

STUDIO GEOLOGICO E AMBIENTALE  
DOTT.SSA CLAUDIA BORELLI

SEDE OPERATIVA STRADA CAVEDOLE 12/C, 41126 PORTILE (MO)  
TEL E FAX +39 059 784335 CELL +39 339 8179913  
e mail c.borelli@studio-borelli.191.it  
P. IVA 02598120364 C.F. BRL CLD 73E 60A 794X

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
PER IL PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DELLA  
CAVA "GHIARELLA"  
DELL'AMBITO ESTRATTIVO COMUNALE OMONIMO  
COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)

FASCICOLO B  
INQUADRAMENTO PROGETTUALE  
PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE  
B.2' RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Maggio 2014

Revisione Gennaio 2015

PROPONENTE

GRANULATI DONNINI S.P.A  
VIA CAVE MONTORSI, 27/A  
41126 SAN DAMASO (MO)  
C.F. E P.IVA 02242950364  
TEL 059.468681 FAX 059.468145  
LEGALE RAPPRESENTANTE MARIA DONNINI

GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento del progetto: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

Dott.ssa Geol. Laura Fantoni

Ing. Andrea Bergonzini

Dott. Agr. Roberto Salsi

Tecnico competente in acustica Dott.ssa Michela Malagoli

## INDICE

B. 1	PREMESSA .....	3
B. 2	DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE .....	5
B. 3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	6
B3.1	Localizzazione e dati catastali .....	6
B3.2	OPERE PRELIMINARI, VIABILITA' DI SERVIZIO, ASPETTI TECNICI .....	8
3.2.1	Viabilità d accesso alla cava .....	9
3.2.2	Distanze da infrastrutture e da confini di proprietà .....	12
3.2.3	Aspetti tecnici vari .....	12
B. 4	COLTIVAZIONE ESTRATTIVA .....	14
B4.1	GEOMETRIE E VOLUMI DI SCAVO .....	16
B. 5	SISTEMAZIONE MORFOLOGICA .....	18
B5.1	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	19
B. 6	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E MITIGAZIONI AMBIENTALI .....	44
B. 7	PIANO DI EMERGENZA.....	48
B. 8	PROGRAMMA ECONOMICO E FINANZIARIO .....	50

## ELENCO ALLEGATI

Allegato 1	Carta della soggiacenza (gennaio 2015)	Scala 1:10.000
Allegato 2	Carta della piezometria (gennaio 2015)	Scala 1:10.000

## TAVOLE FUORI TESTO

<b>Tavola B2.0</b>	<b>Viabilità interna e di collegamento al frantoio</b>	<b>Scala varia</b>
Tavola B2.1	Planimetria catastale	Scala 1:2.000
Tavola B2.2	Planimetria dello stato di fatto	Scala 1:1.000
Tavola B2.3'	<b>Planimetria delle opere preliminari</b>	<b>Scala 1:1.000</b>
Tavola B2.4a	<b>Planimetria del progetto di scavo minimo</b>	<b>Scala 1:1.000</b>
Tavola B2.4b	<b>Planimetria del progetto di scavo massimo (con deroghe ex art. 104 DPR 128/59)</b>	<b>Scala 1:1.000</b>
Tavola B2.4c	<b>Planimetria del progetto di scavo massimo (senza vincoli ex art. 104 DPR 128/59)</b>	<b>Scala 1:1.000</b>
Tavola B2.5	Sezioni litostratigrafiche dello scavo	Scala 1:1.000
Tavola B2.6	<b>Planimetria del progetto di sistemazione dell'ipotesi dello scavo massimo (senza vincoli ex art. 104 DPR 128/59)</b>	<b>Scala 1:1.000</b>
Tavola B2.7	Sezioni di sistemazione	Scala 1:1.000
Tavola B2.8	Documentazione fotografica	

In grassetto le tavole modificate con integrazione Gennaio 2015

## B. I PREMESSA

Su incarico della Ditta Granulati Donnini SpA si è provveduto alla stesura della presente relazione tecnica e illustrativa, costituente parte integrante della documentazione allegata all'istanza di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) del Piano di Coltivazione e Sistemazione (PCS) della cava "Ghiarella", ubicata in Comune di San Cesario sul Panaro (MO) all'interno dell'Ambito Estrattivo Comunale (A.E.C.) omonimo, confermato dalla Variante Generale al Piano Infraregionale delle Attività Estrattive della Provincia di Modena, avente valenza di Piano per le Attività Estrattive (PAE) per il Comune di San Cesario sul Panaro, approvati con Del. C.P. n.44 del 16/03/2009.

In conformità di quanto previsto all'art. 24 comma 5 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAE, è stato sottoscritto tra il Comune di San Cesario sul Panaro ed i soggetti attuatori, tra cui la Ditta Granulati Donnini SpA, un accordo in data 29/10/2013, ai sensi dell'Art. 24 della L.R. n.7/2004 e dell'art. 11 della L. n. 241/1990, relativo all'attuazione dell'AEC "Ghiarella", secondo le previsioni del PAE vigente del Comune di San Cesario sul Panaro.

Il PAE del comune di San Cesario sul Panaro definisce una zonizzazione piuttosto articolata dell'Ambito Estrattivo Cava Ghiarella, suddividendolo in otto settori individuati rispettivamente con le lettere A, B, C, D, E, F e G (Fig. 9). I tre settori contrassegnati dalle lettere A, B e C sono tutti definiti come aree di passata attività estrattiva e si distinguono l'uno dall'altro per le diverse sistemazioni e destinazioni finali. I settori E ed F sono aree non estrattive sulle quali transiterà la tangenziale di San Cesario, una volta realizzata, mentre i settori G e H sono adibiti a viabilità e ad aree di servizio. Il settore D è area per attività estrattive, che sarà quindi interessata dall'attività di coltivazione.

L'individuazione dei settori E ed F discende di fatto dalla zonizzazione del PRG vigente, che individua il percorso della tangenziale.



Il presente PCS, redatto in conformità alle direttive e prescrizioni contenute nel PIAE-PAE 2009 in merito alle condizioni generali di esercizio dell'attività estrattiva ed agli specifici criteri di attuazione degli interventi di scavo e ripristino, recepisce le indicazioni stabilite nell'Accordo 2013 in cui sono state definite le modalità ed i contenuti generali dell'intervento, oltre che i monitoraggi da porre in atto durante e dopo l'esercizio dell'attività.

Il PCS è parte integrante (Fascicolo B) degli elaborati dello Studio d'Impatto Ambientale (SIA) redatti a corredo della domanda per la procedura di VIA ai sensi degli artt. 9 e 10 della L.R. 9/99 e della parte II del D.lgs. 152/2006, come modificato dal D.lgs 4/2008.

Ai sensi di quanto previsto dall'art. 53 della L.R. 15/2013 comma d, secondo il quale *Sono assoggettati alla procedura di V.I.A., ai sensi del Titolo III:... omissis... d) i progetti elencati negli Allegati B.1, B.2 e B.3 qualora essi siano realizzati in ambiti territoriali in cui entro un raggio di un chilometro per i progetti puntuali o entro una fascia di un chilometro per i progetti lineari siano localizzati interventi, già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, appartenenti alla medesima tipologia progettuale.*

## B. 2 DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE

La cava "Ghiarella" si colloca in un Ambito estrattivo Comunale già da tempo inserito nella pianificazione sovraordinata di settore, PIAE e PAE previgenti, e riconfermato nella pianificazione di settore vigente.

Come sopra già precisato, il presente SIA fa seguito all'Accordo stilato in data 29/10/2013 tra il Comune di San Cesario sul Panaro ed i soggetti attuatori, ai sensi dell'Art. 24 della L.R. 7/2004, in cui sono state definite le modalità ed i contenuti generali dell'intervento, oltre che i monitoraggi da porre in atto durante e dopo l'esercizio dell'attività.

In questa sede non sono quindi messe in discussione scelte alternative a quelle dell'attuazione dell'AEC "Ghiarella", in quanto tali analisi sono già state svolte in altre sedi in fase di pianificazione e quindi a monte del presente SIA, che si configura piuttosto come l'attuazione delle scelte effettuate, finalizzata al migliore inserimento nel contesto ambientale, sociale ed infrastrutturale dell'area ed alla mitigazione/eliminazione degli eventuali effetti negativi del progetto.

Saranno quindi analizzate le opere preliminari, le modalità di esercizio dell'attività estrattiva, oltre che il progetto di sistemazione morfologica e di recupero vegetazionale dell'area.

## B. 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### B3.1 LOCALIZZAZIONE E DATI CATASTALI

La cava "Ghiarella", come già descritto al Fascicolo A, si colloca all'interno dell'AEC "Ghiarella", posto immediatamente ad est dell'abitato di San Cesario sul Panaro, ed in adiacenza dell'Autostrada del Sole A1, che corre lungo il confine nord dell'ambito.

Per la rappresentazione dell'area di cava e del suo intorno, in analogia a quanto fatto per la "Proposta preliminare coordinata, unitaria di escavazione, risistemazione e recupero", si è fatto riferimento ai dettagliati rilievi plano-altimetrici della zona eseguiti dallo Studio Tecnico Geom. Antonio Tonini, aggiornati nel Luglio 2011 e agganciati ai caposaldi di riferimento; la Tavola 2 "Planimetria dello stato di fatto" alla scala 1:1.000 rappresenta la morfologia attuale della zona (piano quotato) su base catastale, oltre che le infrastrutture principali.

In termini catastali, le proprietà che sono ricomprese all'interno dell'AEC sono diverse, identificate nella Tavola 1 "Planimetria catastale" in scala 1:2.000 e di seguito elencate.

L'area per attività estrattiva è però unica ed interamente contenuta nella proprietà "Granulati Donnini spa"; la sua superficie catastale è pari ad ha 3.64.01.

Le altre proprietà non sono direttamente coinvolte dall'attività estrattiva ma solamente alcune (proprietà comunale e Società Autostrade per l'Italia) per i collegamenti stradali, come descritto successivamente.

La proprietà comunale, in riferimento ai mappali 322 e 324, sarà pure interessata dagli interventi (a carico della Ditta "Granulati Donnini spa") di movimentazione terreni, senza sviluppo di attività estrattiva, allo scopo di raccordare morfologicamente l'attuale piano ribassato comunale con il futuro piano di ripristino di cava, mediante l'eliminazione dell'esistente scarpata sulla parte sud del mappale detto.

INTESTAZIONE	FOGLIO	MAPPALE	Superficie catastale (m <sup>2</sup> )
AZIENDA AGRICOLA MACCAFERRI DANILO, GUERINO E CREMONINI ANGELA s.s.	29	1	884
	29	2	914
	29	3	2.931
	<i>sommano</i>		<b>4.728</b>
GRANULATI DONNINI S.P.A.	25	85	50.230
	25	93	8.145
	25	153	2.272
	25	161	8
	<i>sommano</i>		<b>60.655</b>
COMUNE DI SAN CESARIO S/P	25	68	1.170
	25	72	3.320
	25	78	6.502
	25	84	17.617
	25	86	10
	25	162	5.090
	25	163	8
	25	178	56
	25	182	26.015
	25	318	2.221
	25	322	18.848
	25	324	22.493
	25	326	11.958
	25	353	4.263
	25	354	1.052
	25	355	14.756
	25	357	6.018
	25	359	421
	25	360	6.836
	25	363	373
25	368	9	
25	369	60	
25	378	2.204	
25	379	13.942	
25	381	3.207	
<i>sommano</i>		<b>168.449</b>	
<b>Superficie catastale complessiva dell'ambito</b>			<b>233.833</b>

### B3.2 OPERE PRELIMINARI, VIABILITA' DI SERVIZIO, ASPETTI TECNICI

L'area dell'AEC comprende aree di passata escavazione già da tempo recuperate e destinate ad area sportiva e ricreativa completamente recintata (centro sportivo Paolo Cremonini), alla quale si accede tramite cancelli carrai dal lato ovest; è inoltre presente un accesso pedonale ciclabile sempre aperto.



**Fig. 2** Accessi all'area sportiva sul perimetro ovest

Prima dell'inizio dei lavori di coltivazione estrattiva dovrà essere realizzata la recinzione perimetrale della lunghezza massima di circa 1.060 m, consistente in rete metallica elettrosaldata sostenuta da pali metallici o in legno di castagno infissi nel terreno per circa un terzo dell'altezza fuori terra, pari ad almeno m 1,50. Dal momento che la coltivazione della cava prevede l'asportazione della scarpata nord, dovrà essere asportata la recinzione posta su tale lato, per una lunghezza di circa 300 m e riposizionata più a nord (la lunghezza della recinzione da riposizionare è già ricompresa nei 1.060 m di cui sopra).

Lungo la recinzione andranno installati adeguati cartelli ammonitori di segnalazione, pericolo e divieto d'accesso, posti in modo da essere visibili l'uno dall'altro.

Nella zone di accesso all'area di cava sarà posto in modo ben visibile il cartello contenente i dati significativi della cava stessa, che dovrà essere sempre leggibile, quali:

- Comune di San Cesario sul Panaro
- Tipo di materiale estratto: ghiaia e sabbia
- Cava "Ghiarella"

- Progettisti: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli
- Ditta Esercente: Granulati Donnini SpA
- Direttore dei lavori e relativo recapito telefonico
- Sorvegliante dei lavori e relativo recapito telefonico
- Estremi dell'atto autorizzativo
- Scadenza autorizzazione convenzionata.

### *3.2.1 VIABILITÀ D'ACCESSO ALLA CAVA*

In fase di accordo sono state contemplate due ipotesi di collegamento alla viabilità pubblica, che sono rappresentate nella Fig. 3:

A. Nell'ipotesi A i mezzi in entrata ed in uscita dalla cava si allontaneranno dall'area estrattiva seguendo piste interne, in parte già esistenti, che consentiranno di raggiungere la viabilità pubblica in corrispondenza dell'immissione dalla Via Enrico Berlinguer sulla SP14. Nel primo tratto sarà ampliata una pista interna in direzione nord attraverso l'attuale area boscata, che consentirà di raggiungere la strada sterrata che corre al piede dell'autostrada. Dovrà essere realizzata una rampa di collegamento tra l'area ribassata di pregressa attività estrattiva e l'area a piano campagna, ed i mezzi potranno proseguire fuori dall'AEC marginalmente all'autostrada fino ad immettersi sulla Via Berlinguer.

B. Nell'ipotesi B la viabilità in ingresso/uscita si troverà a sud-ovest dell'area estrattiva, per raccordarsi con una cavedagna sterrata (il cui fondo e dimensione dovranno essere adeguati al transito di mezzi a pieno carico) che attualmente si immette sulla Via Ghiarelle, per congiungersi poi con l'itinerario A al margine dell'autostrada e appena fuori dall'AEC "Ghiarella".



Si ritiene l'ipotesi A la preferibile, preferenza condivisa anche in sede di Conferenza di servizi da parte degli Enti, dal momento che i percorsi dei mezzi risultano lontani da tutti i ricettori e vanno ad interessare la viabilità pubblica solo nei pressi dell'intersezione tra la Via Berlinguer e la SP14, pertanto in un'area che già risente del traffico sostenuto che percorre la strada provinciale, senza un incremento di traffico significativo, rispetto ai flussi che già percorrono tale viabilità. Nel caso dell'ipotesi B invece i mezzi dovrebbero percorrere parte della Via Ghiarelle, che presenta un flusso di traffico legato prevalentemente all'area residenziale posta ad ovest ed all'accesso all'area sportiva.

È quindi stata predisposta una tavola che mostra il tracciato che seguiranno in mezzi da e per il frantoio (Tavola o Viabilità).

Per l'immissione sulla pubblica viabilità sarà realizzata una pista di collegamento che correrà in adiacenza al tracciato autostradale, fino a collegarsi alla Via Berlinguer, nei pressi della SP14.

Nelle fasi che hanno preceduto lo Studio di Impatto Ambientale, si era ipotizzato che l'intervento estrattivo seguisse la realizzazione delle dune antirumore che dovrebbero essere realizzate in prossimità dell'Autostrada A1, e che pertanto la viabilità di collegamento tra la cava e la Via Berlinguer potesse essere realizzata tra le dune e l'autostrada.

Ad oggi le dune non sono ancora state realizzate e non sono nemmeno noti i tempi di esecuzione.

Dalle analisi di impatto svolte, l'immissione di rumore da parte dei mezzi in transito sarà trascurabile, come del resto confermato anche da ARPA nel relativo parere. Si è quindi deciso di mitigare la possibilità di sollevamento polveri installando una rete antipolvere lungo tutto il tracciato della viabilità di collegamento cava – via Berlinguer, che sarà in stabilizzato. Infatti il tracciato corre ad una distanza minima di 150 m dalle abitazioni che si affacciano sulla Via Berlinguer, si ritiene pertanto tale mitigazione efficace allo scopo sufficiente a mitigare gli impatti legati alla polverosità. Saranno inoltre eseguite bagnature, come previsto dal piano di monitoraggio di seguito dettagliato.

L'ultimo tratto di viabilità, quello che si avvicina in senso circa nord-sud alla Via Berlinguer, sarà invece asfaltato e periodicamente pulito.

### *3.2.2 DISTANZE DA INFRASTRUTTURE E DA CONFINI DI PROPRIETÀ*

Sul lato nord sono presenti sostegni della linea elettrica ENEL, che risultano in evidente conflitto con la previsione della tangenziale est di San Cesario. Si propone di delocalizzare tale linea, anticipatamente rispetto alla realizzazione della tangenziale, con costi di delocalizzazione da considerare come opera compensativa.

Dal momento che ad oggi non vi è conferma della possibilità di delocalizzare la linea e che tale possibilità sarà approfondita e quantificata anche economicamente in sede di autorizzazione estrattiva, sono state elaborate due ipotesi.

Nella prima si ipotizza che la linea non venga delocalizzata e quindi si debba procedere con una pratica di avvicinamento degli scavi ai sostegni della linea stessa (2 insistono sull'area di scavo) in deroga alle distanze fissate dall'art. 104 del DPR 128/59 (da 20 m a 4 m, in analogia alla posizione attuale dei sostegni rispetto alla scarpata di scavo), con una ipotesi di scavo minimo (diniego all'avvicinamento, Tav 4a "Scavo minimo con vincoli ex art. 104 del DPR 128/59") ed una di scavo massimo (con avvicinamento a 4 m, Tav 4b "Scavo massimo con vincoli ex art. 104 del DPR 128/59").

Nella seconda si prevede invece la delocalizzazione della linea con lo spostamento dei pali dall'area di scavo e quindi l'assenza di vincoli ex art. 104 del DPR 128/59 (Tav 4c "Scavo massimo senza vincoli ex art. 104 del DPR 128/59").

Lungo il lato est della cava, il ciglio di scavo sarà portato a confine con la proprietà privata, in fase di sistemazione sarà ripristinata una fascia di terreno della larghezza di 10 m alla sommità.

### *3.2.3 ASPETTI TECNICI VARI*

Lungo il perimetro esterno all'area di cava sarà realizzato un argine perimetrale di mitigazione, con funzione di barriera visiva, acustica ed antipolvere, con dimensioni di circa 3 m alla base 0,5 m in sommità e altezza 1,5 m. tale opera consentirà di mitigare gli impatti delle attività di scavo e movimento terra nei confronti dei ricettori individuati sul lato sud. Per realizzarlo sarà impiegato parte del cappellaccio, proveniente dallo splateamento del lotto 1.

L'argine avrà una lunghezza complessiva di 708 m<sup>2</sup> e saranno necessari per realizzarlo 6.090 m<sup>3</sup> di terra, che saranno resi disponibili in fase di scotico del lotto 1, da cui si

ricaveranno 17.934 m<sup>3</sup> di cappellaccio. Al piede dell'argine sarà poi realizzato il fosso di guardia perimetrale, che sarà collegato ai fossi di raccolta delle acque superficiali già esistenti.

Il trasporto del materiale dalla cava al frantoio di San Cesario sarà effettuato mediante camion cassonati del tipo bilico a tre assi, che utilizzeranno la viabilità di accesso per uscire dall'area di cava e poi la viabilità pubblica.

I lavori di coltivazione estrattiva e di sistemazione saranno eseguiti direttamente dal personale e dai mezzi tecnici della Granulati Donnini S.p.A. .

Per le attività di coltivazione estrattiva si prevede l'impiego di un escavatore di uso prevalente per i lavori di scavo estrattivo, con l'ausilio di un apripista tipo "Komatsu D65E" per i movimenti terra necessari per la scopertura del giacimento.

La Granulati Donnini S.p.A. utilizzerà i materiali estrattivi, ghiaia e sabbia, per l'alimentazione del Frantoio di San Cesario, di cui esercita la gestione.

#### **ARCHEOLOGIA**

Preliminarmente all'avvio delle operazioni di scavo saranno progettati e realizzati sondaggi archeologici preventivi, tali da assicurare una sufficiente campionatura della zona interessata dai lavori, che garantiscano l'indagine di tutta la stratigrafia del cappellaccio, fino al raggiungimento dello strato ghiaioso.

#### B. 4 COLTIVAZIONE ESTRATTIVA

La cava Ghiarella occupa una superficie complessiva pari a 36.045 m<sup>2</sup>; i terreni appartengono alla Granulati Donnini S.p.A. esercente presso la cava ed il materiale che verrà estratto sarà destinato al Frantoio di San Cesario, gestito sempre dalla Granulati Donnini S.p.A., la Tavola o mostra il percorso dei mezzi per e da il frantoio.

Il Progetto di coltivazione prevede di portare gli scavi alla profondità massima di m 10,00 dal p.d.c. .

Con l'attuazione del progetto risulteranno disponibili 214.981 m<sup>3</sup> di materiali utili scavabili in quattro anni di lavoro (lotti 1-2-3-4); sono presenti aree che ricadono all'interno delle distanze fissate dall'Art. 104 del DPR 128/59, per le quali sarà necessario ottenere l'autorizzazione in deroga: si tratta delle aree comprese all'interno dei 20 m dai pali della linea elettrica posta sul lato nord (2 sostegni), nel caso in cui questi non siano delocalizzati.

Per quanto riguarda la zona ad ovest dell'area di scavo, rispetto alle previsioni urbanistiche della tangenziale est di San Cesario, è stato avviato uno specifico confronto con il Settore competente della Provincia di Modena. Al momento la tangenziale è in fase di progetto, ma non sono ancora state avviate le procedure di esproprio e non è ancora stato approvato il progetto definitivo. Pertanto ad oggi la tangenziale est dal punto di vista formale è solo una previsione.

La tangenziale avrà un percorso circa nord-sud nel tratto in adiacenza alla cava "Ghiarella", dove sarà realizzato un terrapieno in rilevato per consentire di scavalcare l'autostrada A1. Il rilevato avrà altezza massima di 10 m in corrispondenza della porzione nord, mentre si andrà praticamente ad esaurire in corrispondenza del confine sud della cava, dove si raccorderà al piano campagna attuale ed alla viabilità esistente.

L'area di impronta del rilevato avrà quindi superficie massima in corrispondenza del lato nord e minima in corrispondenza del lato sud della cava, come riportata nelle tavole di progetto (tratto ocra).

Rispetto all'area di futura realizzazione della tangenziale, in accordo con gli uffici provinciali, si è quindi deciso di mantenere una distanza minima degli scavi da quello che sarà il fosso esterno al piede del rilevato stradale (cfr. sezione in fig. precedente) di 5 m nella

porzione sud dove il rilevato raggiungerà le altezze minime, e di 15 m nella porzione nord dove il rilevato avrà le altezze massime.

Il progetto di sistemazione prevede di recuperare la scarpata a profilo continuo, utilizzando gli sterili che saranno presenti in cava, ricreando una porzione a piano campagna originario portando la scarpata a 20 m dal fosso esterno al piede del rilevato. Nella porzione sud sarà quindi ricreata una fascia di terreno per una larghezza di 15 m alla sommità, mentre nella porzione più a nord, dove lo scavo sarà tenuto a 15 m dal fosso esterno al piede del rilevato, sarà riportata una fascia di terreno della larghezza di 5 m.

Come emerso in sede di conferenza di servizi e durante gli incontri presso gli uffici provinciali, si è quindi deciso di ridurre le annualità di scavo da 4 a 3: sono previsti 3 lotti di scavo, il primo dei quali corre parallelo al tracciato della futura tangenziale est, gli altri due hanno forma più squadrata e si dividono la restante area di scavo.

Il lotto 1 sarà scavato il primo anno, in modo da tale da poter operare prima che le previsioni urbanistiche siano attuate e quindi di fatto in assenza di vincoli di avvicinamento ex art. 104 del D.P.R. 128/59, dal momento che il manufatto non è ancora esistente e non è ancora stato approvato il progetto definitivo o attuata la procedura di esproprio.

Il recupero della scarpata sarà attuato dallo stesso primo anno, allo scopo di concludere la sistemazione morfologica della scarpata prima dell'inizio dei lavori di realizzazione della tangenziale. A completamento della sistemazione morfologica del lotto 1 il ciglio della scarpata sarà a 20 m dal fosso esterno al piede del rilevato della tangenziale est.

#### B4. I GEOMETRIE E VOLUMI DI SCAVO

Il Piano di coltivazione estrattiva prevede la realizzazione di uno scavo a fossa da realizzarsi in due passate dopo il preliminare splateamento dal cappellaccio di copertura. La coltivazione della Cava Ghiarella avverrà per lotti successivi, per complessivi 3 anni di scavo, lotti annuali 1-2-3.

In attuazione di quanto previsto dal PAE vigente, le scarpate finali del fronte di scavo avranno una pendenza di 45°, banche di larghezza 3 m, poste a - 8 di profondità dal p.c., come rappresentato nella Tavole 4°-4b-4c Planimetria di scavo e nella Tavola 05 sezioni litostratigrafiche dello scavo.

I volumi disponibili saranno i seguenti

#### SCAVO CON DEROGHE

Tav. 4.B2a e Tav. 4.B2b

AREA TOTALE	AREA DI SCAVO	SENZA VINCOLI	DEROGHE Art. 104	RISPETTI CONF. PR.	LOTTI RECUPERO
36.045	35.500				
LOTTO 1	12.431	12.431			12.431
LOTTO 1a	932		932		932
LOTTO 2	10.171	10.171		1220	10.171
LOTTO 2a	564		564		564
LOTTO 3	11.402	11.402		1000	11.402
4° anno	0				rivegetazione

LOTTI DI SCAVO	VOLUME COMPLES.	VOLUME UTILE	VOLUME DER./RI.	VOLUME CAPPELL.	VOLUME SCARTO
TOTALE	324.654	214.981	10.095	71.736	37.937
LOTTO 1	98.330	65.313		21.493	11.524
LOTTO 1a	9.888	6.348	6.348	2.419	1.121
LOTTO 2	102.419	67.913		22.521	11.985
LOTTO 2a	5.799	3.747	3747	1.391	661
LOTTO 3	108.218	71.660		23.912	12.646
4 anno					

SENZA VINCOLI DA 104

AREA TOTALE	AREA DI SCAVO	SENZA VINCOLI	DEROGHE Art. 104	RISPETTI CONF. PR.	LOTTE RECUPERO
36.045	36.045	36.045			
LOTTO 1	13.677	13.677			13.677
LOTTO 2	10.171	10.171		1220	10.171
LOTTO 3	12.197	12.197		1000	12.197
4° anno	0	0			rivegetazione

LOTTE DI SCAVO	VOLUME COMPLES.	VOLUME UTILE	VOLUME DER./RI.	VOLUME CAPPELL.	VOLUME SCARTO
TOTALE	<b>324.654</b>	<b>214.981</b>	<b>0</b>	<b>71.736</b>	<b>37.937</b>
LOTTO 1	108.218	71.661	0	23.912	12.645
LOTTO 2	108.218	71.660	0	23.912	12.646
LOTTO 3	108.218	71.660	0	23.912	12.646
4 anno			0		

## B. 5 SISTEMAZIONE MORFOLOGICA

Si prevede un ripristino a piano di campagna ribassato (recupero a zona di riequilibrio ambientale ed in particolare a bosco) raccordantesi altimetricamente sul lato nord con l'esistente piano ripristinato delle pregresse attività estrattive e risalente verso sud con una pendenza del 3 per mille (Tavola 05 "Tavola di ripristino").

Verrà garantito il rispetto delle quote di ripristino del fondo maggiori di 2 m dalla massima escursione di falda dell'ultimo decennio, ed i materiali utilizzati garantiranno la protezione idrogeologica della falda.

Le scarpate di risistemazione saranno formate da terreno naturale, come peraltro il fondo, debitamente accantonato in fase di scavo, ed avranno un'inclinazione pari a 30° senza interposizioni di banche.

Rispetto il confine di proprietà (lato est) verrà ricostruito l'originario piano di campagna per una fascia di larghezza pari a 10 m dal confine stesso; medesima operazione verrà eseguita rispetto la previsione della circonvallazione est di San Cesario s/Panaro ed in particolare riportando a piano di campagna naturale l'area di rispetto alla stessa circonvallazione (20 m di larghezza).

I lavori di sistemazione morfologica avranno inizio dal secondo anno, ed i volumi necessari alla sistemazione complessiva dell'area sono pari a 145.545 m<sup>3</sup>, suddivisi in 4 anni. Saranno impiegati il cappellaccio e gli sterili disponibili in cava, oltre alle terre impiegate per la realizzazione degli arginelli.

Dal momento che saranno quindi disponibili in cava 109.673 m<sup>3</sup> di terre, dovranno essere conferite dall'esterno 35.872 m<sup>3</sup> di terre idonee per il completamento della sistemazione morfologica. Il materiale di ripristino importato dovrà possedere tutte le caratteristiche di idoneità ambientale e tecnica necessarie, da dimostrarsi prima dell'utilizzo effettivo. In particolare dovrà essere inerte, non contaminato, proveniente da scavi di profondità non superiore a 3 m, non contenente plastica, inclusioni di asfalto ed altri materiali estranei. E' ammessa la presenza di una minima percentuale di ciottoli o sfridi di laterizio e calcestruzzo, tale da non ostacolare la normale crescita della vegetazione.

Seguirà il recupero vegetazionale, come previsto dalla relazione agrovegetazionale. Per l'annaffiatura della vegetazione di nuovo impianto potrà essere utilizzata l'acqua

raccolta nel bacino al fondo della ex cava. Qualora il laghetto non presentasse acqua a sufficienza, si potrà installare una pompa nel piezometro di monte (sull'acquifero Ao) ed utilizzare tale acqua. L'utilizzo dovrà essere preventivamente autorizzato dal Servizio Tecnico di Bacino competente.

## B5. I VERIFICHE DI STABILITÀ

Di seguito si riportano le verifiche per la stabilità delle scarpate, in riferimento all'art. 38 delle NTA del PAE vigente, le geometrie di scavo sono conformi alle prescrizioni degli artt. 42, 43 e 44 delle NTA del PAE vigente.

### **Definizione**

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### **Introduzione all'analisi di stabilità**

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ )

e angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### **Metodo equilibrio limite (LEM)**

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza  $F = \tau_f / \tau$ .

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

### **Metodo dei conci**

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

$n$  valori delle forze normali  $N_j$  agenti sulla base di ciascun concio;

$n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_j$

$(n-1)$  forze normali  $E_j$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$  forze tangenziali  $X_j$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_j$ ;

$(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_j$ ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

**Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .**

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti  $n$

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$

Equazioni relative al criterio di rottura  $n$

Totale numero di equazioni  $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quando si fa l'assunzione che

$N_j$  sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### **Metodo di FELLENIUS (1927)**

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

$n$  valori delle forze normali  $N_j$ ;

$n$  valori delle forze da taglio  $T_j$ ;

1 fattore di sicurezza.

Incognite  $(2n+1)$

Le equazioni a disposizione sono:

$n$  equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;

$n$  equazioni relative al criterio di rottura;

1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

### **Metodo di BISHOP (1955)**

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\sum F_V = 0$ ,  $\sum M_O = 0$ , Criterio di rottura.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di  $F$  e di  $\sum X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\sum X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1%.

### **VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA**

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

$F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

**Calcolo**

**coefficienti**

**sismici**

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_o$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'**OPCM 3274** e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale  $K_0$  e verticale  $K_v$  che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$K_0 = S \cdot (a_g/g) \quad K_v = 0.5 \cdot K_0$$

S: fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A -  $S=1$ ;

tipo B -  $S=1.25$ ;

tipo C -  $S=1.25$ ;

tipo E -  $S=1.25$ ;

tipo D -  $S=1.35$ .

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ :

$S_T \geq 1,2$  per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;  
 $S_T \geq 1,4$  per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media  $> 30^\circ$ ;  $S_T \geq 1,2$  per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale  $K_0$  in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat.  $K_0=0.1$ ; II Cat.  $K_0=0.07$ ; III Cat.  $K_0=0.04$

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_0 = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

$a_{gR}$  : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

$\gamma_I$ : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $K_V$  è definito in funzione di  $K_0$ , e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \cdot K_0$$

### **Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

## VERIFICA DI STABILITA' SEZ. 1

### SCAVO

#### Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	50,0
<b>Superficie di forma circolare</b>	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1548,43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1411,08 m
Ascissa vertice destro superiore xs	1562,56 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1421,05 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018

Coefficiente azione sismica verticale

0,009

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	1533,95	1368,09
2	1550,09	1368,13
3	1554,51	1368,13
4	1558,59	1368,1
5	1566,83	1368,03
6	1568,4	1369,6
7	1571,4	1369,6
8	1578,05	1376,25
9	1579,4	1377,6
10	1594,4	1377,6
11	1595,04	1377,1
12	1595,54	1377,1
13	1596,18	1377,6
14	1598,04	1377,6
15	1600,04	1378,93
16	1601,54	1378,93
17	1609,04	1383,93
18	1610,54	1383,93
19	1618,04	1388,93
20	1630,16	1388,93

**Falda**

Nr.	X m	y m
1	1533,95	1364,9
2	1630,16	1364,9

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	1533,95	1368,09
2	1550,09	1368,13
3	1554,51	1368,13
4	1558,59	1368,1
5	1566,83	1368,03
6	1568,4	1369,6
7	1571,4	1369,6
8	1578,05	1376,25
9	1579,4	1377,6
10	1594,4	1377,6
11	1595,04	1377,1
12	1595,54	1377,1
13	1596,18	1377,6
14	1598,04	1377,6
15	1630,16	1377,6

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	1533,95	1368,09
2	1550,09	1368,13
3	1554,51	1368,13
4	1558,59	1368,1

5	1566,83	1368,03
6	1568,4	1369,6
7	1571,4	1369,6
8	1578,05	1376,25
9	1608,1	1376,59
10	1630,16	1376,59

### Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	29.26	2000	2000	0,00	
2	0.1	20	1800	2100	0,00	
3	0.01	35	2200	2150	0,00	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,34
Ascissa centro superficie	1554,79 m
Ordinata centro superficie	1414,57 m
Raggio superficie	46,33 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

### Analisi dei concii. Superficie...xc = 1554,786 yc = 1414,568 Rc = 46,327 Fs=1,3379

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,17	24,7	0,18	16,97	0,31	0,15	0,01	35,0	0,0	10,0	18,9
2	0,17	25,9	0,18	49,35	0,89	0,44	0,01	35,0	0,0	38,4	33,9
3	0,17	25,9	0,18	80,64	1,45	0,73	0,01	35,0	0,0	66,1	48,4
4	0,17	26,0	0,18	111,85	2,01	1,01	0,01	35,0	0,0	93,8	62,9
5	0,17	26,0	0,19	143,06	2,58	1,29	0,01	35,0	0,0	121,4	77,4
6	0,17	24,4	0,18	175,08	3,15	1,58	0,01	35,0	0,0	150,4	92,3
7	0,17	26,9	0,19	206,28	3,71	1,86	0,01	35,0	0,0	177,2	106,7
8	0,17	27,0	0,19	236,2	4,25	2,13	0,01	35,0	0,0	203,7	120,5
9	0,17	27,0	0,19	266,02	4,79	2,39	0,01	35,0	0,0	230,1	134,4
10	0,17	27,1	0,19	295,59	5,32	2,66	0,01	35,0	0,0	256,3	148,1
11	0,17	28,0	0,19	325,45	5,86	2,93	0,01	35,0	0,0	282,5	161,9
12	0,17	27,1	0,19	353,98	6,37	3,19	0,01	35,0	0,0	308,0	175,2
13	0,17	28,1	0,19	382,38	6,88	3,44	0,01	35,0	0,0	332,9	188,3
14	0,17	28,9	0,19	410,43	7,39	3,69	0,01	35,0	0,0	357,7	201,4
15	0,17	28,1	0,19	439,04	7,9	3,95	0,01	35,0	0,0	383,1	214,6
16	0,17	28,2	0,19	466,19	8,39	4,2	0,01	35,0	0,0	407,2	227,2
17	0,17	29,1	0,19	494,36	8,9	4,45	0,01	35,0	0,0	432,0	240,3
18	0,17	29,1	0,19	520,95	9,38	4,69	0,01	35,0	0,0	455,6	252,6
19	0,17	30,0	0,19	548,17	9,87	4,93	0,01	35,0	0,0	479,7	265,4
20	0,17	29,3	0,19	573,88	10,33	5,16	0,01	35,0	0,0	502,5	277,2
21	0,17	30,1	0,19	600,59	10,81	5,41	0,01	35,0	0,0	526,2	289,8
22	0,17	29,4	0,19	626,97	11,29	5,64	0,01	35,0	0,0	549,6	301,9
23	0,17	29,4	0,19	648,08	11,67	5,83	0,01	35,0	0,0	568,3	311,7
24	0,17	31,9	0,2	661,59	11,91	5,95	0,01	35,0	0,0	580,9	318,7



## VERIFICA DI STABILITA' SEZ. 2

### SCAVO

#### Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	50,0

#### Superficie di forma circolare

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1560,71 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1396,99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	1574,84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1406,97 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018

Coefficiente azione sismica verticale

0,009

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	1543,59	1368,09
2	1559,73	1368,13
3	1564,16	1368,13
4	1568,23	1368,1
5	1576,47	1368,03
6	1578,04	1369,6
7	1581,04	1369,6
8	1587,69	1376,25
9	1589,04	1377,6
10	1594,4	1377,6
11	1595,04	1377,1
12	1595,54	1377,1
13	1596,18	1377,6
14	1598,04	1377,6
15	1600,04	1378,93
16	1601,54	1378,93
17	1609,04	1383,93
18	1610,54	1383,93
19	1630,16	1383,93

**Falda**

Nr.	X m	y m
1	1543,59	1364,9
2	1630,16	1364,9

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	1543,59	1368,09
2	1559,73	1368,13
3	1564,16	1368,13
4	1568,23	1368,1
5	1576,47	1368,03
6	1578,04	1369,6
7	1581,04	1369,6
8	1587,69	1376,25
9	1589,04	1377,6
10	1594,4	1377,6
11	1595,04	1377,1
12	1595,54	1377,1
13	1596,18	1377,6
14	1598,04	1377,6
15	1630,16	1377,6

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	1543,59	1368,09
2	1559,73	1368,13

3	1564,16	1368,13
4	1568,23	1368,1
5	1576,47	1368,03
6	1578,04	1369,6
7	1581,04	1369,6
8	1587,69	1376,25
9	1608,1	1376,59
10	1630,16	1376,59

### Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	29,26	2000	2000	0,00	
2	0.1	20	1800	2100	0,00	
3	0.01	35	2200	2150	0,00	

### Risultati analisi pendio

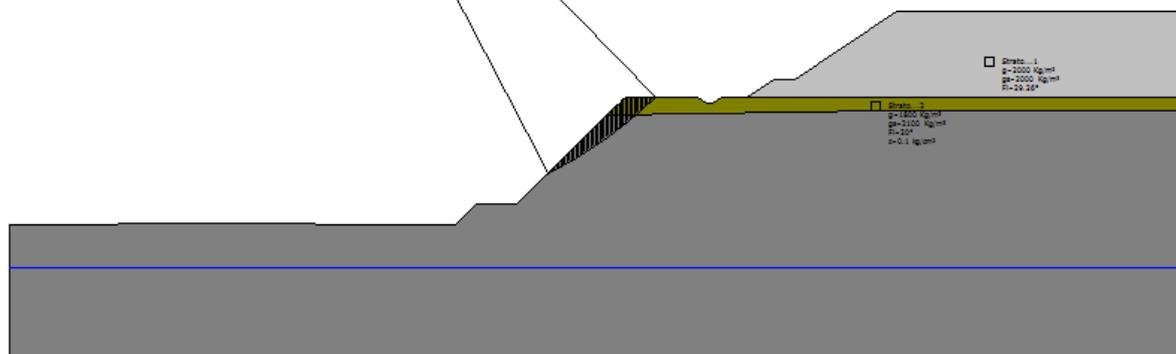
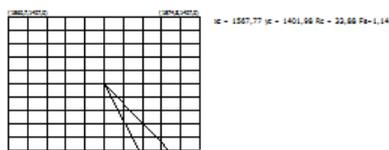
Fs minimo individuato	1,14
Ascissa centro superficie	1567,77 m
Ordinata centro superficie	1401,98 m
Raggio superficie	33,88 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

### Analisi dei concii. Superficie...xc = 1567,77 yc = 1401,982 Rc = 33,885 Fs=1,1403

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,16	25,7	0,18	18,0	0,32	0,16	0,01	35,0	0,0	9,7	21,4
2	0,16	27,6	0,18	44,59	0,8	0,4	0,01	35,0	0,0	31,8	35,3
3	0,16	28,9	0,18	69,59	1,25	0,63	0,01	35,0	0,0	52,8	48,4
4	0,16	28,9	0,18	94,56	1,7	0,85	0,01	35,0	0,0	74,1	61,4
5	0,16	26,7	0,18	122,35	2,2	1,1	0,01	35,0	0,0	98,6	76,2
6	0,16	30,2	0,18	147,14	2,65	1,32	0,01	35,0	0,0	118,5	88,9
7	0,16	29,2	0,18	171,81	3,09	1,55	0,01	35,0	0,0	139,9	101,9
8	0,16	30,4	0,18	194,89	3,51	1,75	0,01	35,0	0,0	159,1	113,9
9	0,16	28,1	0,18	217,89	3,92	1,96	0,01	35,0	0,0	179,6	126,1
10	0,16	30,6	0,18	243,75	4,39	2,19	0,01	35,0	0,0	200,7	139,5
11	0,16	31,8	0,19	266,58	4,8	2,4	0,01	35,0	0,0	219,8	151,4
12	0,16	30,7	0,19	287,74	5,18	2,59	0,01	35,0	0,0	238,2	162,5
13	0,16	31,9	0,19	308,81	5,56	2,78	0,01	35,0	0,0	255,8	173,5
14	0,16	29,7	0,18	332,8	5,99	3,0	0,01	35,0	0,0	276,9	186,1
15	0,16	32,1	0,19	353,62	6,37	3,18	0,01	35,0	0,0	293,9	196,9
16	0,16	33,3	0,19	374,35	6,74	3,37	0,01	35,0	0,0	311,3	207,9
17	0,16	32,3	0,19	393,33	7,08	3,54	0,01	35,0	0,0	327,7	217,7
18	0,16	31,2	0,19	413,81	7,45	3,72	0,01	35,0	0,0	345,4	228,4
19	0,16	33,6	0,19	435,69	7,84	3,92	0,01	35,0	0,0	363,6	240,0
20	0,16	33,7	0,19	454,33	8,18	4,09	0,01	35,0	0,0	379,5	249,8
21	0,16	34,9	0,19	471,34	8,48	4,24	0,01	35,0	0,0	394,0	259,0
22	0,16	31,6	0,19	489,73	8,82	4,41	0,01	35,0	0,0	410,0	268,2

23	0,16	35,1	0,19	509,52	9,17	4,59	0,01	35,0	0,0	426,7	279,0
24	0,16	35,2	0,19	526,06	9,47	4,73	0,01	35,0	0,0	440,8	287,7
25	0,16	36,4	0,2	542,39	9,76	4,88	0,01	35,0	0,0	455,1	296,8
26	0,16	35,4	0,2	558,64	10,06	5,03	0,01	35,0	0,0	468,7	304,9
27	0,22	34,7	0,27	810,59	14,59	7,3	0,01	35,0	0,0	680,2	441,5
28	0,1	37,6	0,12	351,97	6,34	3,17	0,01	35,0	0,0	296,1	192,3
29	0,16	36,8	0,2	593,73	10,69	5,34	0,01	35,0	0,0	499,2	323,9
30	0,16	37,0	0,2	597,74	10,76	5,38	0,01	35,0	0,0	502,7	326,1
31	0,16	34,9	0,19	601,49	10,83	5,41	0,01	35,0	0,0	505,1	327,2
32	0,16	38,2	0,2	606,7	10,92	5,46	0,01	35,0	0,0	511,1	331,6
33	0,16	38,4	0,2	610,11	10,98	5,49	0,01	35,0	0,0	514,1	333,5
34	0,16	38,5	0,2	611,69	11,01	5,51	0,01	35,0	0,0	515,6	334,4
35	0,16	38,6	0,2	613,12	11,04	5,52	0,01	35,0	0,0	516,9	335,3
36	0,14	38,8	0,17	522,79	9,41	4,71	0,01	35,0	0,0	440,9	286,0
37	0,18	37,9	0,23	678,46	12,21	6,11	0,01	35,0	0,0	571,1	371,0
38	0,16	40,0	0,21	540,73	9,73	4,87	0,01	35,0	0,0	455,8	298,1
39	0,16	40,2	0,21	493,91	8,89	4,45	0,01	35,0	0,0	415,6	273,5
40	0,16	39,3	0,21	450,25	8,1	4,05	0,01	35,0	0,0	377,4	249,8
41	0,16	40,5	0,21	401,31	7,22	3,61	0,01	35,0	0,0	335,9	224,6
42	0,16	41,6	0,21	357,59	6,44	3,22	0,1	20,0	0,0	243,4	264,4
43	0,16	41,8	0,21	316,95	5,71	2,85	0,1	20,0	0,0	200,6	251,2
44	0,16	39,9	0,21	276,1	4,97	2,48	0,1	20,0	0,0	163,9	234,3
45	0,16	42,1	0,21	237,84	4,28	2,14	0,1	20,0	0,0	116,8	225,5
46	0,16	42,3	0,22	195,1	3,51	1,76	0,1	20,0	0,0	71,5	211,4
47	0,16	43,4	0,22	153,54	2,76	1,38	0,1	20,0	0,0	22,8	199,4
48	0,16	43,6	0,22	110,28	1,99	0,99	0,1	20,0	0,0	-23,9	185,1
49	0,16	41,8	0,21	69,67	1,25	0,63	0,1	20,0	0,0	-57,4	168,9
50	0,16	44,9	0,22	25,92	0,47	0,23	0,1	20,0	0,0	-121,0	158,3



## VERIFICA DI STABILITA' SEZ. 1

### SISTEMAZIONE

#### Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	50,0
<b>Superficie di forma circolare</b>	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2010,95 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1384,8 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2034,09 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1396,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	1994,18	1346,9
2	2007,7	1346,94
3	2022,21	1346,99
4	2023,64	1346,99
5	2034,4	1353,1
6	2039,4	1353,1
7	2054,4	1353,1
8	2054,4	1353,1
9	2055,04	1352,6
10	2055,54	1352,6
11	2056,19	1353,1
12	2058,04	1353,1
13	2060,04	1354,43
14	2061,54	1354,43
15	2069,04	1359,43
16	2070,54	1359,43
17	2078,04	1364,43
18	2090,16	1364,43

**Falda**

Nr.	X m	y m
1	1994,18	1340,4
2	2090,16	1340,4

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	1994,18	1346,9
2	2007,7	1346,94
3	2022,21	1346,99
4	2023,64	1346,99
5	2034,4	1353,1
6	2039,4	1353,1
7	2054,4	1353,1
8	2054,4	1353,1
9	2055,04	1352,6
10	2055,54	1352,6
11	2056,19	1353,1
12	2058,04	1353,1
13	2090,16	1353,1

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	1994,18	1343,13
2	2010,01	1343,12
3	2014,64	1343,13
4	2016,43	1343,11
5	2026,33	1343,08
6	2028,39	1345,1

7	2031,4	1345,1
8	2038,06	1351,75
9	2039,4	1353,1
10	2054,4	1353,1
11	2054,4	1353,1
12	2055,04	1352,6
13	2055,54	1352,6
14	2056,19	1353,1
15	2058,04	1353,1
16	2090,16	1353,1

### Vertici strato .....3

N	X m	y m
1	1994,18	1343,13
2	2010,01	1343,12
3	2014,64	1343,13
4	2016,43	1343,11
5	2026,33	1343,08
6	2028,39	1345,1
7	2031,4	1345,1
8	2038,06	1351,75
9	2068,1	1352,09
10	2090,16	1352,09

### Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	29.26	2000	2000	0,00	
2	0.43	18	2070	2200	0,00	
3	0.1	20	1800	2100	0,00	
4	0.01	35	2200	2150	0,00	

### Risultati analisi pendio

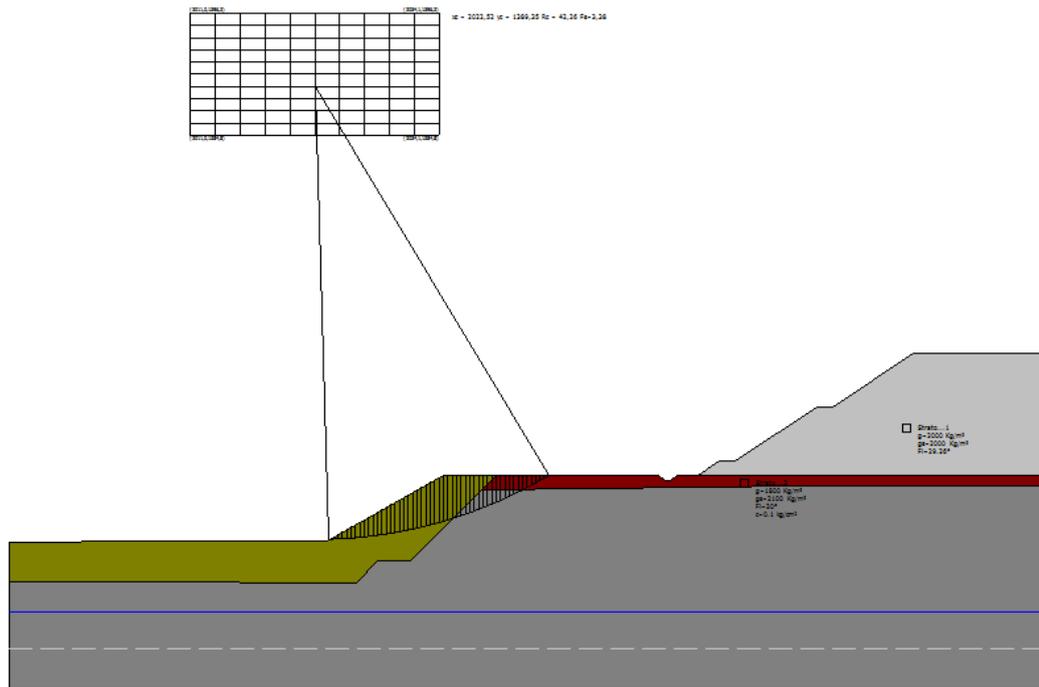
Fs minimo individuato	3,38
Ascissa centro superficie	2022,52 m
Ordinata centro superficie	1389,35 m
Raggio superficie	42,26 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

### Analisi dei conchi. Superficie...xc = 2022,521 yc = 1389,354 Rc = 42,261 Fs=3,3762

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,41	3,2	0,41	88,26	1,59	0,79	0,43	18,0	0,0	59,0	525,6
2	0,41	2,5	0,41	270,89	4,88	2,44	0,43	18,0	0,0	247,4	543,3
3	0,41	3,3	0,41	446,16	8,03	4,02	0,43	18,0	0,0	414,4	559,9
4	0,41	3,3	0,41	623,54	11,22	5,61	0,43	18,0	0,0	590,9	576,7
5	0,41	4,6	0,41	791,29	14,24	7,12	0,43	18,0	0,0	746,4	592,6

6	0,41	4,6	0,41	963,52	17,34	8,67	0,43	18,0	0,0	917,9	609,0
7	0,41	5,8	0,41	1123,86	20,23	10,11	0,43	18,0	0,0	1065,9	624,4
8	0,41	5,4	0,41	1283,81	23,11	11,55	0,43	18,0	0,0	1228,8	639,7
9	0,41	7,1	0,41	1443,42	25,98	12,99	0,43	18,0	0,0	1373,1	655,1
10	0,41	6,7	0,41	1596,18	28,73	14,37	0,43	18,0	0,0	1528,8	669,8
11	0,41	7,9	0,41	1747,99	31,46	15,73	0,43	18,0	0,0	1669,5	684,6
12	0,41	7,5	0,41	1893,21	34,08	17,04	0,43	18,0	0,0	1817,5	698,5
13	0,41	9,2	0,41	2040,49	36,73	18,36	0,43	18,0	0,0	1951,6	713,7
14	0,41	9,6	0,41	2176,82	39,18	19,59	0,43	18,0	0,0	2084,7	727,0
15	0,41	9,6	0,41	2316,82	41,7	20,85	0,43	18,0	0,0	2224,4	740,6
16	0,41	10,9	0,41	2447,92	44,06	22,03	0,43	18,0	0,0	2347,8	754,4
17	0,41	10,5	0,41	2582,75	46,49	23,24	0,43	18,0	0,0	2484,7	767,0
18	0,41	12,1	0,42	2705,74	48,7	24,35	0,43	18,0	0,0	2599,7	781,0
19	0,41	11,3	0,42	2832,82	50,99	25,5	0,43	18,0	0,0	2730,3	792,2
20	0,41	13,4	0,42	2948,79	53,08	26,54	0,43	18,0	0,0	2839,1	806,9
21	0,41	12,6	0,42	3066,21	55,19	27,6	0,43	18,0	0,0	2959,4	816,6
22	0,41	14,3	0,42	3177,43	57,19	28,6	0,43	18,0	0,0	3067,3	830,8
23	0,41	13,9	0,42	3284,08	59,11	29,56	0,43	18,0	0,0	3175,2	840,2
24	0,41	15,5	0,42	3392,48	61,06	30,53	0,43	18,0	0,0	3283,5	854,8
25	0,41	14,8	0,42	3491,87	62,85	31,43	0,43	18,0	0,0	3383,8	862,5
26	0,36	16,7	0,38	3166,06	56,99	28,49	0,43	18,0	0,0	3073,1	774,3
27	0,46	16,3	0,47	3988,37	71,79	35,9	0,43	18,0	0,0	3869,9	976,2
28	0,41	17,7	0,43	3458,9	62,26	31,13	0,43	18,0	0,0	3353,9	867,6
29	0,41	18,1	0,43	3351,99	60,34	30,17	0,01	35,0	0,0	3299,0	696,9
30	0,41	17,8	0,43	3255,38	58,6	29,3	0,01	35,0	0,0	3201,9	676,7
31	0,41	19,4	0,43	3151,97	56,74	28,37	0,01	35,0	0,0	3110,4	657,9
32	0,41	19,1	0,43	3047,12	54,85	27,42	0,01	35,0	0,0	3004,6	635,9
33	0,41	20,8	0,44	2935,28	52,84	26,42	0,01	35,0	0,0	2905,7	615,5
34	0,41	20,4	0,43	2821,81	50,79	25,4	0,01	35,0	0,0	2790,8	591,7
35	0,41	21,7	0,44	2700,51	48,61	24,3	0,01	35,0	0,0	2680,0	568,8
36	0,41	21,4	0,44	2531,92	45,57	22,79	0,01	35,0	0,0	2510,0	533,5
37	0,41	23,0	0,44	2340,97	42,14	21,07	0,01	35,0	0,0	2332,3	496,8
38	0,41	22,7	0,44	2142,12	38,56	19,28	0,01	35,0	0,0	2131,6	455,2
39	0,41	23,9	0,45	1957,41	35,23	17,62	0,01	35,0	0,0	1955,8	418,8
40	0,41	24,0	0,45	1792,11	32,26	16,13	0,01	35,0	0,0	1790,8	384,6
41	0,41	25,3	0,45	1627,02	29,29	14,64	0,01	35,0	0,0	1633,1	352,0
42	0,41	25,4	0,45	1454,26	26,18	13,09	0,01	35,0	0,0	1459,8	316,1
43	0,41	26,3	0,45	1281,5	23,07	11,53	0,01	35,0	0,0	1290,4	281,1
44	0,41	27,5	0,46	1095,52	19,72	9,86	0,01	35,0	0,0	1108,2	243,5
45	0,41	26,9	0,46	919,05	16,54	8,27	0,1	20,0	0,0	912,0	233,6
46	0,41	28,5	0,46	760,0	13,68	6,84	0,1	20,0	0,0	746,5	217,9
47	0,41	28,3	0,46	601,92	10,83	5,42	0,1	20,0	0,0	576,3	199,2
48	0,41	29,5	0,47	433,47	7,8	3,9	0,1	20,0	0,0	395,4	181,4
49	0,41	29,7	0,47	266,09	4,79	2,39	0,1	20,0	0,0	214,0	162,0
50	0,41	30,5	0,47	90,28	1,62	0,81	0,1	20,0	0,0	21,1	142,3



## **VERIFICA DI STABILITA' SEZ. 2**

### **SISTEMAZIONE**

#### **Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP**

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	50,0
<b>Superficie di forma circolare</b>	

#### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2009,36 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1354,99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2027,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1364,91 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

##### **Dati generali**

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

##### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

#### **Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018

Coefficiente azione sismica verticale

0,009

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	1994,18	1346,9
2	1998,1	1346,91
3	2012,61	1346,96
4	2014,04	1346,96
5	2024,8	1353,07
6	2027,32	1353,06
7	2039,4	1353,1
8	2044,76	1353,1
9	2045,4	1352,6
10	2045,9	1352,6
11	2046,54	1353,1
12	2048,4	1353,1
13	2050,4	1354,43
14	2051,9	1354,43
15	2059,4	1359,43
16	2080,52	1359,43

**Falda**

Nr.	X m	y m
1	1994,18	1340,4
2	2090,16	1340,4

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	1994,18	1346,9
2	1998,1	1346,91
3	2012,61	1346,96
4	2014,04	1346,96
5	2024,8	1353,07
6	2027,32	1353,06
7	2039,4	1353,1
8	2044,76	1353,1
9	2045,4	1352,6
10	2045,9	1352,6
11	2046,54	1353,1
12	2048,4	1353,1
13	2080,52	1353,1

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	1994,18	1343,13
2	2010,01	1343,12
3	2014,64	1343,13
4	2016,43	1343,11
5	2026,33	1343,08
6	2028,39	1345,1
7	2031,4	1345,1
8	2038,06	1351,75
9	2039,4	1353,1

10	2044,76	1353,1
11	2045,4	1352,6
12	2045,9	1352,6
13	2046,54	1353,1
14	2048,4	1353,1
15	2080,52	1353,1

### Vertici strato .....3

N	X m	y m
1	1994,18	1343,13
2	2010,01	1343,12
3	2014,64	1343,13
4	2016,43	1343,11
5	2026,33	1343,08
6	2028,39	1345,1
7	2031,4	1345,1
8	2038,06	1351,75
9	2058,46	1352,09
10	2080,52	1352,09

### Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	29.26	2000	2000	0,00	
2	0.43	18	2070	2200	0,00	
3	0.1	20	1800	2100	0,00	
4	0.01	35	2200	2150	0,00	

### Risultati analisi pendio

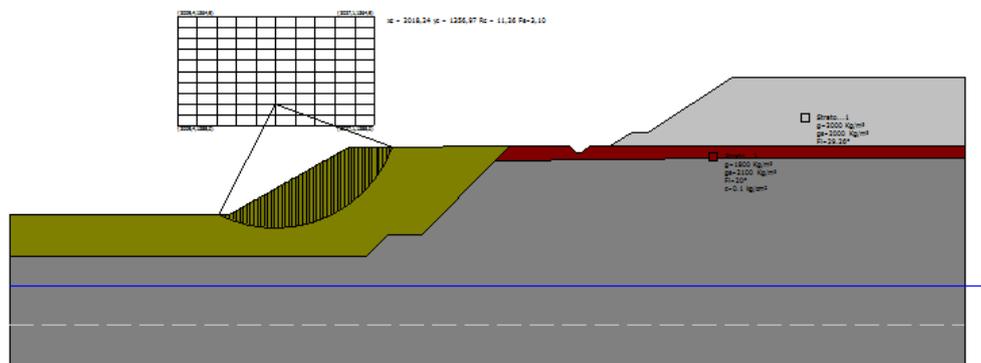
Fs minimo individuato	3,1
Ascissa centro superficie	2018,24 m
Ordinata centro superficie	1356,97 m
Raggio superficie	11,26 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

### Analisi dei conchi. Superficie...xc = 2018,236 yc = 1356,972 Rc = 11,265 Fs=3,0958

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,31	-26,0	0,35	52,86	0,95	0,48	0,43	18,0	0,0	312,2	519,0
2	0,31	-26,8	0,35	141,51	2,55	1,27	0,43	18,0	0,0	427,8	534,1
3	0,34	-23,2	0,37	262,5	4,72	2,36	0,43	18,0	0,0	527,2	564,9
4	0,29	-20,1	0,31	349,73	6,3	3,15	0,43	18,0	0,0	551,9	489,5
5	0,31	-16,7	0,33	558,41	10,05	5,03	0,43	18,0	0,0	742,6	534,0
6	0,31	-20,3	0,34	750,64	13,51	6,76	0,43	18,0	0,0	1012,3	572,0
7	0,31	-14,4	0,32	920,0	16,56	8,28	0,43	18,0	0,0	1095,3	566,1
8	0,31	-16,3	0,33	1103,27	19,86	9,93	0,43	18,0	0,0	1322,3	593,7
9	0,31	-14,2	0,32	1257,03	22,63	11,31	0,43	18,0	0,0	1448,8	602,7

10	0,31	-8,2	0,32	1424,44	25,64	12,82	0,43	18,0	0,0	1525,8	601,4
11	0,31	-12,1	0,32	1570,62	28,27	14,14	0,43	18,0	0,0	1741,1	629,6
12	0,31	-4,1	0,32	1722,72	31,01	15,5	0,43	18,0	0,0	1771,7	623,8
13	0,31	-8,1	0,32	1868,78	33,64	16,82	0,43	18,0	0,0	1979,4	649,0
14	0,31	-4,1	0,32	1999,62	35,99	18,0	0,43	18,0	0,0	2051,0	653,3
15	0,31	-4,0	0,32	2136,62	38,46	19,23	0,43	18,0	0,0	2189,1	667,6
16	0,31	0,0	0,31	2253,66	40,57	20,28	0,43	18,0	0,0	2253,7	673,5
17	0,31	0,0	0,31	2376,18	42,77	21,39	0,43	18,0	0,0	2376,2	686,2
18	0,31	-2,0	0,31	2486,17	44,75	22,38	0,43	18,0	0,0	2512,5	700,9
19	0,31	6,0	0,32	2594,06	46,69	23,35	0,43	18,0	0,0	2533,9	705,2
20	0,31	4,1	0,32	2689,5	48,41	24,21	0,43	18,0	0,0	2645,4	715,7
21	0,31	8,1	0,32	2790,08	50,22	25,11	0,43	18,0	0,0	2715,1	726,1
22	0,31	6,1	0,32	2870,97	51,68	25,84	0,43	18,0	0,0	2808,8	734,2
23	0,31	12,1	0,32	2964,01	53,35	26,68	0,43	18,0	0,0	2871,0	748,0
24	0,31	10,2	0,32	3051,97	54,94	27,47	0,43	18,0	0,0	2965,2	755,1
25	0,31	14,2	0,32	3109,12	55,96	27,98	0,43	18,0	0,0	3013,0	767,0
26	0,31	14,3	0,32	3186,81	57,36	28,68	0,43	18,0	0,0	3091,1	775,2
27	0,31	14,4	0,32	3236,78	58,26	29,13	0,43	18,0	0,0	3141,3	780,9
28	0,31	20,3	0,34	3291,14	59,24	29,62	0,43	18,0	0,0	3212,3	803,0
29	0,31	16,7	0,33	3332,24	59,98	29,99	0,43	18,0	0,0	3240,0	796,2
30	0,31	24,4	0,35	3377,59	60,8	30,4	0,43	18,0	0,0	3333,1	829,6
31	0,31	21,0	0,34	3401,24	61,22	30,61	0,43	18,0	0,0	3329,3	817,4
32	0,31	26,8	0,35	3436,95	61,87	30,93	0,43	18,0	0,0	3422,3	848,7
33	0,31	25,3	0,35	3458,31	62,25	31,12	0,43	18,0	0,0	3427,1	843,1
34	0,31	31,1	0,37	3458,88	62,26	31,13	0,43	18,0	0,0	3509,0	878,2
35	0,31	28,0	0,36	3468,65	62,44	31,22	0,43	18,0	0,0	3471,3	859,1
36	0,31	30,2	0,36	3448,15	62,07	31,03	0,43	18,0	0,0	3483,5	871,2
37	0,41	35,9	0,5	4445,85	80,03	40,01	0,43	18,0	0,0	4630,5	1185,8
38	0,22	34,4	0,27	2367,73	42,62	21,31	0,43	18,0	0,0	2439,4	628,2
39	0,31	38,9	0,4	3231,07	58,16	29,08	0,43	18,0	0,0	3409,3	918,8
40	0,31	39,7	0,41	3054,19	54,98	27,49	0,43	18,0	0,0	3217,0	905,3
41	0,31	43,6	0,43	2878,99	51,82	25,91	0,43	18,0	0,0	3092,7	927,9
42	0,31	43,2	0,43	2700,23	48,6	24,3	0,43	18,0	0,0	2859,0	899,2
43	0,31	48,6	0,48	2471,14	44,48	22,24	0,43	18,0	0,0	2669,2	940,2
44	0,31	47,1	0,46	2255,17	40,59	20,3	0,43	18,0	0,0	2356,8	889,8
45	0,41	52,9	0,68	2562,76	46,13	23,06	0,43	18,0	0,0	2636,3	1218,8
46	0,22	54,4	0,38	1172,34	21,1	10,55	0,43	18,0	0,0	1117,7	642,1
47	0,31	56,2	0,57	1419,75	25,56	12,78	0,43	18,0	0,0	1192,3	910,4
48	0,31	60,6	0,64	1100,92	19,82	9,91	0,43	18,0	0,0	560,3	947,9
49	0,31	63,2	0,7	701,77	12,63	6,32	0,43	18,0	0,0	-300,6	937,8
50	0,31	68,4	0,85	265,49	4,78	2,39	0,43	18,0	0,0	-1795,9	997,4



## B. 6 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E MITIGAZIONI AMBIENTALI

### ACQUE SOTTERRANEE

Sulla componente acque sotterranee sarà condotto un monitoraggio periodico, secondo lo schema seguente. La rete di monitoraggio sarà realizzata ex novo, e costituita, come previsto dall'Accordo, da due doppi piezometri, uno a monte e l'altro a valle dell'area estrattiva, che captino rispettivamente i livelli acquiferi A0 e A1.

<b>Monitoraggio periodico acque sotterranee</b>		
Frequenza	Parametri di controllo	Modalità di determinazione
mensile	Livello di falda (m)	Determinazione in campagna
	Temperatura (C°) pH Conducibilità elettrica specifica a 20° (µS/cm)	Determinazione in campagna sui piezometri di valle
trimestrale	Temperatura (C°) pH Conducibilità elettrica specifica a 20° (µS/cm)	Determinazione in campagna sui piezometri di monte
	Livello idrometrico specchi d'acqua	Determinazione in campagna
Mensile sui piezometri di valle  Trimestrale sui piezometri di monte	Potenziale redox Torbidità (mg/l) Durezza totale (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) Cloruri (mg/l) Solfati (mg/l) Azoto ammoniacale (mg/l) Azoto nitrico (mg/l) Ossidabilità (mg/l) C.O.D. (mg/l) Cadmio (µg/l) Cromo totale (µg/l) Piombo (µg/l) Rame (µg/l) Idrocarburi totali (espressi come n-esano) (µg/l)	Determinazione presso laboratorio di analisi chimiche appositamente incaricato

**Fig. 4** Tabella dei dati da monitorare periodicamente nei piezometri di controllo

La posizione indicativa dei piezometri è riportata sulla Tavola B2.3' "Planimetria delle opere preliminari". La posizione ipotizzata tiene conto del regime idrodinamico della falda, come rappresentato in Allegato 2, in cui si riportano le isopiezometriche; i piezometri saranno realizzati preferibilmente su terreni in proprietà alla Ditta Granulati Donnini SpA o del Comune di San Cesario.

I dati di monitoraggio dovranno essere inviati, a cura del titolare dell'autorizzazione, al Comune, alla Provincia e ad ARPA entro 30 giorni dal rilievo preferibilmente in formato elettronico (Art. 14 comma 10 delle NTA del PAE Comunale). I suddetti dati dovranno inoltre essere riportati e commentati all'interno della relazione annuale da inviare al Comune, alla Provincia e ad ARPA.

## ATMOSFERA

Monitoraggio atmosfera		
Frequenza	Parametri di controllo	Modalità di determinazione
semestrale	PM10 PTS Parametri meteorologici a frequenza oraria	Durata 15 giorni ciascuna 1 campagna estiva 1 campagna invernale  Presso il ricettore R9  Verifica dell'impatto acustico delle attività estrattive della cava, sul ricettore che si ritiene maggiormente significativo R1, in quanto più prossimo all'area di scavo e comunque ad una distanza significativa dall'Autostrada, perciò meno influenzata dal rumore del traffico che la caratterizza. Cadenza semestrale, durata di una settimana ciascuno.

Annualmente sarà redatta una relazione, da inviare a Provincia, Comune ed ARPA, sui dati del monitoraggio e delle variabili meteorologiche contestualmente misurate, che sarà corredata da un commento che relazioni le concentrazioni in aria con la meteorologia e soprattutto con le attività in corso nella cava, specialmente nel caso in cui si riscontrino concentrazioni elevate e anomale rispetto al trend storico dei dati

I dati di monitoraggio saranno forniti anche in formato file excel; tale file conterrà il resoconto di tutti i dati misurati, secondo le rispettive frequenze di campionamento (concentrazioni orarie per parametri meteo, medie giornaliere per PM10 e PTS). I dati in formato excel saranno inviati ad ARPA – Sezione Provinciale di Modena entro 60 giorni dallo svolgimento delle misure

## **RUMORE**

<b>Monitoraggio acustico</b>		
<b>Frequenza</b>	<b>Parametri di controllo</b>	<b>Modalità di determinazione</b>
semestrale	L <sub>Aeq</sub> Rumore residuo Differenziale (frequenza minima 1 minuto)	Durata 1 settimana  Verifica dell'impatto acustico delle attività estrattive della cava, sul ricettore che si ritiene maggiormente significativo R1, in quanto più prossimo all'area di scavo e comunque ad una distanza significativa dall'Autostrada, perciò meno influenzata dal rumore del traffico che la caratterizza. Cadenza semestrale, durata di una settimana ciascuno.

Le due campagne di monitoraggio annuali avranno durata di una settimana ciascuna, in particolare nei periodi di escavazione dei Lotti 2 e 3, che si trovano più vicini al ricettore R1, possibilmente intercettando l'attività di scotico e di ripristino, che risultano le attività più rumorose, come messo in evidenza dallo studio acustico fornito

I dati di monitoraggio saranno forniti anche in formato file excel; tale file conterrà il resoconto di tutti i dati misurati, secondo le rispettive frequenze di campionamento. I dati in formato excel saranno inviati ad ARPA – Sezione Provinciale di Modena entro 60 giorni dallo svolgimento delle misure.

Annualmente sarà redatta una relazione, da inviare a Provincia, Comune ed ARPA, sui dati del monitoraggio e delle variabili meteorologiche contestualmente misurate, che dovrà essere corredata da un commento che relazioni i livelli acustici rilevati con le attività in corso nella cava.

## B. 7 PIANO DI EMERGENZA

Durante la fase di scavo i fattori di potenziale impatto per la falda individuati sono i seguenti:

- Eventuale infiltrazione diretta in ghiaia di acque di ruscellamento superficiale con dilavamento del terreno circostante;
- eventuale rottura di mezzi meccanici utilizzati per i lavori con perdita di sostanze infiltrabili nel terreno;
- eventuale infiltrazione di acque meteoriche fortemente aggressive senza un adeguato effetto tampone da parte del terreno di copertura

Per quanto concerne il primo aspetto il rischio si riduce sensibilmente considerando che su tutto il perimetro esterno dell'area oggetto di intervento è prevista la realizzazione di un fosso che eviterà ingressioni di acque di dilavamento superficiale.

Per il secondo aspetto, qualora si dovesse verificare uno sversamento accidentale in cava di sostanze inquinanti, si procederà ad un immediato intervento in sito che provvederà a circoscrivere l'area inquinata cercando di proteggere eventuali fossi o scoli presenti nelle vicinanze e a spargere velocemente materiale assorbente (sepiolite, polveri e/o granuli vari) cercando di contenere il più possibile l'inquinante disperso. Avvertito il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, considerata la presenza di mezzi d'opera in cava, si potrà immediatamente asportare e isolare il terreno direttamente inquinato depositandolo all'interno di idonei contenitori (fusti e/o big bag a tenuta), per poi procedere con una verifica e caratterizzazione del terreno circostante. In caso fosse necessario si procederà ad una bonifica del terreno. Si darà inoltre immediata comunicazione dell'accaduto al Comune e ad ARPA territorialmente competente.

Il terreno inquinato rimosso sarà smaltito presso idonei centri di raccolta e smaltimento.

Durante la fase di escavazione dell'area in oggetto si prenderanno comunque in considerazione diversi accorgimenti:

- gli accessi saranno presidiati ed isolati in modo che possa accedere ad essi solo il personale autorizzato;

- l'isolamento con fossi perimetrali di guardia collegati con la rete scolante circostante in modo da evitare l'ingresso in cava di eventuale acqua inquinante;
- manutenzione e rifornimento dei mezzi d'opera eseguite in apposito piazzale, ove casuali sversamenti di carburante e lubrificanti non possano infiltrarsi nel sottosuolo;
- durante il ripristino sarà utilizzato materiale assolutamente inerte per i riporti;
- monitoraggio periodico della falda sui 4 punti di controllo individuati (due doppi piezometri, uno a monte e uno a valle)

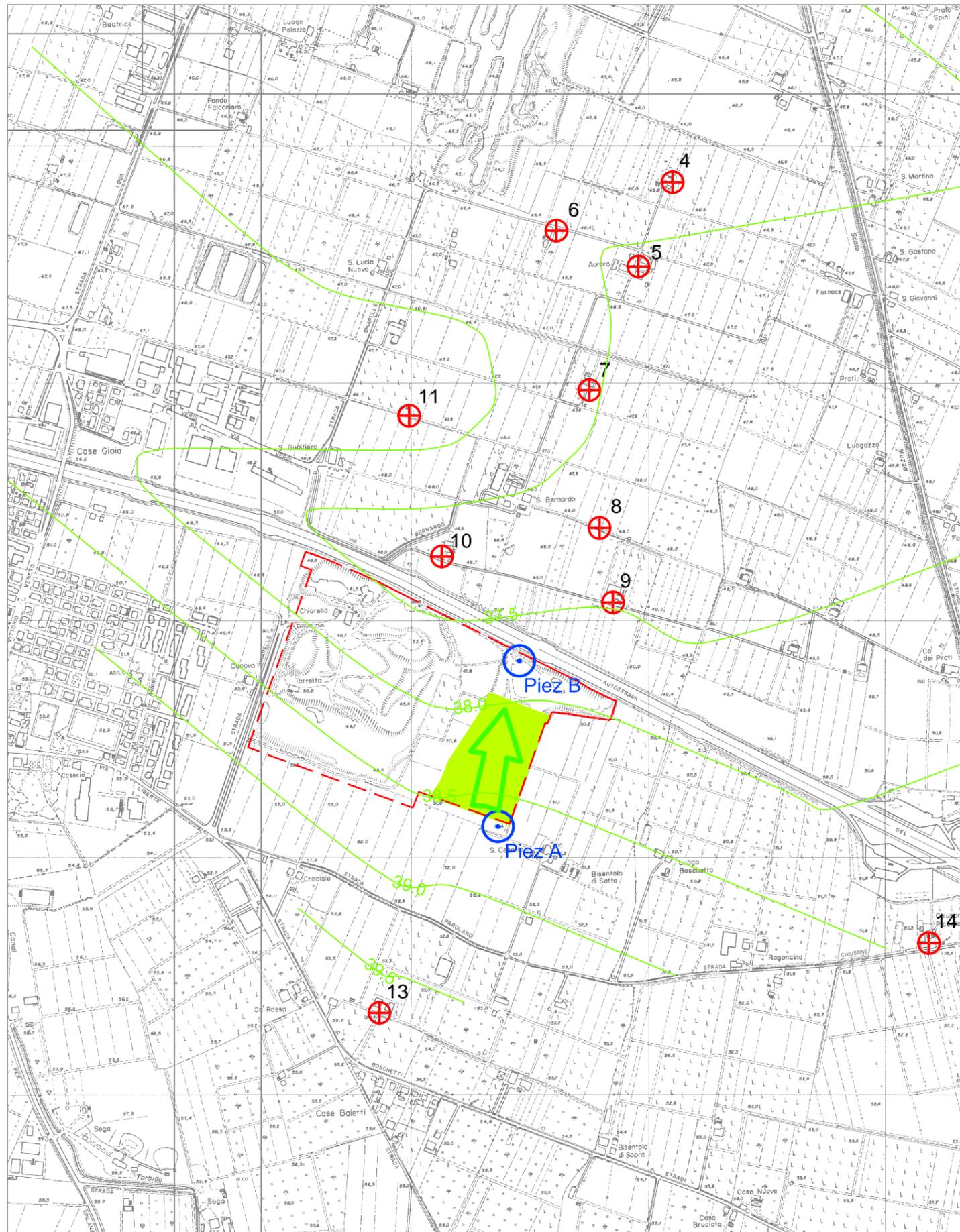
Durante tutta la fase di escavazione, il rischio sarà sostanzialmente limitato considerando lo sviluppo temporale delle operazioni.

## B. 8 PROGRAMMA ECONOMICO E FINANZIARIO

<b>COSTI OPERE PRELIMINARI</b>	quantità	costo	
Fornitura ed installazione di recinzione sui lati nord ed est della cava costituita da rete metallica plastificata alta m 1,50 montata su pali metallici: m 1060 x € 8,00	1060	8	€ 8.480
Fornitura ed installazione di cartello di cava e segnaletica di ammonimento e pericolo		250	€ 250
Fornitura e posa di cartellonistica di ammonimento e pericolo sulla recinzione	20	4	€ 80
Realizzazione di argini perimetrali di mitigazione	6090	1,5	€ 9.135
Realizzazione di fosso di guardia perimetrale 0,294 m <sup>2</sup> x 708 m = 208 m <sup>3</sup>	208	3,1	€ 645
<b>Sommano i lavori per opere preliminari</b>			<b>€ 18.589,80</b>
<b>COSTI DI ESERCIZIO</b>			
Scavo e scarico a sistemazione del cappellaccio m <sup>3</sup> 71736 x 1,50	71.736	1,5	€ 107.604
Scavo, carico e trasporto al cantiere della ghiaia m <sup>3</sup> 252918 x 2,5	252.918	2,5	€ 632.295
<b>Sommano i lavori di coltivazione estrattiva ed esercizio della cava</b>			<b>€ 739.899,00</b>
<b>COSTI DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA</b>			
Scavo e reinterro del materiale terroso e sterile, ritombamento, compreso ricarichi 145545 x 1,95 €	145.545	1,95	€ 283.813
Importazione di terre dall'esterno per completare la sistemazione morfologica 35868 x 2,5	35.868	2,5	€ 89.670
<b>Sommano i lavori di risistemazione</b>			<b>€ 373.482,75</b>
<b>COSTI DI RINVERDIMENTO</b>			
Lavorazione e preparazione terreno			€ 6.865
Impianto del bosco planiziale sul fondo scavo sistemato morfologicamente			€ 42.247
Impianto dell'arbusteto in scarpata - lato nord est			€ 10.078
Formazione siepe arbustiva alla sommità scarpata lato sud e lato est			€ 2.500
Formazione di prato rustico su lato ovest cava			€ 3.229
Opere adduzione e irrigazione			€ 25.280
Manutenzione e cure colturali per 2 anni			€ 24.731
<b>Sommano i lavori di rinverdimento</b>			<b>€ 114.929,85</b>
<b>COSTI VARI ED ONERI GENERALI</b>			
Oneri comunali di convenzione (214981 x 1,03 €)	214.981	1,03	€ 221.430,4
Opere compensative (come da Accordo ai sensi art. 24 L.R. 7/2004 per attuazione "Cava Ghiarella" - Appendice TAB. d Oneri compensativi) 215,000 m <sup>3</sup> x 2,186 € = 470,000 €			€ 470.000,0
Spese di progettazione piano di coltivazione e SIA			€ 20.000
<b>Sommano costi e oneri generali (ipotesi massimo scavo)</b>			<b>€ 711.430,43</b>
<b>COSTI DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE</b>			
Monitoraggio periodico delle acque sotterranee, su tre piezometri, comprensivo di monitoraggio piezometrico mensile e determinazioni idrochimiche trimestrali, report annuale 3500 €/anno (5 anni autorizzazione)	3.500	5	<b>€ 17.500,00</b>

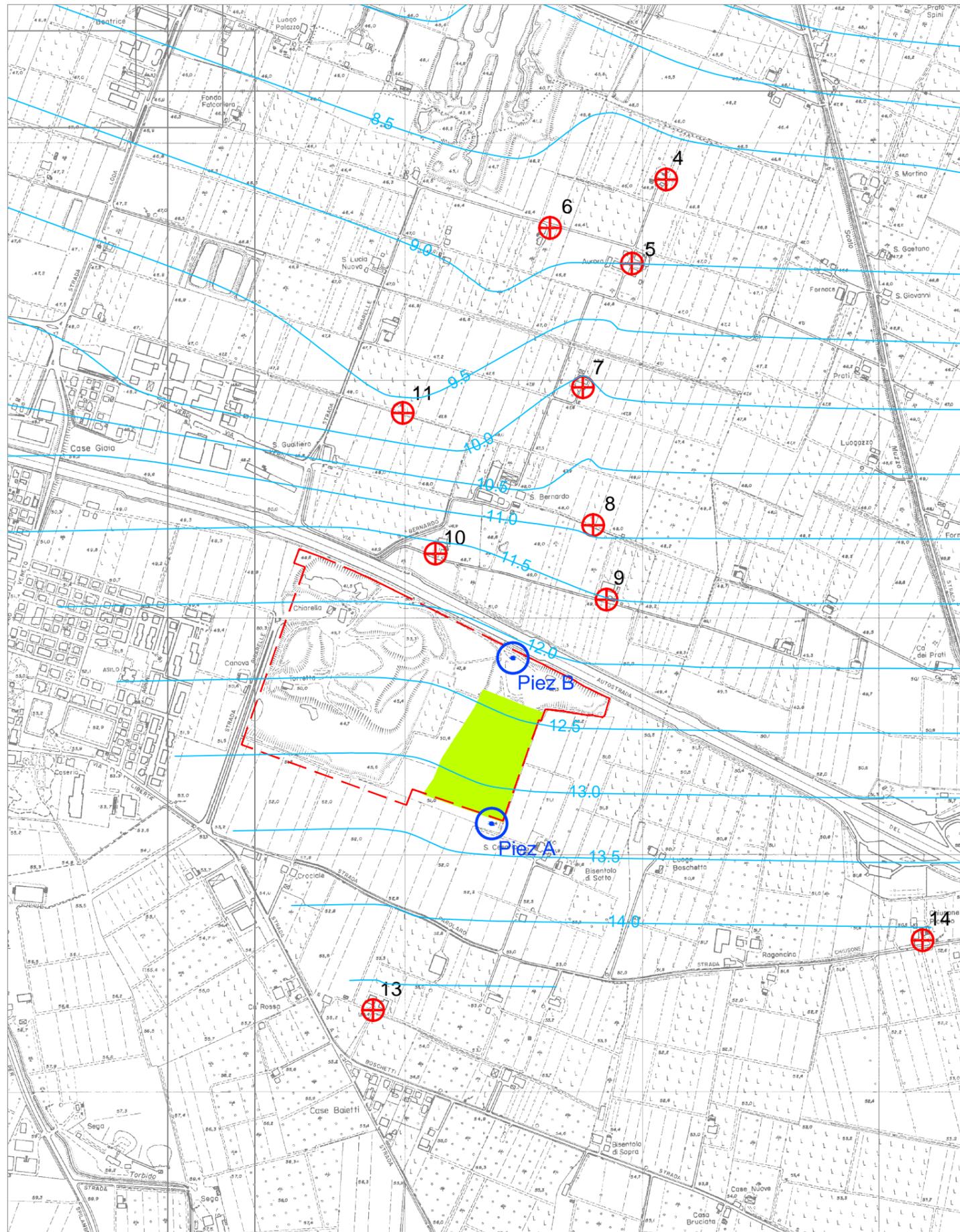
<b>RICAVI</b>			
Ricavi	214.981	10	€ 2.149.810
<b>Ricavi</b>			<b>€ 2.149.810,00</b>
<b>BILANCIO PREVISIONALE</b>			
Costi per opere preliminari			€ 18.589,80
Costi di esercizio			€ 739.899,00
Costi di risistemazione morfologica			€ 373.482,75
Costi di rinverdimento			€ 114.929,85
Costi vari ed oneri generali			€ 711.430
<b>Totale costi</b>			<b>€ 1.958.331,83</b>
<b>Ricavi previsti</b>			<b>€ 2.149.810,00</b>
<b>Utile previsionale d'esercizio</b>			<b>€ 191.478,17</b>

# Allegato 2 Carta della piezometria (gennaio 2015)



-  Limite di A.E.C.
-  Area di scavo
-  Doppi piezometri di controllo della falda
-  Pozzi di misura
-  Senso di scorrimento della falda
-  Piezometria in m s.l.m.

Allegato I Carta della soggiacenza (gennaio 2015)



-  Limite di A.E.C.
-  Area di scavo
-  Doppie piezometri di controllo della falda
-  Pozzi di misura
-  Soggiacenza in m da p.c.

N. pozzo	Soggiacenza m	Piezometria m s.l.m.	Quota P.C. m s.l.m.
1	6,6	37,40	44,00
2	6,6	37,40	44,00
3	8	37,00	45,00
4	8,8	38,00	46,80
5	9	37,30	46,30
6	8,7	37,70	46,40
7	10,1	37,70	47,80
8	10,9	37,10	48,00
9	11,5	37,50	49,00
10	11,7	37,10	48,80
11	9,5	38,30	47,80
12	10,5	38,50	49,00
13	14,7	39,70	54,40
14	14,1	38,40	52,50
15	7	42,53	49,53