	- Min.	- X	Y	Lambda= 1.2500
	123.73			196.15	
	127.36			195.49	
	135.51			194.65	
	142.80			196.79	
	146.82			197.97	
	153.75			200.09	
	160.18			202.81	
	167.02			205.71	
	170.69			207.26	
	177.65			210.60	
	184.01			213.65	
	190.42			216.73	
	195.10			218.98	
	202.39			222.48	
	209.58			225.94	
	213.67			227.90	
	221.03			231.44	
	221.24			231.57	

Fattore di sicurezza (FS)	1.1505	- N.2 --	- X	Y	Lambda= 0.9554
	123.16			196.12	
	128.81			194.36	
	134.44			194.03	
	140.47			194.39	
	143.34			194.61	
	148.45			195.64	
	151.48			196.65	
	158.56			199.01	
	162.49			200.31	
	168.43			202.29	
	174.29			205.12	
	181.69			208.69	

187.74 212.03
191.60 214.26
197.21 217.51
203.83 221.34
210.47 225.41
214.20 227.70
217.13 229.49
220.34 231.47

Fattore di sicurezza (FS) 1.1529 - N.3 -- X Y Lambda= 1.1904

121.30 196.02
125.50 195.59
130.06 195.14
138.12 194.36
142.64 194.36
148.42 196.57
151.89 198.15
158.53 201.18
163.40 203.45
169.45 206.35
174.29 208.68
179.39 211.12
186.51 214.55
193.68 217.99
198.64 220.38
201.66 221.83
207.39 224.59
212.62 227.10
216.39 228.92
219.66 230.49
221.92 231.58
221.92 231.64

Fattore di sicurezza (FS) 1.1550 - N.4 -- X Y Lambda= 1.1162

123.36 196.13
127.02 195.67
133.33 194.87
141.50 195.22
148.93 196.73
154.66 198.62
160.53 200.57
167.01 202.71
170.24 203.78
177.57 206.43
180.58 208.08
183.17 209.51
186.88 211.54
191.96 214.33
196.72 217.00
200.04 218.85
206.83 222.65
209.92 224.39
213.48 226.38
219.90 230.53
221.56 231.60

Fattore di sicurezza (FS) 1.1593 - N.5 -- X Y Lambda= 0.8943

123.32 196.13
129.52 193.20
133.20 191.46
139.11 192.55
143.39 193.34

151.21 195.91
158.92 198.46
164.93 200.44
168.25 201.53
173.68 203.33
180.04 206.90
186.97 211.01
191.84 213.89
198.72 217.96
202.96 220.47
207.24 223.16
210.87 225.43
215.18 228.19
220.30 231.46

Fattore di sicurezza (FS) 1.1600 - N.6 -- X Y Lambda= 0.9348

120.52 195.98
126.32 195.13
130.70 194.99
138.37 194.90
145.27 194.97
152.74 196.90
157.06 198.07
164.03 200.40
168.97 202.05
175.17 204.31
179.42 206.74
186.49 210.77
193.68 214.88
196.18 216.31
202.85 220.13
206.86 222.43
213.22 226.07
216.30 227.83
222.99 231.66
223.21 231.79

Fattore di sicurezza (FS) 1.1630 - N.7 -- X Y Lambda= 0.9702

120.31 195.97
126.01 195.18
133.50 194.48
137.25 194.97
141.55 195.56
148.81 197.05
153.87 198.10
159.43 199.33
165.03 201.02
170.48 203.86
173.17 205.27
179.17 208.40
184.16 211.01
189.69 213.90
193.56 215.93
200.42 219.52
205.10 222.06
210.57 225.03
215.59 227.76
220.33 230.34
222.16 231.67

Fattore di sicurezza (FS) 1.1660 - N.8 -- X Y Lambda= 0.8386
123.81 196.16

129.04 194.05
132.08 193.02
135.35 192.46
142.63 191.23
147.64 193.02
154.91 195.62
162.36 198.29
166.07 199.62
172.55 201.94
177.15 204.51
183.17 207.88
189.98 211.85
192.89 213.54
195.38 215.00
198.88 217.05
205.95 221.18
209.22 223.50
215.81 228.19
220.06 231.44

Fattore di sicurezza (FS) 1.1661 - N.9 -- X Y Lambda= 0.9524

123.16 196.12
127.08 194.05
131.93 192.68
135.84 191.98
142.34 194.05
149.66 196.37
153.36 197.55
157.27 198.79
161.23 200.05
167.78 202.60
171.89 204.19
176.17 206.06
178.84 207.22
184.44 210.39
190.62 213.89
196.66 217.31
202.69 220.73
206.13 222.68
212.85 226.49
219.41 230.59
220.30 231.46

Fattore di sicurezza (FS) 1.1664 - N.10 -- X Y Lambda= 0.9801

122.17 196.07
125.29 195.04
128.56 194.38
133.96 194.13
139.88 194.48
142.89 195.04
148.84 196.16
154.99 198.18
158.60 199.74
165.34 202.65
171.57 205.34
178.69 208.90
181.69 210.40
188.36 213.77
190.98 215.10
198.27 218.80
202.55 220.98
209.63 224.57
212.78 226.23

216.49 228.18
220.80 231.52

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.100$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.146	5738.7	5008.1	229.8	Surplus
2	1.151	8045.6	6992.9	353.5	Surplus
3	1.153	6365.4	5521.4	291.9	Surplus
4	1.155	7772.6	6729.6	370.0	Surplus
5	1.159	8812.7	7601.9	450.5	Surplus
6	1.160	8460.8	7293.8	437.6	Surplus
7	1.163	7683.7	6606.6	416.5	Surplus
8	1.166	9653.8	8279.4	546.4	Surplus
9	1.166	8184.7	7019.0	463.8	Surplus
10	1.166	7476.0	6409.4	425.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 229.8

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR F_s

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
123.726	0.733	-10.36	1.23	0.00	0.00	30.00	0.53
124.459	0.733	-10.36	3.68	0.00	0.00	30.00	0.53
125.191	0.733	-10.36	6.13	0.00	0.00	30.00	0.53
125.924	0.733	-10.36	8.59	0.00	0.00	30.00	0.53
126.657	0.707	-10.36	10.61	0.00	0.00	30.00	0.53
127.363	0.733	-5.91	13.00	0.00	0.00	30.00	0.53
128.096	0.733	-5.91	14.63	0.00	0.00	30.00	0.53
128.829	0.733	-5.91	16.27	0.00	0.00	30.00	0.53
129.561	0.733	-5.91	17.90	0.00	0.00	30.00	0.53
130.294	0.733	-5.91	19.54	0.00	0.00	30.00	0.53
131.027	0.733	-5.91	21.17	0.00	0.00	30.00	0.53
131.760	0.733	-5.91	22.81	0.00	0.00	30.00	0.53
132.492	0.733	-5.91	24.44	0.00	0.00	30.00	0.53
133.225	0.733	-5.91	26.07	0.00	0.00	30.00	0.53
133.958	0.733	-5.91	27.71	0.00	0.00	30.00	0.53
134.690	0.733	-5.91	29.34	0.00	0.00	30.00	0.53
135.423	0.083	-5.91	3.41	0.00	0.00	30.00	0.53
135.506	0.733	16.36	29.11	0.00	0.00	30.00	0.53
136.238	0.232	16.36	8.69	0.00	0.00	30.00	0.53
136.470	0.733	16.36	28.36	0.00	0.00	30.00	0.53
137.203	0.733	16.36	30.89	0.00	0.00	30.00	0.53
137.935	0.733	16.36	33.42	0.00	0.00	30.00	0.53
138.668	0.733	16.36	35.95	0.00	0.00	30.00	0.53
139.401	0.733	16.36	38.48	0.00	0.00	30.00	0.53
140.134	0.733	16.36	41.01	0.00	0.00	30.00	0.53
140.866	0.733	16.36	43.54	0.00	0.00	30.00	0.53
141.599	0.733	16.36	46.07	0.00	0.00	30.00	0.53

142.332	0.467	16.36	30.71	0.00	0.00	30.00	0.53
142.799	0.733	16.37	50.21	0.00	0.00	30.00	0.53
143.532	0.733	16.37	52.74	0.00	0.00	30.00	0.53
144.264	0.733	16.37	55.27	0.00	0.00	30.00	0.53
144.997	0.733	16.37	57.80	0.00	0.00	30.00	0.53
145.730	0.640	16.37	52.57	0.00	0.00	30.00	0.53
146.370	0.447	16.37	38.34	0.00	0.00	30.00	0.53
146.817	0.733	17.05	66.89	0.00	0.00	30.00	0.53
147.550	0.733	17.05	71.89	0.00	0.00	30.00	0.53
148.283	0.467	17.05	48.47	0.00	0.00	30.00	0.53
148.750	0.733	17.05	78.93	0.00	0.00	30.00	0.53
149.483	0.733	17.05	81.64	0.00	0.00	30.00	0.53
150.215	0.733	17.05	84.36	0.00	0.00	30.00	0.53
150.948	0.733	17.05	87.08	0.00	0.00	30.00	0.53
151.681	0.733	17.05	89.79	0.00	0.00	30.00	0.53
152.414	0.566	17.05	71.29	0.00	0.00	30.00	0.53
152.980	0.733	17.05	94.03	0.00	0.00	30.00	0.53
153.713	0.042	17.05	5.44	0.00	0.00	30.00	0.53
153.755	0.733	22.93	95.07	0.00	0.00	30.00	0.53
154.487	0.733	22.93	95.42	0.00	0.00	30.00	0.53
155.220	0.080	22.93	10.42	0.00	0.00	30.00	0.53
155.300	0.733	22.93	93.28	0.00	0.00	30.00	0.53
156.033	0.733	22.93	88.60	0.00	0.00	30.00	0.53
156.765	0.733	22.93	83.91	0.00	0.00	30.00	0.53
157.498	0.733	22.93	79.22	0.00	0.00	30.00	0.53
158.231	0.733	22.93	74.53	0.00	0.00	30.00	0.53
158.964	0.733	22.93	69.84	0.00	0.00	30.00	0.53
159.696	0.485	22.93	43.70	0.00	0.00	30.00	0.53
160.182	0.668	22.94	56.78	0.00	0.00	30.00	0.53
160.850	0.733	22.94	61.98	0.00	0.00	30.00	0.53
161.583	0.733	22.94	65.70	0.00	0.00	30.00	0.53
162.315	0.733	22.94	69.42	0.00	0.00	30.00	0.53
163.048	0.733	22.94	73.14	0.00	0.00	30.00	0.53
163.781	0.733	22.94	76.86	0.00	0.00	30.00	0.53
164.514	0.733	22.94	80.59	0.00	0.00	30.00	0.53
165.246	0.733	22.94	84.31	0.00	0.00	30.00	0.53
165.979	0.733	22.94	88.03	0.00	0.00	30.00	0.53
166.712	0.305	22.94	37.73	0.00	0.00	30.00	0.53
167.017	0.733	22.95	93.30	0.00	0.00	30.00	0.53
167.749	0.733	22.95	97.02	0.00	0.00	30.00	0.53
168.482	0.733	22.95	100.74	0.00	0.00	30.00	0.53
169.215	0.733	22.95	104.46	0.00	0.00	30.00	0.53
169.947	0.653	22.95	96.18	0.00	0.00	30.00	0.53
170.600	0.086	22.95	12.94	0.00	0.00	30.00	0.53
170.686	0.733	25.62	114.05	0.00	0.00	30.00	0.53
171.419	0.733	25.62	121.09	0.00	0.00	30.00	0.53
172.152	0.733	25.62	128.13	0.00	0.00	30.00	0.53
172.884	0.733	25.62	135.18	0.00	0.00	30.00	0.53
173.617	0.733	25.62	142.22	0.00	0.00	30.00	0.53
174.350	0.733	25.62	149.26	0.00	0.00	30.00	0.53
175.082	0.733	25.62	156.30	0.00	0.00	30.00	0.53
175.815	0.733	25.62	163.35	0.00	0.00	30.00	0.53
176.548	0.733	25.62	170.39	0.00	0.00	30.00	0.53
177.280	0.373	25.62	89.42	0.00	0.00	30.00	0.53
177.653	0.387	25.63	94.65	0.00	0.00	30.00	0.53
178.040	0.733	25.63	180.57	0.00	0.00	30.00	0.53
178.773	0.733	25.63	179.30	0.00	0.00	30.00	0.53
179.505	0.733	25.63	178.03	0.00	0.00	30.00	0.53
180.238	0.733	25.63	176.75	0.00	0.00	30.00	0.53
180.971	0.733	25.63	175.48	0.00	0.00	30.00	0.53
181.704	0.733	25.63	174.21	0.00	0.00	30.00	0.53
182.436	0.733	25.63	172.93	0.00	0.00	30.00	0.53
183.169	0.733	25.63	171.66	0.00	0.00	30.00	0.53
183.902	0.112	25.63	26.11	0.00	0.00	30.00	0.53
184.014	0.733	25.64	170.19	0.00	0.00	30.00	0.53

184.746	0.733	25.64	168.92	0.00	0.00	30.00	0.53
185.479	0.733	25.64	167.64	0.00	0.00	30.00	0.53
186.212	0.733	25.64	166.36	0.00	0.00	30.00	0.53
186.944	0.733	25.64	165.09	0.00	0.00	30.00	0.53
187.677	0.733	25.64	163.81	0.00	0.00	30.00	0.53
188.410	0.680	25.64	150.94	0.00	0.00	30.00	0.53
189.090	0.733	25.64	158.98	0.00	0.00	30.00	0.53
189.823	0.600	25.64	125.79	0.00	0.00	30.00	0.53
190.423	0.733	25.65	148.00	0.00	0.00	30.00	0.53
191.156	0.444	25.65	86.77	0.00	0.00	30.00	0.53
191.600	0.733	25.65	139.38	0.00	0.00	30.00	0.53
192.333	0.733	25.65	135.49	0.00	0.00	30.00	0.53
193.065	0.733	25.65	131.60	0.00	0.00	30.00	0.53
193.798	0.733	25.65	127.70	0.00	0.00	30.00	0.53
194.531	0.570	25.65	96.64	0.00	0.00	30.00	0.53
195.101	0.733	25.66	120.78	0.00	0.00	30.00	0.53
195.833	0.733	25.66	116.89	0.00	0.00	30.00	0.53
196.566	0.733	25.66	112.99	0.00	0.00	30.00	0.53
197.299	0.733	25.66	109.10	0.00	0.00	30.00	0.53
198.032	0.733	25.66	105.20	0.00	0.00	30.00	0.53
198.764	0.733	25.66	101.30	0.00	0.00	30.00	0.53
199.497	0.613	25.66	81.77	0.00	0.00	30.00	0.53
200.110	0.733	25.66	94.59	0.00	0.00	30.00	0.53
200.843	0.733	25.66	91.34	0.00	0.00	30.00	0.53
201.575	0.733	25.66	88.16	0.00	0.00	30.00	0.53
202.308	0.079	25.66	9.30	0.00	0.00	30.00	0.53
202.387	0.733	25.67	84.65	0.00	0.00	30.00	0.53
203.120	0.733	25.67	81.47	0.00	0.00	30.00	0.53
203.852	0.733	25.67	78.29	0.00	0.00	30.00	0.53
204.585	0.733	25.67	75.12	0.00	0.00	30.00	0.53
205.318	0.733	25.67	71.94	0.00	0.00	30.00	0.53
206.050	0.733	25.67	68.77	0.00	0.00	30.00	0.53
206.783	0.733	25.67	65.59	0.00	0.00	30.00	0.53
207.516	0.733	25.67	62.41	0.00	0.00	30.00	0.53
208.249	0.733	25.67	59.24	0.00	0.00	30.00	0.53
208.981	0.598	25.67	46.03	0.00	0.00	30.00	0.53
209.580	0.733	25.68	53.47	0.00	0.00	30.00	0.53
210.312	0.733	25.68	50.29	0.00	0.00	30.00	0.53
211.045	0.733	25.68	47.11	0.00	0.00	30.00	0.53
211.778	0.733	25.68	43.93	0.00	0.00	30.00	0.53
212.511	0.589	25.68	33.04	0.00	0.00	30.00	0.53
213.100	0.240	25.68	12.82	0.00	0.00	30.00	0.53
213.340	0.331	25.68	16.99	0.00	0.00	30.00	0.53
213.671	0.733	25.69	34.77	0.00	0.00	30.00	0.53
214.404	0.733	25.69	30.84	0.00	0.00	30.00	0.53
215.136	0.186	25.69	7.19	0.00	0.00	30.00	0.53
215.322	0.733	25.69	26.17	0.00	0.00	20.00	0.53
216.054	0.733	25.69	22.75	0.00	0.00	20.00	0.53
216.787	0.733	25.69	19.34	0.00	0.00	20.00	0.53
217.520	0.733	25.69	15.92	0.00	0.00	20.00	0.53
218.253	0.733	25.69	12.50	0.00	0.00	20.00	0.53
218.985	0.733	25.69	9.09	0.00	0.00	20.00	0.53
219.718	0.733	25.69	5.67	0.00	0.00	20.00	0.53
220.451	0.581	25.69	2.07	0.00	0.00	20.00	0.53
221.032	0.204	30.86	0.17	0.00	0.00	20.00	0.53

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio

c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_FEM (--)	FS_p-qFEM (--)		
123.726	0.000	196.153	-0.123	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	5.4237805529E-001	0.038	12.147		
5.954											
124.459	0.044	196.063	-0.123	5.4701268996E-001	2.4384355240E-003	9.5076108375E-001	0.038	12.147	5.954		
125.191	0.088	195.973	-0.123	1.3932482629E+000	1.5220051660E-002	1.4708394617E+000	0.038	10.251			
5.750											
125.924	0.131	195.883	-0.114	2.7023854330E+000	5.5142843467E-002	2.2754073121E+000	0.038	6.917	4.103		
126.657	0.189	195.806	-0.095	4.7276372479E+000	1.6006799418E-001	3.5157537336E+000	0.059	4.911	3.033		
127.363	0.257	195.745	-0.080	7.7242850830E+000	4.0136291755E-001	5.3564129627E+000	0.094	3.773	2.424		
128.096	0.279	195.691	-0.071	1.2496579734E+001	8.9521457434E-001	9.6595228979E+000	0.133	3.032	2.027		
128.829	0.305	195.642	-0.066	2.1879380120E+001	1.9778201297E+000	1.3506566878E+001	0.172	2.546			
1.721											
129.561	0.334	195.595	-0.066	3.2289145040E+001	3.4789116703E+000	1.7316282395E+001	0.207	2.218			
1.400											
130.294	0.360	195.544	-0.054	4.7254714448E+001	5.9335472609E+000	2.0044591514E+001	0.243	1.983			
1.188											
131.027	0.407	195.516	-0.035	6.1662552077E+001	8.6465631834E+000	1.8521775398E+001	0.272	1.835			
1.077											
131.760	0.459	195.493	-0.022	7.4396581990E+001	1.1365730913E+001	1.6498191336E+001	0.297	1.747			
1.019											
132.492	0.527	195.484	0.000	8.5839053211E+001	1.4121429105E+001	1.4926809161E+001	0.321	1.692			
0.985											
133.225	0.612	195.493	0.025	9.6270374776E+001	1.6950823000E+001	1.3909514803E+001	0.344	1.654			
0.963											
133.958	0.715	195.520	0.031	1.0622209967E+002	2.0016079085E+001	1.3058774532E+001	0.368	1.547			
0.950											
134.690	0.809	195.539	-0.008	1.1540674378E+002	2.3161031835E+001	1.2297041738E+001	0.392	1.448			
0.941											
135.423	0.856	195.509	-0.040	1.2424222305E+002	2.6421710811E+001	1.1780362631E+001	0.416	1.403			
0.936											
135.506	0.861	195.506	0.174	1.2521373321E+002	2.6800896025E+001	1.1712877127E+001	0.418	1.399			
0.935											
136.238	0.791	195.651	0.198	1.3356162244E+002	3.0162968534E+001	1.1601278671E+001	0.442	1.389			
0.932											
136.470	0.769	195.697	0.309	1.3626277490E+002	3.1296077308E+001	1.1557861459E+001	0.450	1.388			
0.932											
137.203	0.805	195.949	0.291	1.4447817624E+002	3.5023302124E+001	1.1132742348E+001	0.475	1.389			
0.931											
137.935	0.765	196.123	0.255	1.5257673033E+002	3.9050073726E+001	1.1116048218E+001	0.501	1.388			
0.930											
138.668	0.749	196.322	0.288	1.6076766803E+002	4.3424685448E+001	1.1409419955E+001	0.529	1.385			
0.931											
139.401	0.757	196.546	0.325	1.6929612998E+002	4.8345166779E+001	1.1776809618E+001	0.559	1.376			
0.933											
140.134	0.795	196.798	0.356	1.7802544165E+002	5.3744876523E+001	1.1936719601E+001	0.591	1.361			
0.935											
140.866	0.849	197.067	0.381	1.8678823618E+002	5.9599294835E+001	1.2039265018E+001	0.624	1.342			
0.937											
141.599	0.923	197.357	0.405	1.9566781822E+002	6.5956239032E+001	1.2008144756E+001	0.659	1.318			
0.938											
142.332	1.012	197.661	0.420	2.0438500903E+002	7.2740140989E+001	1.1812596945E+001	0.696	1.290			
0.939											
142.799	1.075	197.860	0.413	2.0988040186E+002	7.7282282571E+001	1.1675671627E+001	0.720	1.271			
0.940											
143.532	1.155	198.156	0.394	2.1833998018E+002	8.4889628591E+001	1.1423385484E+001	0.760	1.238			
0.940											
144.264	1.222	198.438	0.384	2.2662026664E+002	9.3079850151E+001	1.1168747720E+001	0.803	1.203			
0.938											

144.997	1.288	198.719	0.386	2.3470669799E+002	1.0189555441E+002	1.0936819378E+001	0.848	1.165	
0.936									
145.730	1.357	199.004	0.390	2.4264711593E+002	1.1100320099E+002	1.0727313473E+001	0.894	1.128	
0.934									
146.370	1.420	199.255	0.409	2.4945358477E+002	1.1920050504E+002	1.0436178787E+001	0.933	1.097	
0.930									
146.817	1.483	199.449	0.429	2.5405877473E+002	1.2488222535E+002	1.0259749760E+001	0.960	1.077	
0.928									
147.550	1.570	199.761	0.432	2.6152789543E+002	1.3422778009E+002	1.0057431602E+001	1.001	1.046	
0.923									
148.283	1.666	200.081	0.438	2.6879696642E+002	1.4346129409E+002	9.8098555287E+000	1.041	1.019	
0.918									
148.750	1.728	200.287	0.440	2.7334981900E+002	1.4921513439E+002	9.6414432877E+000	1.064	1.004	
0.914									
149.483	1.825	200.609	0.432	2.8030209320E+002	1.5795978723E+002	9.3382957480E+000	1.098	0.982	
0.907									
150.215	1.912	200.920	0.414	2.8703418677E+002	1.6624461563E+002	8.8826646041E+000	1.128	0.963	
0.899									
150.948	1.983	201.216	0.397	2.9331877766E+002	1.7256964201E+002	8.2555371479E+000	1.146	0.947	
0.892									
151.681	2.044	201.502	0.382	2.9913187670E+002	1.7602795938E+002	7.7311287110E+000	1.146	0.933	
0.884									
152.414	2.094	201.776	0.372	3.0464799783E+002	1.7931481647E+002	7.3259605459E+000	1.146	0.921	
0.878									
152.980	2.129	201.985	0.362	3.0870940120E+002	1.8173862581E+002	6.9770982533E+000	1.146	0.914	
0.874									
153.713	2.165	202.247	0.355	3.1363930164E+002	1.8464320755E+002	6.3842134785E+000	1.146	0.906	
0.869									
153.755	2.167	202.261	0.328	3.1390695311E+002	1.8480108251E+002	6.3458577770E+000	1.146	0.905	
0.869									
154.487	2.097	202.501	0.324	3.1831911121E+002	1.8736155439E+002	5.7869084732E+000	1.146	0.899	
0.865									
155.220	2.022	202.736	0.321	3.2238710687E+002	1.8972332400E+002	5.3048961394E+000	1.146	0.894	
0.862									
155.300	2.014	202.762	0.317	3.2280850605E+002	1.8996804764E+002	5.2463883103E+000	1.146	0.893	
0.862									
156.033	1.936	202.994	0.315	3.2644022694E+002	1.9188861156E+002	4.7837270127E+000	1.146	0.890	
0.860									
156.765	1.855	203.223	0.317	3.2981859456E+002	1.9366290191E+002	4.3797026326E+000	1.146	0.888	
0.859									
157.498	1.781	203.459	0.330	3.3285825686E+002	1.9524164065E+002	3.8809214204E+000	1.146	0.889	
0.860									
158.231	1.718	203.706	0.347	3.3550570894E+002	1.9659393671E+002	3.3979686454E+000	1.146	0.890	
0.862									
158.964	1.669	203.967	0.368	3.3783765073E+002	1.9769067258E+002	2.9677262659E+000	1.145	0.894	
0.865									
159.696	1.637	204.246	0.400	3.3985462428E+002	1.9706986875E+002	2.5140267087E+000	1.136	0.899	
0.871									
160.182	1.641	204.455	0.440	3.4099836922E+002	1.9686619036E+002	2.2234222574E+000	1.132	0.904	
0.875									
160.850	1.657	204.753	0.452	3.4236247302E+002	1.9714789324E+002	1.8067161118E+000	1.130	0.911	
0.882									
161.583	1.682	205.089	0.468	3.4349791027E+002	1.9855551599E+002	1.3067400849E+000	1.134	0.922	
0.892									
162.315	1.723	205.440	0.483	3.4427737403E+002	2.0079462392E+002	8.4737385604E-001	1.143	0.934	0.903
163.048	1.769	205.796	0.507	3.4473965456E+002	2.0171487164E+002	2.9406312625E-001	1.146	0.948	0.915
163.781	1.846	206.183	0.541	3.4470829505E+002	2.0183666288E+002	-2.5699922823E-001	1.146	0.964	0.928
164.514	1.941	206.588	0.557	3.4436304709E+002	2.0177723054E+002	-6.8339221293E-001	1.146	0.980	0.941
165.246	2.041	206.999	0.563	3.4370684997E+002	2.0153827162E+002	-1.1055424611E+000	1.146	0.997	
0.953									
165.979	2.145	207.413	0.568	3.4274298171E+002	2.0112167868E+002	-1.5232989068E+000	1.146	1.014	
0.964									
166.712	2.253	207.831	0.571	3.4147460299E+002	2.0052927655E+002	-1.8946012544E+000	1.146	1.032	
0.975									

167.017	2.299	208.006	0.571	3.4087615690E+002	2.0024198240E+002	-2.0789390596E+000	1.146	1.039
0.979								
167.749	2.406	208.423	0.573	3.3914816096E+002	1.9938414022E+002	-2.5650666896E+000	1.146	1.057
0.986								
168.482	2.518	208.846	0.583	3.3711730016E+002	1.9835143892E+002	-2.9673647488E+000	1.146	1.076
0.993								
169.215	2.639	209.277	0.594	3.3479977538E+002	1.9715323210E+002	-3.5109773128E+000	1.146	1.095
0.997								
169.947	2.769	209.717	0.621	3.3197230303E+002	1.9566060691E+002	-4.0769821922E+000	1.146	1.113
1.000								
170.600	2.913	210.138	0.645	3.2918466193E+002	1.9417570504E+002	-4.4488466891E+000	1.146	1.128
1.000								
170.686	2.932	210.194	0.696	3.2879945892E+002	1.9398698562E+002	-4.5148582691E+000	1.146	1.130
1.000								
171.419	3.095	210.708	0.713	3.2522610760E+002	1.9218862885E+002	-5.1109788344E+000	1.146	1.146
0.999								
172.152	3.274	211.238	0.733	3.2130981456E+002	1.9019227459E+002	-5.5737767458E+000	1.146	1.162
0.996								
172.884	3.466	211.782	0.749	3.1705827774E+002	1.8800236723E+002	-6.0249353906E+000	1.146	1.177
0.991								
173.617	3.668	212.335	0.759	3.1248085541E+002	1.8562430980E+002	-6.4621980001E+000	1.146	1.191
0.984								
174.350	3.875	212.894	0.744	3.0758855260E+002	1.8306445603E+002	-6.8746385555E+000	1.146	1.205
0.976								
175.082	4.055	213.425	0.720	3.0240673859E+002	1.8033745290E+002	-7.2605373701E+000	1.146	1.217
0.967								
175.815	4.227	213.949	0.707	2.9694893845E+002	1.7745110909E+002	-7.6567815032E+000	1.146	1.229
0.958								
176.548	4.388	214.460	0.705	2.9118646706E+002	1.7438886326E+002	-8.1117092860E+000	1.146	1.240
0.949								
177.280	4.558	214.982	0.699	2.8506201431E+002	1.7111762740E+002	-8.4813351179E+000	1.146	1.250
0.941								
177.653	4.630	215.233	0.664	2.8187618865E+002	1.6941300997E+002	-8.6627916723E+000	1.146	1.254
0.937								
178.040	4.698	215.486	0.603	2.7847880463E+002	1.6759118599E+002	-8.8592977019E+000	1.146	1.259
0.934								
178.773	4.768	215.908	0.562	2.7188616819E+002	1.6373705879E+002	-9.1394899473E+000	1.146	1.267
0.926								
179.505	4.818	216.309	0.534	2.6508576751E+002	1.5976297885E+002	-9.4071419662E+000	1.146	1.274
0.919								
180.238	4.847	216.690	0.508	2.5810091296E+002	1.5568240443E+002	-9.6901176775E+000	1.146	1.281
0.911								
180.971	4.859	217.054	0.485	2.5088583878E+002	1.5146891264E+002	-9.9219546333E+000	1.146	1.287
0.905								
181.704	4.856	217.402	0.466	2.4356124964E+002	1.4719219236E+002	-9.9772595861E+000	1.146	1.293
0.898								
182.436	4.840	217.737	0.451	2.3626513141E+002	1.4293190976E+002	-9.9987561717E+000	1.146	1.298
0.893								
183.169	4.813	218.062	0.436	2.2890904110E+002	1.3863700227E+002	-1.0063287408E+001	1.146	1.303
0.889								
183.902	4.775	218.376	0.427	2.2151835860E+002	1.3432212296E+002	-9.8750950274E+000	1.146	1.308
0.886								
184.014	4.768	218.422	0.426	2.2041651542E+002	1.3367866025E+002	-9.8807733108E+000	1.146	1.309
0.885								
184.746	4.730	218.736	0.412	2.1299444119E+002	1.2934557353E+002	-1.0078053516E+001	1.146	1.314
0.882								
185.479	4.668	219.026	0.384	2.0564810431E+002	1.2505621379E+002	-9.8997315770E+000	1.146	1.319
0.880								
186.212	4.590	219.299	0.369	1.9848734361E+002	1.2087399652E+002	-9.7451981106E+000	1.146	1.323
0.878								
186.944	4.505	219.566	0.359	1.9136746054E+002	1.1671537996E+002	-9.6801338892E+000	1.146	1.328
0.876								
187.677	4.412	219.826	0.351	1.8430204516E+002	1.1258821032E+002	-9.7551819517E+000	1.146	1.332
0.875								

188.410	4.316	220.081	0.344	1.7707218643E+002	1.0836609928E+002	-9.8051309426E+000	1.146	1.336
0.874								
189.090	4.220	220.311	0.331	1.7044173340E+002	1.0449348896E+002	-9.6637351963E+000	1.146	1.340
0.873								
189.823	4.106	220.549	0.322	1.6342706746E+002	1.0021692990E+002	-9.5137489913E+000	1.146	1.343
0.872								
190.423	4.008	220.740	0.315	1.5774376707E+002	9.6749934367E+001	-9.3738328520E+000	1.146	1.346
0.871								
191.156	3.885	220.969	0.301	1.5095670843E+002	9.2604701045E+001	-9.1110872802E+000	1.146	1.348
0.871								
191.600	3.798	221.095	0.283	1.4695121990E+002	9.0154705659E+001	-8.9959597635E+000	1.146	1.350
0.870								
192.333	3.653	221.301	0.285	1.4038768191E+002	8.6218904181E+001	-8.6607466759E+000	1.146	1.352
0.870								
193.065	3.511	221.512	0.288	1.3425973466E+002	8.2534591125E+001	-8.2649776039E+000	1.146	1.354
0.869								
193.798	3.371	221.723	0.290	1.2827615791E+002	7.8933630422E+001	-8.0660412984E+000	1.146	1.355
0.869								
194.531	3.232	221.936	0.293	1.2243973253E+002	7.5417627603E+001	-7.8859724127E+000	1.146	1.356
0.868								
195.101	3.127	222.105	0.313	1.1798056433E+002	7.2729293935E+001	-7.7475402693E+000	1.146	1.356
0.868								
195.833	3.014	222.344	0.328	1.1237596523E+002	6.9347052658E+001	-7.5493791242E+000	1.146	1.356
0.868								
196.566	2.903	222.585	0.331	1.0691768058E+002	6.6049286073E+001	-7.3485190501E+000	1.146	1.356
0.867								
197.299	2.795	222.829	0.333	1.0160742245E+002	6.2836982640E+001	-7.1455740633E+000	1.146	1.356
0.867								
198.032	2.687	223.073	0.333	9.6446534016E+001	5.9710917841E+001	-6.9350769829E+000	1.146	1.356
0.867								
198.764	2.580	223.318	0.329	9.1444738968E+001	5.6676705651E+001	-6.6887743774E+000	1.146	1.355
0.867								
199.497	2.465	223.555	0.324	8.6644783144E+001	5.3759025390E+001	-6.4302713140E+000	1.146	1.355
0.868								
200.110	2.369	223.754	0.325	8.2764645632E+001	5.1396313699E+001	-6.2208935238E+000	1.146	1.355
0.868								
200.843	2.256	223.993	0.327	7.8301454370E+001	4.8422569389E+001	-6.0074859635E+000	1.146	1.355
0.870								
201.575	2.144	224.233	0.329	7.3961256930E+001	4.5533402577E+001	-5.7943709598E+000	1.146	1.356
0.871								
202.308	2.034	224.475	0.333	6.9810365060E+001	4.2766302874E+001	-5.4350001869E+000	1.146	1.357
0.873								
202.387	2.024	224.503	0.335	6.9383663411E+001	4.2480674216E+001	-5.4088548393E+000	1.146	1.357
0.873								
203.120	1.916	224.747	0.337	6.5429895263E+001	3.9840519723E+001	-5.2921516098E+000	1.146	1.359
0.877								
203.852	1.814	224.997	0.346	6.1628527906E+001	3.6391856636E+001	-5.0996854357E+000	1.118	1.362
0.881								
204.585	1.719	225.254	0.355	5.7956800291E+001	3.2739300554E+001	-4.8988685777E+000	1.077	1.366
0.886								
205.318	1.630	225.517	0.367	5.4449710585E+001	2.9399878645E+001	-4.7028081940E+000	1.037	1.371
0.893								
206.050	1.552	225.792	0.398	5.1065290469E+001	2.6257003274E+001	-4.5578147334E+000	0.995	1.378
0.902								
206.783	1.508	226.100	0.417	4.7770674633E+001	2.3343375369E+001	-4.5620105181E+000	0.954	1.385
0.913								
207.516	1.459	226.403	0.416	4.4380106001E+001	2.0564556344E+001	-4.5083977878E+000	0.914	1.392
0.926								
208.249	1.413	226.710	0.421	4.1164054428E+001	1.8038169448E+001	-4.2670263093E+000	0.874	1.400
0.941								
208.981	1.371	227.020	0.419	3.8127192315E+001	1.5749403480E+001	-4.0624372999E+000	0.834	1.410
0.962								
209.580	1.331	227.267	0.393	3.5736205352E+001	1.4028028653E+001	-3.9364394574E+000	0.801	1.419
0.981								

210.312	1.255	227.543	0.369	3.2904688362E+001	1.2098121412E+001	-3.7877883192E+000	0.762	1.433	
1.006									
211.045	1.167	227.808	0.356	3.0185568514E+001	1.0348822492E+001	-3.6487654929E+000	0.724	1.449	
1.031									
211.778	1.071	228.064	0.344	2.7557776008E+001	8.7465370658E+000	-3.2794843991E+000	0.684	1.463	
1.049									
212.511	0.967	228.312	0.332	2.5379801828E+001	7.4781247978E+000	-2.8483312006E+000	0.652	1.476	
1.063									
213.100	0.874	228.504	0.329	2.3759768464E+001	6.5739115573E+000	-2.7221335208E+000	0.628	1.487	
1.073									
213.340	0.841	228.585	0.325	2.3109025083E+001	6.2211622747E+000	-2.6842522319E+000	0.618	1.491	
1.076									
213.671	0.786	228.689	0.328	2.2233402334E+001	5.7558969825E+000	-2.6323331703E+000	0.605	1.498	
1.082									
214.404	0.678	228.934	0.332	2.0328145157E+001	4.7895062982E+000	-2.6272863675E+000	0.578	1.513	
1.097									
215.136	0.568	229.176	0.329	1.8383368682E+001	3.8818193514E+000	-2.6891481766E+000	0.553	1.531	
1.114									
215.322	0.538	229.236	0.332	1.7882731659E+001	3.6642803860E+000	-2.7654340141E+000	0.547	1.535	
1.117									
216.054	0.431	229.482	0.359	1.5661354126E+001	2.7928146794E+000	-3.4213737068E+000	0.476	1.558	
1.139									
216.787	0.360	229.763	0.415	1.2869039938E+001	1.8770713828E+000	-4.3360696931E+000	0.386	1.591	
1.167									
217.520	0.335	230.090	0.446	9.3072640495E+000	9.9849701149E-001	-5.0485475824E+000	0.277	1.646	1.222
218.253	0.308	230.416	0.414	5.4708825359E+000	3.8254300156E-001	-4.3921370113E+000	0.169	1.743	1.339
218.985	0.237	230.697	0.388	2.8710127493E+000	1.2816978151E-001	-3.0022055829E+000	0.098	1.882	1.451
219.718	0.171	230.984	0.394	1.0714410940E+000	3.0978744435E-002	-1.8896788897E+000	0.051	1.965	1.365
220.451	0.109	231.275	0.370	1.0187139981E-001	1.9422267956E-003	-7.3559956458E-001	0.038	1.734	0.943
221.032	0.025	231.470	0.370	-5.4799685200E-002	-8.0171390384E-004	1.2862255451E-001	0.038	1.033	0.607

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_FEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_SRM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)
123.726	0.733	0.745	-10.362	-0.188	-0.140
124.459	0.733	0.745	-10.362	-0.563	-0.419
125.191	0.733	0.745	-10.362	-0.939	-0.699
125.924	0.733	0.745	-10.362	-1.314	-0.979
126.657	0.707	0.718	-10.362	-1.683	-1.209
127.363	0.733	0.737	-5.912	-0.642	-0.473
128.096	0.733	0.737	-5.912	-0.722	-0.532
128.829	0.733	0.737	-5.912	-0.803	-0.591
129.561	0.733	0.737	-5.912	-0.884	-0.651
130.294	0.733	0.737	-5.912	-0.964	-0.710
131.027	0.733	0.737	-5.912	-1.045	-0.770
131.760	0.733	0.737	-5.912	-1.126	-0.829
132.492	0.733	0.737	-5.912	-1.206	-0.888
133.225	0.733	0.737	-5.912	-1.287	-0.948
133.958	0.733	0.737	-5.912	-1.367	-1.007

134.690	0.733	0.737	-5.912	-1.448	-1.067
135.423	0.083	0.083	-5.912	-1.493	-0.124
135.506	0.733	0.764	16.357	13.187	10.070
136.238	0.232	0.241	16.357	12.452	3.004
136.470	0.733	0.764	16.357	12.848	9.811
137.203	0.733	0.764	16.357	13.994	10.686
137.935	0.733	0.764	16.357	15.140	11.561
138.668	0.733	0.764	16.357	16.286	12.436
139.401	0.733	0.764	16.357	17.432	13.311
140.134	0.733	0.764	16.357	18.578	14.187
140.866	0.733	0.764	16.357	19.724	15.062
141.599	0.733	0.764	16.357	20.870	15.937
142.332	0.467	0.487	16.357	21.809	10.622
142.799	0.733	0.764	16.367	22.757	17.378
143.532	0.733	0.764	16.367	23.902	18.253
144.264	0.733	0.764	16.367	25.048	19.128
144.997	0.733	0.764	16.367	26.193	20.003
145.730	0.640	0.667	16.367	27.267	18.194
146.370	0.447	0.466	16.367	28.476	13.270
146.817	0.733	0.766	17.054	31.189	23.903
147.550	0.733	0.766	17.054	33.516	25.687
148.283	0.467	0.489	17.054	35.422	17.321
148.750	0.733	0.766	17.054	36.798	28.202
149.483	0.733	0.766	17.054	38.065	29.173
150.215	0.733	0.766	17.054	39.332	30.144
150.948	0.733	0.766	17.054	40.598	31.115
151.681	0.733	0.766	17.054	41.865	32.085
152.414	0.566	0.593	17.054	42.988	25.472
152.980	0.733	0.766	17.054	43.839	33.599
153.713	0.042	0.044	17.054	44.222	1.945
153.755	0.733	0.796	22.935	53.937	42.912
154.487	0.733	0.796	22.935	54.135	43.069
155.220	0.080	0.087	22.935	54.245	4.703
155.300	0.733	0.796	22.935	52.925	42.107
156.033	0.733	0.796	22.935	50.266	39.991
156.765	0.733	0.796	22.935	47.606	37.875
157.498	0.733	0.796	22.935	44.946	35.759
158.231	0.733	0.796	22.935	42.286	33.643
158.964	0.733	0.796	22.935	39.627	31.527
159.696	0.485	0.527	22.935	37.416	19.724
160.182	0.668	0.726	22.945	35.331	25.640
160.850	0.733	0.796	22.945	35.173	27.985
161.583	0.733	0.796	22.945	37.285	29.666
162.315	0.733	0.796	22.945	39.397	31.346
163.048	0.733	0.796	22.945	41.509	33.027
163.781	0.733	0.796	22.945	43.622	34.708
164.514	0.733	0.796	22.945	45.734	36.388
165.246	0.733	0.796	22.945	47.846	38.069
165.979	0.733	0.796	22.945	49.958	39.749
166.712	0.305	0.331	22.945	51.454	17.037
167.017	0.733	0.796	22.955	52.963	42.143
167.749	0.733	0.796	22.955	55.075	43.824
168.482	0.733	0.796	22.955	57.186	45.504
169.215	0.733	0.796	22.955	59.298	47.184
169.947	0.653	0.709	22.955	61.294	43.445
170.600	0.086	0.094	22.955	62.489	5.845
170.686	0.733	0.813	25.623	69.172	56.210
171.419	0.733	0.813	25.623	73.443	59.681
172.152	0.733	0.813	25.623	77.714	63.152
172.884	0.733	0.813	25.623	81.986	66.623
173.617	0.733	0.813	25.623	86.257	70.094
174.350	0.733	0.813	25.623	90.528	73.565
175.082	0.733	0.813	25.623	94.800	77.036
175.815	0.733	0.813	25.623	99.071	80.507
176.548	0.733	0.813	25.623	103.343	83.978

177.280	0.373	0.414	25.623	106.565	44.070
177.653	0.387	0.429	25.633	108.803	46.663
178.040	0.733	0.813	25.633	109.544	89.024
178.773	0.733	0.813	25.633	108.772	88.397
179.505	0.733	0.813	25.633	107.999	87.769
180.238	0.733	0.813	25.633	107.226	87.141
180.971	0.733	0.813	25.633	106.454	86.513
181.704	0.733	0.813	25.633	105.681	85.885
182.436	0.733	0.813	25.633	104.909	85.258
183.169	0.733	0.813	25.633	104.136	84.630
183.902	0.112	0.124	25.633	103.691	12.875
184.014	0.733	0.813	25.643	103.268	83.931
184.746	0.733	0.813	25.643	102.494	83.302
185.479	0.733	0.813	25.643	101.720	82.673
186.212	0.733	0.813	25.643	100.946	82.044
186.944	0.733	0.813	25.643	100.172	81.415
187.677	0.733	0.813	25.643	99.398	80.786
188.410	0.680	0.755	25.643	98.652	74.438
189.090	0.733	0.813	25.643	96.463	78.400
189.823	0.600	0.666	25.643	93.135	62.035
190.423	0.733	0.813	25.653	89.826	73.012
191.156	0.444	0.493	25.653	86.886	42.807
191.600	0.733	0.813	25.653	84.595	68.760
192.333	0.733	0.813	25.653	82.232	66.840
193.065	0.733	0.813	25.653	79.869	64.919
193.798	0.733	0.813	25.653	77.506	62.998
194.531	0.570	0.632	25.653	75.406	47.675
195.101	0.733	0.813	25.663	73.321	59.602
195.833	0.733	0.813	25.663	70.956	57.679
196.566	0.733	0.813	25.663	68.592	55.757
197.299	0.733	0.813	25.663	66.227	53.835
198.032	0.733	0.813	25.663	63.862	51.913
198.764	0.733	0.813	25.663	61.497	49.990
199.497	0.613	0.680	25.663	59.326	40.350
200.110	0.733	0.813	25.663	57.423	46.679
200.843	0.733	0.813	25.663	55.446	45.072
201.575	0.733	0.813	25.663	53.520	43.505
202.308	0.079	0.088	25.663	52.453	4.590
202.387	0.733	0.813	25.673	51.397	41.783
203.120	0.733	0.813	25.673	49.468	40.215
203.852	0.733	0.813	25.673	47.540	38.648
204.585	0.733	0.813	25.673	45.611	37.080
205.318	0.733	0.813	25.673	43.683	35.512
206.050	0.733	0.813	25.673	41.755	33.944
206.783	0.733	0.813	25.673	39.826	32.377
207.516	0.733	0.813	25.673	37.898	30.809
208.249	0.733	0.813	25.673	35.969	29.241
208.981	0.598	0.664	25.673	34.218	22.721
209.580	0.733	0.813	25.683	32.472	26.401
210.312	0.733	0.813	25.683	30.542	24.831
211.045	0.733	0.813	25.683	28.612	23.262
211.778	0.733	0.813	25.683	26.682	21.693
212.511	0.589	0.654	25.683	24.940	16.312
213.100	0.240	0.266	25.683	23.776	6.332
213.340	0.331	0.367	25.683	22.850	8.388
213.671	0.733	0.813	25.693	21.122	17.174
214.404	0.733	0.813	25.693	18.735	15.233
215.136	0.186	0.206	25.693	17.239	3.550
215.322	0.733	0.813	25.693	15.899	12.927
216.054	0.733	0.813	25.693	13.823	11.239
216.787	0.733	0.813	25.693	11.747	9.551
217.520	0.733	0.813	25.693	9.671	7.863
218.253	0.733	0.813	25.693	7.595	6.176
218.985	0.733	0.813	25.693	5.519	4.488
219.718	0.733	0.813	25.693	3.444	2.800

220.451	0.581	0.645	25.693	1.583	1.020
221.032	0.204	0.238	30.858	0.418	0.099

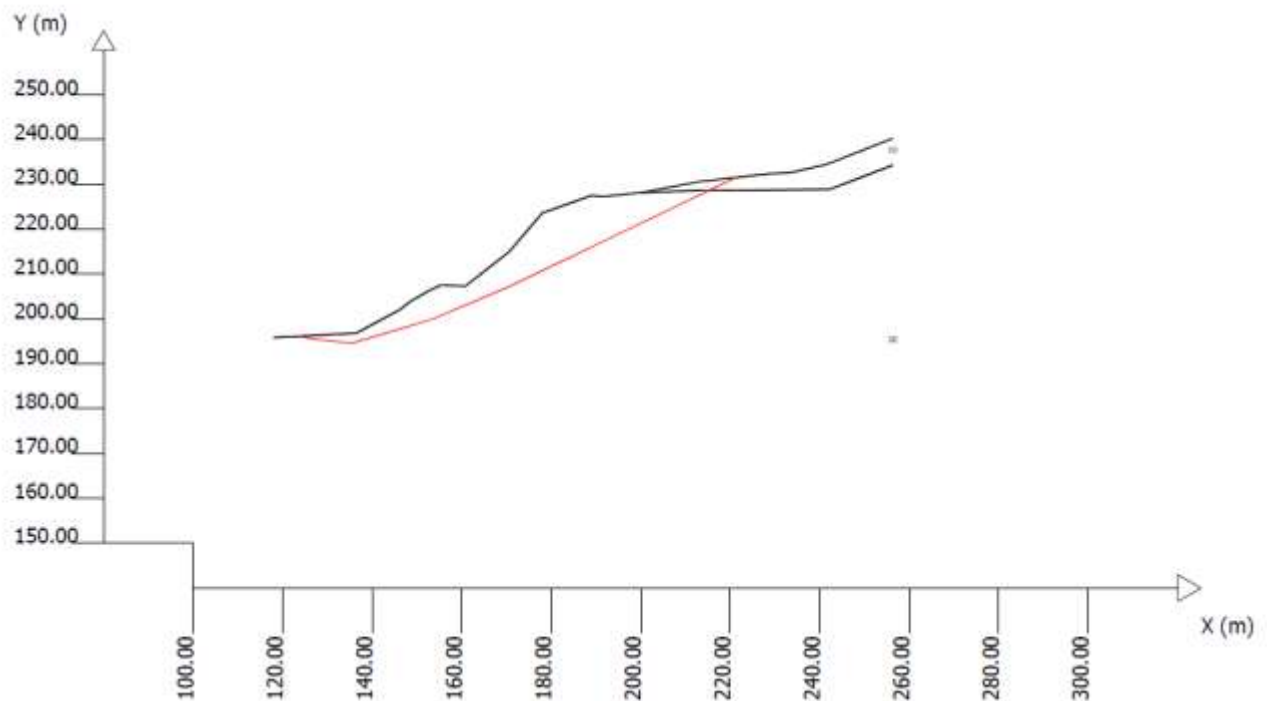
LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

SSAP 4.8.4 (2017) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 1.5.0 (2017)

Data : 9/10/2017
Localita' :
Descrizione :
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



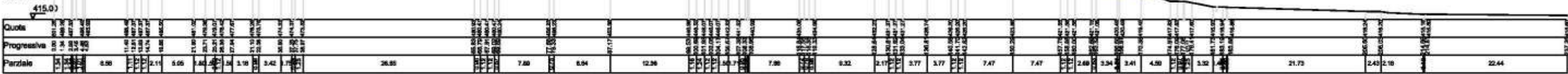
ALLEGATO N. 4

**Profilo topografico elaborato lungo
la massima pendenza del versante sud
(Rilievo topografico maggio 2017)**

1
Profilo

Scala 1:1.500

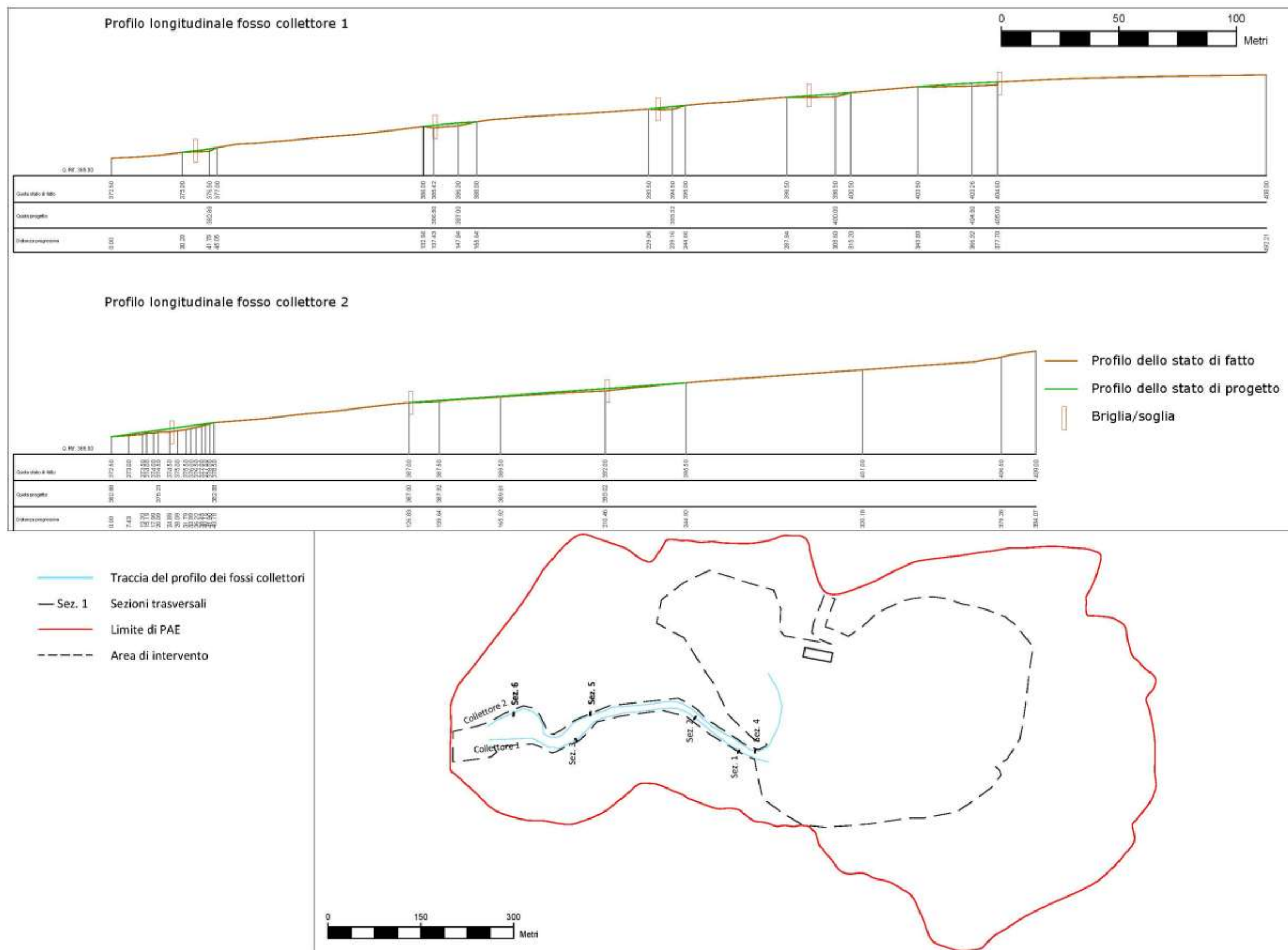
Scala H 1/1.00
Scala V 1/1.00



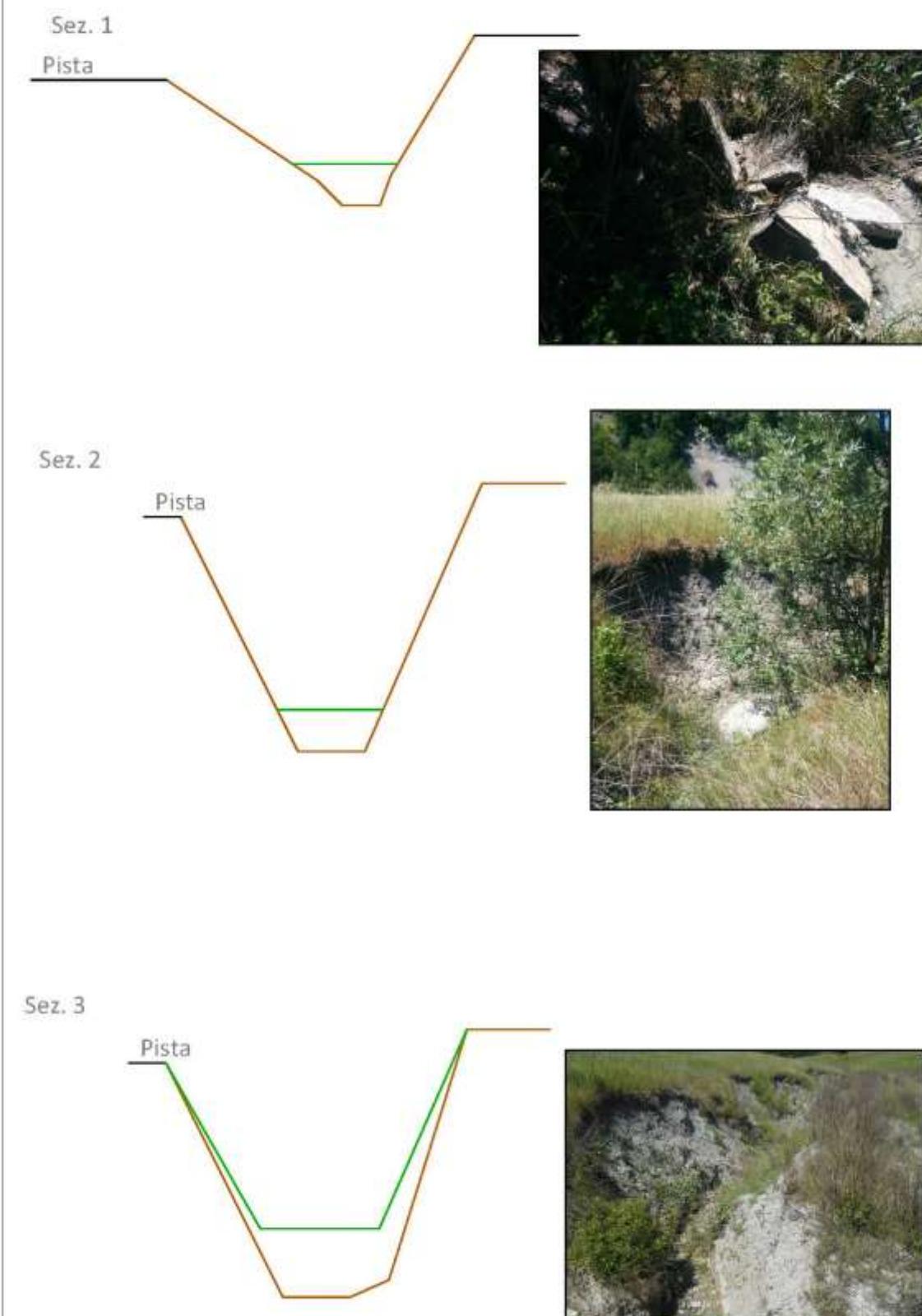
ALLEGATO N. 5

PROFILI LONGITUDINALI E SEZIONI TRASVERSALI

FOSSO COLLETTORE 1 E FOSSO COLLETTORE 2



FOSSO COLLETTORE 1: sezioni trasversali e fotografie



FOSSO COLLETTORE 2: sezioni trasversali e fotografie

