

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA  
Lotto Funzionale Brescia-Verona  
PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTO DI COLTIVAZIONE E DI RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE DELLA CAVA VR 01**

**COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA (VR)**

**RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO DI COLTIVAZIONE**

IL PROGETTISTA  
SAIPEM SPA  
Tommaso Taranta  
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23408 - Sez. A Settori:  
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione  
Tel. 02.52020357 - Fax 02.52020309  
C.F. e P.IVA 00825790157

G.T. ENGINEERING s.r.l.  
Ing. Maurizio Ghizzoni  
Dottore in Ingegneria della Provincia di Parma n° 631

ALTA SORVEGLIANZA		Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	C	A	0	0	0	0	2	6	4	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Siribardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS		31.03.14		31.03.14		31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121	Data: 31.03.14	Doc. N.: 49417_02.doc
----------------------------	----------------	-----------------------



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Struttura dell'elaborato</i>	5
1.2	<b>RICERCHE EFFETTUATE</b>	6
<b>2</b>	<b>UBICAZIONE TOPOGRAFICA E STATO DEI LUOGHI</b>	<b>8</b>
2.1	<b>IL P.T.R.C. ED ALTRI VINCOLI</b>	11
2.1.1	Il Piano di Assetto del Territorio	14
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	<b>14</b>
3.1	<b>CONFORMAZIONE GEOLOGICA</b>	14
3.2	<b>CENNI DI IDROGEOLOGIA REGIONALE</b>	17
<b>4</b>	<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO</b>	<b>19</b>
4.1	<i>Andamento dei deflussi sotterranei</i>	22
4.2	<i>Regime della falda</i>	23
<b>5</b>	<b>ANALISI DI STABILITA'</b>	<b>24</b>
5.1	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	24
5.2	<i>Stratigrafia dell'area di cava</i>	25
5.3	<b>CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE</b>	26
5.3.1	Unità [G] – Ghiaia sabbiosa	30
5.3.2	Unità [S] – Sabbia limosa	32
5.3.3	Unità [L] - Limo argilloso	32
5.4	<i>Analisi di stabilità</i>	34
5.5	<i>Settore nord orientale</i>	35
5.5.1	Caratteristiche del modello	35
5.5.2	Risultati	36
5.6	<i>Settore sud occidentale</i>	37
5.6.1	Caratteristiche del modello	37
5.6.2	Risultati	37
5.7	<i>Conclusioni</i>	38
<b>6</b>	<b>PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE</b>	<b>53</b>
6.1	<b>DESCRIZIONE DEI LOTTI DI COLTIVAZIONE</b>	<b>58</b>

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
3 di 72

6.1.1 LOTTO n. 1	58
6.1.2 LOTTO n. 2	59
6.1.3 LOTTO n. 3	60
6.1.4 LOTTO n. 4	60
<b>7 PROGRAMMA ECONOMICO FINANZIARIO</b>	<b>61</b>
<b>8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>63</b>
<b>9 DIDASCALIE DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>	<b>66</b>



## 1 PREMESSA

Su richiesta del **Consorzio ENI per l'Alta Velocità - CEPAV DUE**, è stato eseguito uno studio tecnico finalizzato alla realizzazione di un progetto di coltivazione e di ricomposizione ambientale di una **cava di prestito** di ghiaia e sabbia.

In particolare, il Committente ha conferito incarico ai professionisti sotto indicati di predisporre ed elaborare la documentazione da allegare alla domanda di rilascio dell'autorizzazione, da parte della Giunta Regionale del Veneto, per la coltivazione della cava denominata "**VR 01**", sita nel territorio del Comune di Castelnuovo del Garda (Verona).

La cava in oggetto risulta inserita nell'ambito delle opere connesse alle infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla Legge Obiettivo n. 443/2001.

In relazione alle differenti problematiche tecniche si è adottata una collaborazione interdisciplinare tra:

**dr. Sergio Luperto - GEOLOGO** (Studio tecnico, Vicenza);

**dr. Cesare Cariolato - FORESTALE** (Studio tecnico, Castegnero, Vi).

Il progetto è curato dal dott. Luperto per quanto concerne gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici e dal dott. Cariolato per quanto riguarda la sistemazione definitiva dell'area di escavazione e la sua restituzione al contesto territoriale circostante.

Alla redazione degli atti tecnici ha inoltre partecipato anche il Committente, fornendo gli elementi utili per la definizione dei tempi di coltivazione, delle quantità di materiale da utilizzare annualmente e del programma economico-finanziario.

**Per la stesura della presente relazione, oltre ad alcuni riferimenti bibliografici, ad informazioni d'archivio ed alle risultanze delle indagini e ricerche che hanno condotto alla stesura della relazione tecnica e degli elaborati grafici preliminari della "Verifica di compatibilità tra il piano cave di prestito e il Piano di Assetto del Territorio", sono stati utilizzati i dati derivati dai rilevamenti diretti eseguiti in sito nel periodo Settembre 2005 – Novembre 2005.**

**I sondaggi geognostici sono stati effettuati dalla ditta TECNOSOIL s.n.c., Via Fontevicchia 4, Spoltore (Pe) e le analisi geotecniche sui campioni di terreno sono state svolte presso il laboratorio della Società SNAMPROGETTI s.p.a., San Donato Milanese (Mi).**



Recentemente la Regione Veneto, preso atto del mutato scenario normativo in cui la legge LR 44/1982 era posta, tra cui una necessaria attenta gestione delle risorse naturali e una aumentata sensibilità ambientale, con DGR 882 del 21.06.2011 ha ritenuto opportuno avviare due processi, uno di aggiornamento della legge del settore estrattivo e l'altro finalizzato alla formazione dello strumento di pianificazione.

I passi successivi sono stati il progetto di legge PDL 284 del 22.05.2012 "Norme per l'attività di cava", l'emissione del documento preliminare PRAC con parere favorevole VAS il 24.01.2013, l'adozione del documento di piano, con DGR n°2015 del 04.11.2013, al sopraggiunto parere favorevole il 09.10.2013 della 3° Commissione Consigliare.

Ad oggi la nuova normativa relativa all'attività di cava in regione Veneto risulta all'esame del Consiglio Regionale, determinando perciò ancora la validità della vetusta LR 44/1982.

Pare utile evidenziare che un rilevante aspetto introdotto con PDL 284 è costituito dalla suddivisione delle tipologie di materiale di cava estratte in regione in due categorie sulla base dell'importanza che rivestono, affidando le competenze di pianificazione e autorizzazione alla Regione per i materiali quali gli inerti, (destinati all'edilizia, costruzioni, opere pubbliche), ed i materiali per l'industria e alle Province per i materiali di rilevanza locale, principalmente costituite da pietre ornamentali.

### ***1.1 STRUTTURA DELL'ELABORATO***

Il **capitolo 2** esamina in sintesi l'ubicazione topografica e lo stato dei luoghi interessati dal progetto.

I caratteri geologici ed idrogeologici regionali di riferimento sono trattati al successivo **capitolo 3**.

L'analisi dell'assetto idrogeologico conoscitivo di dettaglio è riportata al successivo **capitolo 4**.

Il **capitolo 5** affronta le tematiche inerenti la stabilità delle scarpate di cava dell'area, unitamente alla descrizione di dettaglio della situazione geotecnica e litostratigrafica dell'area, mentre il successivo **capitolo 6** illustra il programma di coltivazione.

Il **capitolo 7** riguarda il programma economico finanziario, in cui si specificano la tipologia degli impianti per la lavorazione inerti, la destinazione finale ed il campo di utilizzo del materiale estratto.

Il **capitolo 8** infine costituisce una sintesi delle indagini effettuate, richiamando l'attenzione sulle finalità di progetto e sulle conclusioni degli studi.

Alla presente relazione tecnica sono allegati, fuori testo, i seguenti elaborati:

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
6 di 72

- ALLEGATO 1a – Carta dei Vincoli (P.A.T.) (Scala 1:5.000)
- ALLEGATO 1b – Carta dei Vincoli (P.T.R.C. e P.T.P.) (Scale varie)
- ALLEGATO 2 – Inquadramento territoriale (Scale varie)
- ALLEGATO 3 – Planimetria catastale (Scala 1: 2.000)
- ALLEGATO 4 – Planimetria dello stato di fatto (Scala 1: 1.000)
- ALLEGATO 5 – Carta geolitologico-morfologica (Scala 1: 5.000)
- ALLEGATO 6 – Carta idrogeologica (Scala 1: 5.000)
- ALLEGATO 7 – Planimetria di scavo (Scala 1: 1.000)
- ALLEGATO 8 – Sezioni di scavo (Scala 1: 1.000)
- ALLEGATO 9 – Documentazione fotografica
- ALLEGATO 10 – Monografie dei caposaldi di riferimento
- ALLEGATO 11 – Indagini geognostiche ed analisi di laboratorio

**Relazione ed elaborati grafici del Progetto di ricomposizione ambientale.**

***1.2 RICERCHE EFFETTUATE***

Si è provveduto ad eseguire, nel mese di settembre 2005, un rilievo topografico tramite metodo satellitare (Ricevitore TOPCON Gps + Glonass), restituito alla scala 1:1.000 (allegato 4), dell'area che verrà interessata dai lavori di escavazione e ricomposizione ambientale.

Tutte le quote, cui viene fatto riferimento nel sopra citato elaborato, sono relative al livello medio del mare, essendo collegate a capisaldi individuati sulla Carta Tecnica Regionale, elementi n. 123131 "Cavalcaselle", n. 123143 "Oliosi" e n. 123132 "Salionze", alla scala 1: 5.000.

Si è esaminata la natura e la successione dei materiali presenti nel sottosuolo dell'area: per la parte inerente i primi metri (fino alla profondità di m 3.50 dal piano campagna), le osservazioni si sono basate su n. 5 trincee effettuate in via preliminare (in data 3 febbraio 2005) con escavatore meccanico ed il prelievo di n. 3 campioni di terreno con successiva analisi granulometrica degli stessi in laboratorio, mentre per quella concernente gli intervalli litostratigrafici posti a maggiori profondità ci si è avvalsi dei dati ottenuti tramite l'effettuazione di n. 9 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (5-7 ottobre 2005), spinti fino alla profondità di m 15 dal piano di campagna, e delle risultanze di ulteriori



analisi di laboratorio (v. allegato 11), svolte su vari campioni significativi, finalizzate alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni incontrati nel sottosuolo del sito.

I risultati complessivamente ottenuti, in termini di assetto stratigrafico dell'area e caratteristiche dei terreni, sono stati utilizzati per la stima delle caratteristiche di resistenza effettivamente disponibili in sito e per la valutazione delle condizioni di stabilità delle scarpate di cava in progetto.

Tali valutazioni sono state svolte utilizzando il metodo all'equilibrio limite globale (Morgenstern e Price, 1965), sulle scarpate di cava e su profili tipo ideali, che permette una valutazione accurata delle condizioni di stabilità dei versanti.

La bibliografia geologica specifica disponibile concernente l'area in oggetto, nonché alcune stratigrafie di sondaggi meccanici effettuati nelle vicinanze, ha integrato le conoscenze geo-litologiche inerenti l'area stessa.

La situazione idrologica e idrogeologica è stata analizzata tramite sopralluoghi svolti nel mese di ottobre 2005, prendendo in esame un settore di territorio che si estende per alcune centinaia di metri attorno all'area in esame, nonché analizzando i dati desunti da lavori scientifici editi negli ultimi decenni.

Sulla rete freaticometrica definitiva, basata su n. 17 punti d'acqua individuati (lo specchio freatico di una vecchia cava ora adibita a sito per pesca sportiva, alcuni tubi piezometrici e vari pozzi "a vera" o "romani", quasi tutti ormai in disuso) e preventivamente quotati rispetto a caposaldi C.T.R., è stata effettuata una campagna di misura dei livelli di falda per la ricostruzione dell'andamento dei deflussi freatici sotterranei.

Si è ritenuto tuttavia opportuno restringere la individuazione della soggiacenza della prima falda dal piano campagna, del suo movimento e direzione, con la realizzazione di linee isofreatiche, attorno alla sola zona richiesta in coltivazione (cfr. allegato n. 6), in quanto, come verrà più avanti riferito, nell'area complessivamente indagata sono presenti varie falde e/o lenti freatiche, indipendenti tra loro, in relazione alla complessa situazione geologica dell'area.

Una ricostruzione dell'andamento generale della falda acquifera, ipotizzata come continua, non sarebbe corretta dal punto di vista idrogeologico, mentre per la zona subpianeggiante all'interno della quale è ubicata l'area interessata dal progetto, che si presenta circondata da modesti rilievi collinari su tutti i lati con l'esclusione solamente di quello settentrionale, sulla base dei dati geologici disponibili si ritiene che una tale ricostruzione possa essere attendibile e plausibile.



Nella redazione del programma di coltivazione sono state tenute in debito conto le metodologie di intervento in genere attuate nel corso dei lavori in questa tipologia di cave che, come si può vedere negli elaborati grafici allegati, danno risultati eccellenti per quanto concerne i lavori di coltivazione e permettono contestualmente, per quanto possibile, l'avanzamento in parallelo dei lavori di sistemazione ambientale nei settori di cava già esauriti.

## 2 UBICAZIONE TOPOGRAFICA E STATO DEI LUOGHI

Il sito preso in esame si ubica, all'interno del territorio della Provincia di Verona, in corrispondenza del settore sud orientale del c.d. **anfiteatro morenico del Garda**, tra gli alvei dei F. Mincio (ovest) e Tione (est).

L'area è situata nel settore meridionale del territorio del Comune di **Castelnuovo del Garda**, ed in particolare risulta ubicata tra la sede stradale di **via Mischi** e la **S.P. n. 27**, rotabile collegante il capoluogo comunale alle località di Mongabia, Oliosi e Valpesson; il limite nord dell'area richiesta in coltivazione è posto inoltre ca. km 1 a sud della sede della linea ferroviaria Torino - Venezia.

Nell'allegato 2 si riporta l'Inquadramento geografico alla scala 1: 25.000, dalla tavoletta I.G.M. "Castelnuovo di Verona" (F.°48, quadrante II, orientazione N.O. della Carta d'Italia) e l'inquadramento geografico di dettaglio alla scala 1: 5.000 tratto dalla C.T.R. numerica (elementi 123131 "Cavalcaselle" - 123144 "Castelnuovo del Garda" - 123143 "Oliosi" - 123132 "Salionze"), con l'ubicazione dell'area in esame.

Dal punto di vista geomorfologico<sup>1</sup>, il settore di territorio indagato (cfr. stralcio della carta alla pag. seguente) è caratterizzato dalla presenza di *Forme di denudazione "Rilievi collinari ed anfiteatri morenici"* e da *Forme di accumulo "Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti"* delle vallate alpine e prealpine e della fascia di conoidi pedemontane.

Dal punto di vista della conformazione topografica, l'area richiesta in coltivazione s.s. si presenta debolmente inclinata, con quote del p.c. variabili tra m 107.6 (nord ovest) e m 104.5 s.l.m. (sud) e degradanti in direzione S - SE; nelle immediate adiacenze dell'area stessa sono inoltre presenti dei

<sup>1</sup> cfr. **Carta delle Unità Geomorfologiche** - Regione del Veneto, Segreteria Regionale per il Territorio - 1987

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

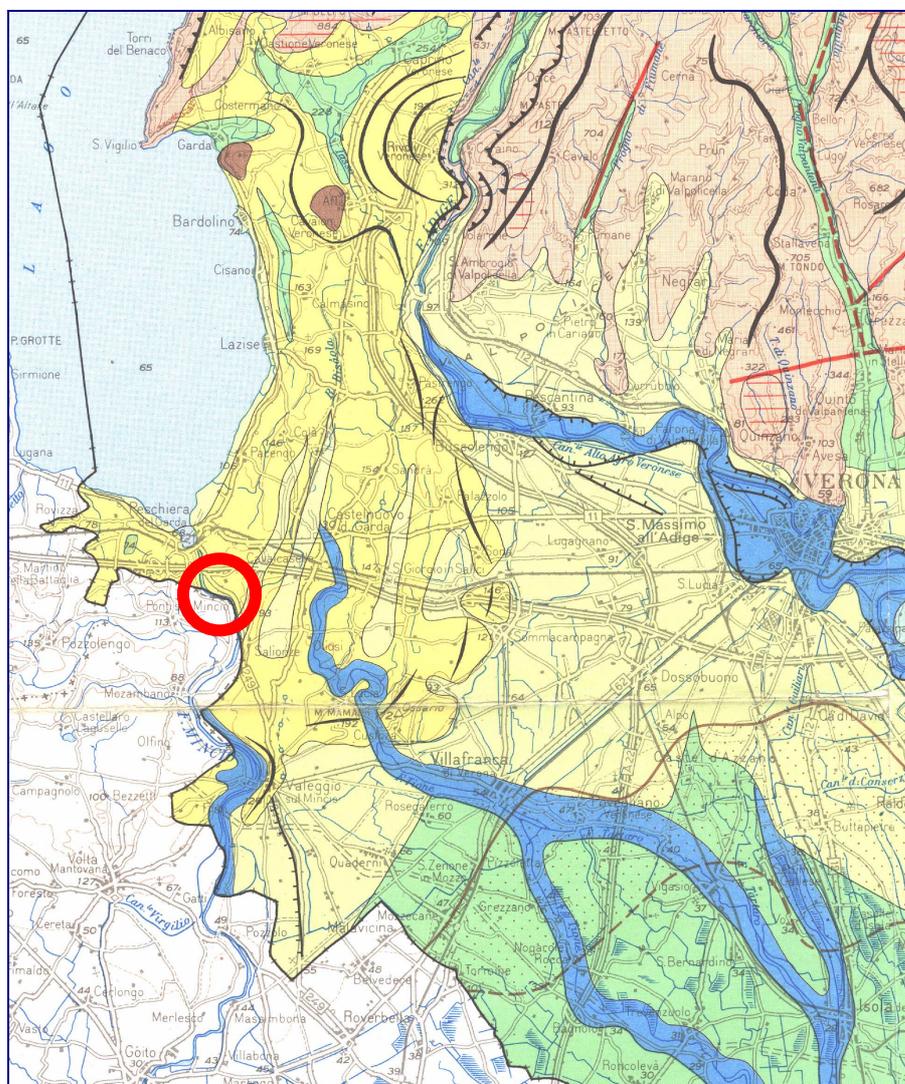
Rev.  
0

Foglio  
9 di 72

modesti rilievi collinari (costituiti da sedimenti di origine glaciale), il più elevato dei quali risulta il M. Pianella (m 143.1 s.l.m.), situato ca. m 750 a SO del limite sud orientale del sito in esame.

L'abitato più importante e vicino è rappresentato dal capoluogo comunale, la cui periferia meridionale dista dal limite nord dell'area poco più di m 700, mentre insediamenti residenziali sparsi sono localizzati anche lungo le principali vie di comunicazione stradale; la sede dell'autostrada A4 "Serenissima" è posta ca. m 400 a nord del limite settentrionale dell'area richiesta in coltivazione.

Il grado di urbanizzazione risulta concentrato presso i centri abitati di Castelnuovo del Garda e Cavalcaselle a nord, Camalavicina e Salionze a ovest - sud ovest, in secondo luogo presso le loc. di Mongabia e Oliosio a sud e Valcerea ad est, e lungo le principali vie di comunicazione stradale.



Carta delle Unità Geomorfologiche - scala 1:250.000 - con l'area indagata

La situazione attuale plano-altimetrica dell'area di cava richiesta in coltivazione, e delle zone adiacenti, risulta riportata nell'elaborato cartografico allegato (all. 4).

Lo stralcio di interesse dello strumento urbanistico di riferimento (P.R.G.) vigente è riportato, alla scala 1:5.000, nell'allegato 1a.

I terreni che saranno interessati dai lavori di coltivazione e sistemazione ambientale sono censiti, nel catasto del Comune di Castelnuovo del Garda, al F. 35, mapp. n. 333, 334, 26, 27, 126 parte, 40, 128, mentre le particelle occupate dalla zona servizi, impianti di lavorazione del materiale estratto, uffici, ecc. risultano la n. 126 parte (si riportano nelle tre pagine seguenti i certificati delle visure degli immobili effettuate presso l'Agenzia del Territorio - Ufficio prov.le di Verona il 9.11.05).

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
11 di 72

Essi sono compresi in zona agricola.

L'esatta ubicazione dei suddetti mappali e la delimitazione dell'area di cava (area complessiva comprendente, oltre all'area di scavo, la fascia perimetrale esterna all'area di escavazione s.s. e l'area in cui verranno posizionati gli impianti di lavorazione del materiale estratto, i cumuli di materiale suddiviso per pezzatura, gli uffici, la viabilità di cantiere, ecc.) sono indicati nell'allegato 3, alla scala 1:2.000.

Il territorio entro cui ricade la zona richiesta presenta una vocazione per lo più agricola: le principali colture in atto sono di tipo seminativo (foraggio e cereali), pur non mancando appezzamenti adibiti ad altre colture oppure a frutteto e vigneto.

Poche decine di metri a sud est dell'area richiesta in coltivazione, sia la C.T.R. in formato numerico che la tav. I.G.M. "Castelnuovo di Verona" (allegato n. 2) evidenziano la presenza di una "RAFFINERIA", estesa su un'ampia superficie valutata in ca. mq 15.600; tale sito industriale risulta invece, allo stato attuale, dismesso e tutti gli edifici-manufatti un tempo presenti nell'area sono stati demoliti e/o trasferiti.

Nel settore sud occidentale dell'area si può rilevare solo un cumulo di materiali (scarti edili) provenienti dalla demolizione e successiva frantumazione dei manufatti industriali.

Si sottolinea, infine, come il territorio in esame risulti scarsamente interessato da attività turistica, appannaggio quasi esclusivo del vicino Lago di Garda, del centro storico di Verona e dei rilievi a nord del capoluogo provinciale (Monti Lessini). La documentazione fotografica, allegata al presente progetto (allegato 9), consente di inquadrare lo stato dei luoghi oggetto di futura coltivazione nell'ambiente che caratterizza il territorio sud-orientale limitrofo al grande bacino Benacense.

### ***2.1 IL P.T.R.C. ED ALTRI VINCOLI***

Il P.T.R.C. (Piano territoriale regionale di coordinamento) non pone alcun vincolo in corrispondenza dell'area in esame (cfr. stralcio in all. 1b).

La zona non è soggetta al vincolo monumentale di cui alla L. 1089/1939, né sono mai stati segnalati rinvenimenti in loco di interesse archeologico.

L'area in esame non risulta compresa entro il limite del vincolo paesaggistico istituito a norma del D.Lgs. 22.01.2004 n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio).

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
12 di 72

Su tutta l'area estrattiva non esiste il vincolo idrogeologico relativo alla L.R. 52/78 ed al R.D. 3267/1923.

Per quanto concerne il P.T.P. (Piano territoriale provinciale) la tav. che più interessa la zona in esame ai fini della presente indagine, tra gli Elaborati grafici di Progetto, risulta il Foglio 123 so della "**Carta delle fragilità**", alla scala 1:20.000 (cfr. stralcio in all. 1): da essa si evince come l'area richiesta in coltivazione non sia interessata da "*Ambiti ed elementi caratterizzati da fragilità idrogeologica e soggetti a fenomeni naturali*", sia compresa in un'area a "*vulnerabilità idrogeologica bassa*" e con "*pericolo idraulico assente*".

L'area in progetto non ricade all'interno di zone destinate a parco o a riserva naturale e nemmeno all'interno dei **Siti di Interesse Comunitario** (S.I.C.) e delle **Zone di Protezione Speciale** (Z.P.S.) di cui all'elenco della D.G.R. 31.12.2001, n. 4018.

Non esistono infine, a distanza inferiore di m 200 dai confini dell'area, pozzi pubblici o privati che forniscono acqua per uso acquedottistico (D. Lgs. 11.05.1999, n. 152, articolo 21, e s.m.i.).

La provincia di Verona con DCP n.52 del 27/06/2013 ha adottato il nuovo PTCP. L'area di cava non rientra in nessuna area assoggettata a tutela.



**Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale (PTCP Adottato)**



**LEGENDA**

<b>AREE SOGGETTE A TUTELA</b>		<b>RETE NATURA 2000</b>	
	Area di notevole interesse pubblico (D.Lgs. 42/04 art. 136 - ex L. 1497/39) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Sito di Importanza Comunitaria (SIC) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Aree tutelate per Legge (D.Lgs 42/04 art. 142 - ex L. 431/85):		Zona di Protezione Speciale (ZPS) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Territorio contermini ai laghi 300 m (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)	<b>PIANIFICAZIONE DI LIVELLO SUPERIORE</b>	
	Montagna eccedente 1600 m s.l.m. (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Parco istituito (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Territorio coperto da foreste e boschi (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Riserva istituita (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Vincolo dei corsi d'acqua (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Ambito per l'istituzione di riserve archeologiche regionali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Zona di interesse archeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Ambito per l'istituzione di parchi e riserve naturali regionali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Zona di interesse archeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Area di tutela paesaggistica di interesse regionale e competenza provinciale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Fiume, torrente e corso d'acqua vincolato (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Area di tutela paesaggistica di interesse regionale e competenza degli enti locali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Fiume, torrente e corso d'acqua parzialmente vincolato (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Zona umida (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Area soggetta a vincolo idrogeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Centro storico maggiore (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Area soggetta a vincolo forestale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Centro storico minore (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Area protetta di interesse locale individuata dalla Regione (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)	Tracciati storico-testimoniali:	
	Area protetta di interesse locale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Strada romana (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
Classificazione del vincolo sismico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7):			Strada statale Lombardo-Veneta (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Medio-alta		Area a pericolosità idraulica (PAI) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Bassa		Area a pericolosità idrogeologica (PAI) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Irrilevante		Zona Militare (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)



### 2.1.1 Il Piano di Assetto del Territorio

Il Piano di Assetto del Territorio (PAT) è lo strumento di pianificazione che delinea le **scelte strategiche** di assetto e di sviluppo per il **governo del territorio** comunale, individuando le specifiche vocazioni e le **invarianti** di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale, storico-monumentale e architettonica, in conformità agli indirizzi espressi nella pianificazione territoriale di livello superiore ed alle esigenze della comunità (Legge Regionale 23 Aprile 2004, n° 11 "Norme per il governo del territorio").

Il piano di assetto del territorio individua inoltre il sistema dei vincoli alla trasformazione dell'uso del suolo, secondo parametri fissati dalla legge.

I comuni nella redazione del Piano di Assetto del Territorio impostano le scelte di sviluppo urbanistico locale in coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi di tutela paesaggistica contenuti nella pianificazione sovraordinata.

La zonizzazione da P.A.T. della porzione di territorio in esame è stata raffigurata, alla scala 1:5.000, nell'elaborato Carta dei vincoli (estratto P.A.T.).

Dalla lettura di tale elaborato, emerge che l'area estrattiva VR01 è classificata come area bianca (priva di vincoli ostativi per l'attività estrattiva).

Sono presenti unicamente le fasce di ristretto da strade esistenti.

## 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO GENERALE

### 3.1 CONFORMAZIONE GEOLOGICA

Tutti gli autori che hanno preso in esame, dal punto di vista geologico e geomorfologico, l'area in oggetto (più in generale il c.d. "anfiteatro morenico del Garda") sono concordi nel ritenere che il territorio è stato interessato da tutte e quattro le grandi principali fasi glaciali alpine dell'era Quaternaria - Pleistocene (in ordine di età, dalla più antica alla più recente: *Gunz*, *Mindel*, *Riss*, *Wurm*); più problematico appare invece stabilire in che misura le testimonianze di ognuna di esse siano ancora presenti nell'anfiteatro stesso (si riporta uno stralcio della **carta geologica d'Italia**, Foglio n. 48 scala 1:100.000, con l'area indagata, come inquadramento generale del sito).



Allo stato attuale delle conoscenze, la diminuita importanza attribuita di recente all'episodio wurmiano (durato da ca. 25.000 a 12.000 anni fa) ha come conseguenza assegnato una maggior estensione alle morene rissiane, che vengono a costituire la parte più importante dell'anfiteatro. La cerchia di età mindeliana, la più esterna, risulta invece addolcita dall'erosione, mentre le testimonianze dell'evento gunziano risultano ormai conservate solo in ridottissimi lembi.

Da S. VENZO (*Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige*, 1965, Milano) sono state altresì distinte e cartografate le testimonianze di episodi interglaciali, i cui depositi caratteristici sono rappresentati da terreni argilloso-torbosi e loess (fasi di clima arido e steposo).



L'area considerata risulta assai complessa dal punto di vista geologico-morfologico, a causa della compresenza di numerose testimonianze di processi glaciali, fluvioglaciali e fluviali che si sono succeduti ripetutamente nel corso del Quaternario.

I sedimenti presenti nell'area dell'anfiteatro rispecchiano, per composizione e geometria, le caratteristiche degli agenti deposizionali che contraddistinguono l'ambiente glaciale e proglaciale (al di fuori del fronte glaciale) e risultano i seguenti:

- *cordoni morenici (depositi glaciali s.s. o till di ablazione)*: sono costituiti da un insieme caotico di sedimenti (diamicton), assai eterogenei nella loro composizione e granulometria (dal masso erratico/trovante ai limi, sabbie fini ed argille), e con strutture poco differenziate, per effetto del trasporto in massa operato dal ghiacciaio (senza intervento di selezione idrica); nelle porzioni inferiori può prevalere una certa quantità di matrice argilloso-limosa (c.d. morena di fondo o till di alloggiamento), il deposito si può presentare sovraconsolidato e con locale presenza di lenti sabbiose.
- *depositi dei torrenti di ablazione glaciale*: tali materiali sono difficilmente distinguibili dai depositi sopra descritti e si presentano caotici e/o mal classati.
- *depositi fluvioglaciali inter o intra morenici*: sono rappresentati da sedimenti, in cui predominano gli elementi fini, deposti da acque correnti alle spalle dei cordoni morenici, durante le fasi di ritiro del ghiacciaio.
- *depositi fluvioglaciali*: sono rappresentati da sedimenti, che saldandosi vengono a formare la piana antistante l'arco morenico, rilasciati dai torrenti (torrente sottoglaciale e sistema idrografico connesso) in ambiente proglaciale, e si possono osservare in genere dei materiali sciolti stratificati e relativamente ben classati (ghiaie da fini a grossolane con ciottoli e sabbie).
- *depositi glaciolacustri e lacustri*: sono rappresentati da sedimenti con predominanza di materiale limoso, argilloso e torboso, a seguito del riempimento delle depressioni presenti alle spalle degli archi morenici (conche di sovraescavazione o depressioni inter/intramoreniche).

Dalla interdigitazione delle conoidi dei depositi degli scaricatori fluvioglaciali, traggono origine infine le piane di alluvionamento proglaciali, i cui materiali costituenti sono rappresentati prevalentemente da ghiaie con ciottoli, ghiaie, sabbie (spesso le fasce di materiali grossolani si localizzano in corrispondenza di paleoalvei che rappresentano gli ambiti preferenziali per un eventuale deflusso idrico sotterraneo).



La presenza, nell'ambito del c.d. anfiteatro morenico, di materiali fini (torbe, argille e limi, sabbie fini), quando non appartengono a morena di fondo - till di alloggiamento, testimoniano invece vari meccanismi di deposizione, quali ad es.:

- fasi di impaludamento/ristagno delle acque degli scaricatori fluvio-glaciali, avvenute in particolari situazioni morfologiche (sbarramenti, contropendenze, zone a morfologia concava, ecc.);
- fenomeni di alterazione in senso pedogenetico, di terreni più grossolani preesistenti, in periodi interglaciali;
- minor competenza dei torrenti per cause di varia natura.

La potenza dei sedimenti glaciali e fluvio-glaciali s.l. presenti nell'anfiteatro morenico del Garda è in sostanza poco nota, in quanto solo alcune perforazioni (pozzi per acqua e sondaggi geognostici vari) hanno raggiunto il substrato roccioso; dai dati a disposizione si può comunque ipotizzare sicuramente una estrema articolazione in senso altimetrico del substrato stesso, a causa delle intense fasi alluvionali erosive che hanno interessato l'area nei periodi più caldi e successivamente all'ultimo periodo glaciale.

Si riporta in allegato la carta **Geolitologico-morfologica** (all. 5), alla scala 1:5.000, dell'area di cava richiesta in coltivazione e di un adeguato settore di territorio circostante ad essa, in cui si può notare come la zona subpianeggiante, all'interno della quale si ubica l'area richiesta in coltivazione, risulti costituita da depositi alluvionali fluviali e fluvio-glaciali (sabbie e ghiaie con intercalazioni di livelli e lenti di terreni più fini), e le dolci colline adiacenti (cordoni morenici) risultino formate da sedimenti in prevalenza sabbioso ghiaiosi, caotici, e con i clasti arrotondati - sub arrotondati, da striati a levigati, di natura assai eterogenea, ovvero di calcare, dolomia, porfido, granito, gneiss, fillade quarzifera, basalto (cfr. foto 19 e 20 allegate alla presente relazione).

### ***3.2 CENNI DI IDROGEOLOGIA REGIONALE***

L'anfiteatro morenico del Garda è caratterizzato in generale, dal punto di vista idrogeologico, dalla presenza di una attiva circolazione idrica sotterranea; essa risulta tuttavia evidentemente condizionata dalle caratteristiche granulometriche e strutturali dei depositi presenti, e soprattutto dalla differente distribuzione dei materiali ad elevata permeabilità.



Per quanto concerne la situazione relativa alla prima falda (quella che interessa ai fini dell'indagine in oggetto), nell'area "morenica" essa risulta suddivisa in genere in numerosi corpi idrici indipendenti tra loro, con gradienti variabili e varie direzioni di deflusso, in relazione con l'andamento locale della morfologia dei vari bacini d'alimentazione.

Le colline moreniche inoltre, per la loro relativamente modesta estensione geografica, non possono ospitare falde così potenti ed estese come quelle presenti nelle vaste pianure alluvionali che si estendono senza soluzione di continuità, a sud dei rilievi prealpini, dalla Regione Piemonte ad ovest al Friuli V.G. ad est.

In genere, la profondità media della falda freatica dal piano campagna si situa a valori che possono oscillare da 1-2 m sino anche a ca. 30 metri; locali e particolari situazioni morfologiche, che permettono l'intersezione del tetto della falda acquifera con la superficie del suolo, danno talora luogo a manifestazioni sorgentizie naturali, con conseguente formazione di modesti corsi d'acqua che scorrono incassati rispetto alle colline moreniche, esercitando verosimilmente un'azione drenante sulle falde superficiali ad essi limitrofe.

Le caratteristiche idrogeologiche delle falde libere, presenti nella zona in esame, risultano dunque nettamente distinte da quelle delle corrispondenti falde, ad es., della limitrofa alta pianura veneto-lombarda, ove il sottosuolo è quasi interamente ghiaioso sabbioso ed esiste un'unica e potente falda idrica a carattere freatico.

Essa è sostenuta dal substrato roccioso ed oscilla liberamente all'interno dell'acquifero indifferenziato a grande permeabilità, in relazione alle fasi di piena e di magra del proprio regime.

Nella limitrofa alta pianura veronese infatti, al piede dei rilievi, la falda si trova tra i 40 e i 50 m di profondità dalla superficie (Bussolengo, Pescantina).

Procedendo verso sud la superficie freatica si avvicina progressivamente al piano campagna, fino a venire a giorno nei punti topograficamente più depressi, lungo una fascia praticamente continua, a sviluppo circa est-ovest e di ampiezza massima intorno a 10 km (c.d. *fascia dei fontanili* o delle *risorgive*).

Per quanto riguarda le falde freatiche presenti nell'anfiteatro morenico, il valore delle oscillazioni (escursione) del tetto delle falde nel corso dell'anno risulta inferiore ai corrispondenti valori che vengono registrati nelle adiacenti zone di pianura e ciò è da mettere in relazione all'alimentazione delle falde stesse. Le oscillazioni della superficie freatica rispecchiano, con uno sfasamento temporale quasi



assente (dell'ordine di una giornata), l'andamento delle infiltrazioni efficaci delle precipitazioni meteoriche.

Anche l'attività irrigua prolungata contribuisce ad alimentare la prima falda nel sottosuolo, e ciò in situazioni ove la natura del suolo lo consenta.

Ad integrazione del quadro generale idrogeologico sopra descritto, per quanto riguarda inoltre gli **aspetti idrografici** si segnala inoltre quanto segue:

- a circa 2,0 Km di distanza dal settore sud ovest del sito in esame, scorre il F. Mincio con direzione prevalente nord - sud;
- il corso d'acqua defluisce in una valle percorsa da un grande scaricatore del periodo glaciale wurmiano sino all'abitato di Borghetto, oltre il quale il fiume corre incassato rispetto ad un terrazzo fluvioglaciale di età tardo rissiana (VENZO S. - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige*, 1965, Milano);
- negli immediati dintorni dell'area in esame sono invece individuabili altri corsi d'acqua: il *Rio Bisoala*, che scorre a poco meno di m 450 a nord ovest del vertice nord occidentale dell'area e confluisce poi, poco dopo Camalavicina, nel F. Mincio, il *Rio Tionello* ed il *Fiume Tione* il cui alveo è ubicato ca. 600 metri ad est del lato orientale dell'area;
- sono inoltre presenti una serie di collettori minori (consortili e privati), realizzati per assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio durante i periodi piovosi ed al contempo un adeguato apporto idrico durante i mesi più siccitosi.

#### **4 ASSETTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO**

L'indagine idrogeologica di dettaglio è iniziata con un capillare censimento pozzi, o di qualsiasi altra emergenza naturale/artificiale d'acqua, al fine di poter disporre di un sufficiente numero di punti in cui poter effettuare le misurazioni della profondità (soggiacenza) del tetto della falda freatica dal piano campagna. A seguito della ricognizione, per una adeguata estensione, del territorio che circonda l'area richiesta in coltivazione, sono risultati disponibili n. 17 "punti d'acqua", compresi i n. 3 (tre) piezometri realizzati nei fori dei sondaggi meccanici effettuati per scopi geognostici all'interno dell'area di cava richiesta in coltivazione.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
20 di 72

Si è provveduto inizialmente a verificare l'eventuale esistenza di pozzi freatici (o di qualsiasi altra emergenza d'acqua come sopra affermato) nel settore posto a nord est dell'area, ovvero nella zona artigianale-industriale del Comune di Castelnuovo del Garda. Data la presenza nella Z.A.I. soprattutto di Ditte attive nei settori Moda-Abbigliamento e piccola Meccanica, non si è rilevato tuttavia alcun pozzo nel sito, in quanto i processi produttivi tipici di tali aziende non necessitano di notevoli quantitativi d'acqua (oltre a ciò la zona risulta servita dall'acquedotto pubblico).

Solo all'interno dello stabilimento della società *Air Liquide Italia srl* (produzione di ossigeno liquido) è stato rinvenuto un pozzo per l'emungimento d'acqua a scopi industriali; i dati eventualmente ricavabili da esso purtroppo non risultano "utilizzabili" ai fini della presente indagine in quanto, come riferito dal personale responsabile, l'acqua viene prelevata ad una profondità di ca. 90 metri dal suolo e dunque non dalla prima, ma da una falda acquifera confinata sottostante.

Successivamente, la ricerca pozzi, dato che tutti i nuovi o recenti edifici adibiti a civile abitazione presenti nell'area sono serviti esclusivamente dall'acquedotto pubblico, si è rivolta soprattutto verso vecchi nuclei o contrade dis/abitate.

La maggior parte di quelli rinvenuti, in contrade con vecchi edifici, è rappresentata da pozzi a grande diametro (pozzi "romani" o "a vera"), talora in buono stato di conservazione dei manufatti originari fuori terra, talora invece modificati e tominati a livello del piano di calpestio.

Fatta eccezione per alcuni di questi, strumentati con modesti impianti di sollevamento ad uso domestico, quasi tutti i pozzi risultano ormai dismessi.

I pozzi censiti sono stati quotati su base C.T.R. in modo da omogeneizzare i riferimenti considerati nelle misure idrogeologiche.

Si sono rinvenuti nella zona anche altri pozzi (in totale n. 7), purtroppo sigillati o comunque non accessibili per molteplici motivi, o addirittura ostruiti con materiali vari (da pietrame-sassi a rami-sterpaglie a immondizie); l'ubicazione di tali punti d'acqua, pur non essendo stato ovviamente possibile un loro utilizzo ai fini della presente indagine, è stata riportata lo stesso nella tavola specifica (allegato n. 6) per un più completo ed esaustivo quadro sulla presenza e diffusione di tali manufatti sul territorio (in pratica ogni contrada o zona dei paesi di Castelnuovo e Oliosì con presenza di edifici relativamente antichi possedeva ed utilizzava uno o più pozzi - es. Contrà Moretto o centro di Oliosì - per il prelievo dell'acqua a scopo potabile o per altri usi).

Attualmente, come accertato nel corso dei colloqui con i residenti durante i sopralluoghi, tutte le abitazioni risultano ormai servite dall'acquedotto pubblico e nei pochi pozzi ancora utilizzati l'acqua

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
21 di 72

viene prelevata, durante la stagione tardo primaverile - estiva, soprattutto per esigenze particolari (innaffiare gli ortaggi e le verdure dell'orto) o per abbeverare il bestiame.

Nella tabella sotto riportata si indica, oltre che il numero d'ordine del pozzo utilizzato per la presente indagine, la località, la quota del piano di riferimento in m s.l.m., le coordinate geografiche UTM e la quota assoluta di falda rilevata.



## Censimento pozzi: tabella di sintesi

ID	località	quota p. rif. (m s.l.m.)	coordinate UTM (lat. N- long. E)	quota falda (m s.l.m.)
1	Via Sei Fontane, Castelnuovo del Garda	105.10	5032,279 - 1637,168	99.90
2	Via Sei Fontane, Castelnuovo del Garda	104.75	5032,157 - 1637,475	100.00
3	Via Cà Perse, Laghetto pesca sp. "OK"		5031,626 - 1637,879	97.80
4	Piezometro ex discarica	107.55	5031,725 - 1636,835	97.60
5	Via Mischi - Sond. 1	107.10	5031,559 - 1636,662	96.60
6	Via Mischi - Sond. 3	105.70	5031,364 - 1636,934	96.85
7	Via Mischi - Sond. 9	104.90	5030,932 - 1636,545	96.40
8	Contrà Mischi	108.10	5031,446 - 1636,484	96.35
9	Contrà Fenilon	103.80	5030,513 - 1637,160	96.35
10	Via Bandiera - loc. Oliosi	99.75	5029,658 - 1637,141	96.60
11	Contrà Zenati	109.60 (p.c.)	5030,393 - 1635,945	95.40
12	Contrà Moretto			
	pozzo a)	108.40	5030,973 - 1635,952	98.70
	pozzo b)	107.50	5030,997 - 1635,955	99.05
13	Contrà Casa Mericana	106.20	5031,421 - 1635,878	95.00
14	Contrà Mischi, Azienda agr. Tantini G.	107.30	5031,393 - 1636,448	96.30
15	Contrà Campagna di sotto	98.20	5031,801 - 1635,964	92.15
16	Via Mantovana	101.95	5032,063 - 1635,417	95.00

**4.1 ANDAMENTO DEI DEFLUSSI SOTTERRANEI**

Completata la fase propedeutica di censimento, si è svolta la campagna di misura dei livelli di falda freatica in data **18 ottobre 2005**.

I risultati dell'elaborazione di *contouring* (algoritmo interpolatore kriging con deriva lineare) relativi alla campagna di misura sono presentati nella cartografia tematica riportata in allegato 6 (per la zona intracollinare circostante l'area richiesta in coltivazione).



L'analisi dell'elaborato grafico permette di formulare le seguenti considerazioni di sintesi in merito alla circolazione idrica sotterranea locale:

- il deflusso della falda si mantiene pressoché costante, nel settore a nord dell'area di cava, con direzione da NNE verso SSO;
- nello stesso settore il gradiente idraulico calcolato medio risulta di ca. 0.37 %.
- il deflusso della falda in seguito, nell'area posta più a sud ovest, presenta direzione complessivamente verso SSO, con un gradiente idraulico medio pari a 0.14 % ;
- la quota assoluta della superficie della tavola d'acqua rilevata varia, presso il settore di cava richiesto, da ca. m 97.0 s.l.m. a nord est fino a ca. m 96.30 a sud ovest;
- la morfologia delle linee isofreatiche (equipotenziati) appare nella porzione di pianura d'interesse sufficientemente uniforme: le considerazioni desumibili alla scala dei rilievi effettuati indicano che nel sottosuolo ghiaioso sabbioso si esplica una circolazione idrica regolare.

#### **4.2 REGIME DELLA FALDA**

Lo studio del regime della falda freatica è stato effettuato a partire dall'analisi della documentazione tecnica reperita in letteratura.

L'analisi complessiva dei dati disponibili indica che il regime idrogeologico appare contraddistinto da una fase di piena, generalmente culminante nel mese di settembre (con anticipi in agosto e ritardi in ottobre) e da un'unica fase di magra posta in aprile (con frequenti anticipi in marzo).

L'escursione media della falda freatica nell'area in oggetto è pari a 2.5 - 3 metri.



## 5 ANALISI DI STABILITA'

### 5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'area richiesta in coltivazione sono stati eseguiti, in data 5 - 7 ottobre 2005, n. **9 sondaggi meccanici a carotaggio continuo** al fine di ricostruire la successione stratigrafica locale e consentire il prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico.

Le indagini eseguite sono di seguito elencate:

Sondaggio	Profondità (m)	Campioni	prove S.P.T.	Piezometri
S1	15	1-2-3-5	(7.0m)	x
S2	15	1-2-3		
S3	15	1-2-3		x
S4	15	1-2	(10.0 m)	
S5	15	1-2-3	(8.0 m)	
S6	15	1-2-3	(12.2 m)	
S7	15	1-2		
S8	15	1-2		
S9	15	1-2		x
<i>Totale</i>	<b>135</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

Tutte le perforazioni sono state spinte 7-8 m sotto la quota finale di scavo prevista, per caratterizzare i terreni in falda ed essere certi che non fossero presenti livelli "deboli" in grado di condizionare la stabilità delle future scarpate. Le stratigrafie e le foto delle cassette sono riportate in allegato 11.

Le prove S.P.T. (standard penetration test) sono state eseguite nei soli livelli francamente sabbiosi in quanto la prova non è ritenuta significativa nelle ghiaie. Infine, in 3 fori sono stati installati piezometri a tubo aperto con fenestrazione completa (ad eccezione del tratto finale cieco di circa 1 m): la scelta di tale tipologia di piezometro è giustificata dall'elevata permeabilità dei terreni e dalla natura freatica della falda più superficiale.



In aggiunta alle perforazioni a carotaggio continuo, sono state effettuate in data precedente (febbraio 2005) n. 5 trincee di scavo preliminari a titolo esplorativo.

## 5.2 STRATIGRAFIA DELL'AREA DI CAVA

Le indagini geognostiche hanno permesso di individuare una successione stratigrafica leggermente diversa nei due settori, N.E. e S.O., dell'area di cava richiesta.

La descrizione sintetica delle unità riconosciute è riportata nelle due tabelle seguenti, dove le profondità indicate sono da intendersi come valore medio all'interno di ciascun settore.

### Settore NE (sondaggi S1-S2-S3-S4-S5-S6)

<b>Profondità (da p.c)</b>	<b>Unità</b>	<b>Descrizione</b>
0-1 m	[T] Terreno agrario	Sabbia limosa marrone con inclusi ghiaiosi
1-8 m	[G] Ghiaia sabbiosa	Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa di colore marrone. Clasti poligenici da subarrotondati ad arrotondati con diametro anche superiore a quello del carotiere. La matrice sabbiosa tende ad aumentare verso la base dell'unità.
8-14 m	[S] Sabbia limosa	Sabbia limosa, variabile da fine a grossolana, di colore marroncino, contenente intercalazioni ghiaiose. Stato di addensamento medio-elevato.
14-15 m	[L] Limo argilloso	Limo argilloso contenenei intercalazioni di sabbia fine e, più raramente, inclusi ghiaiosi.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
26 di 72

Settore SO (sondaggi S7-S8-S9)

Profondità (da p.c)	Unità	Descrizione
0-1 m	[T] Terreno agrario	Sabbia limosa marrone con inclusi ghiaiosi
1-15 m	[G] Ghiaia sabbiosa	Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa di colore marrone. Clasti poligenici da subarrotondati ad arrotondati con diametro anche superiore a quello del carotiere. La matrice sabbiosa tende ad aumentare verso la base dell'unità.

Come si può notare, e come indicavano anche le trincee esplorative, in tutta l'area dominano terreni di natura ghiaioso-sabbiosa contenenti clasti eterometrici poligenici (di varia natura). La differenza tra i due settori sta nella porzione più profonda: interamente in ghiaia nel settore S.O. e caratterizzata da sabbie limose (8-14 m dal p.c.) e limi argillosi (14-15 m dal p.c.) nel settore N.E..

Dal punto di vista della coltivazione, e della cubatura del materiale estraibile, tale distinzione non è importante, visto che le sabbie ed i limi del settore N.E. si trovano al di sotto della quota finale di scavo. Per quanto riguarda le condizioni di stabilità, invece, la presenza di terreni relativamente più fini deve essere tenuta in debita considerazione (vedi analisi di stabilità).

**(N.B.:** in all. 8 le sezioni riportano n. 3 "unità geologiche", ovvero "terreno di copertura", "ghiaia sabbiosa" e "sabbie, limi e argille", in quanto le unità [S] e [L] sono state accorpate soprattutto per esigenze grafiche in un unico litotipo).

### 5.3 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

Le prove di laboratorio eseguite sono riassunte nella tabella seguente:

Son	Camp	z	Unità	Granulometria	Limiti di Atterberg	Taglio Diretto
-----	------	---	-------	---------------	---------------------	----------------

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
27 di 72

d		(m)		Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Fine (%)	LL (%)	IP (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)
<b>S1</b>	1	2,4	[G]	74,3	14,3	11,4	\	\		
<b>S1</b>	2	5,3	[G]	41,7	47,9	10,4	\	\		
<b>S1</b>	3	7,8	[L]	0,5	2,4	97,1	35	17	5,2	25,1
<b>S1</b>	5	14,8	[L]	5,4	4,5	90,1	\	\		
S2	1	3,3	[G]	80	19,1	0,9	\	\		
S2	2	7,8	[G]	49,5	29	21,5	\	\		
<b>S3</b>	1	2,8	[G]	55	32,6	12,4	\	\		
<b>S3</b>	2	7,3	[G]	52,4	32,9	14,7	\	\		
<b>S3</b>	3	9,3	[L]	0	3,4	96,6	31	14	21,3	27,7
S4	1	4,3	[G]	58,9	28,7	12,4	\	\		
S4	2	8,2	[S]	0,1	45,5	54,4	\	\		
<b>S5</b>	1	3,8	[G]	66,1	24,4	9,5	\	\		
<b>S5</b>	2	6,4	[G]	53,4	35,9	10,7	\	\		
<b>S5</b>	3	14,8	[L]	3,4	16,5	80,1	29	14	4,7	34
S6	1	6,8	[G]	66,5	23,2	10,3	\	\		
S6	2	8,3	[S]	23,5	51	25,5	\	\	0,8	36,1
<b>S7</b>	1	3,8	[G]	67,8	21,1	11,1	\	\		
<b>S7</b>	2	7,8	[G]	55,2	28,2	16,6	\	\		
S8	1	4,3	[G]	52,8	32,1	15,1	\	\		
S8	2	8,3	[G]	55,3	31,7	13	\	\		
<b>S9</b>	1	3,8	[G]	56,7	22,5	20,8	\	\		
<b>S9</b>	2	7,8	[G]	67,9	26,7	5,4	\	\		

Su tutti i campioni è stata effettuata l'analisi granulometrica per setacciatura e, per alcuni, la determinazione dei limiti di Atterberg (si riporta alle pagine seguenti la classificazione delle terre UNI 10006).

Tale analisi è risultata comunque significativa in soli 3 casi, vista la bassa percentuale di passante al setaccio n. 40. Delle 4 prove di taglio diretto, 3 sono state effettuate sui limi argillosi ed una su sabbia deb. limosa con intercalazioni di ghiaie sabbiose.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
28 di 72

COMMITTENTE SNAM PROGETTI  
CANTIERE CASTELNUOVO DEL GARDA (VR)

SONDAGGIO	VR01-S1	VR01-S1	VR01-S1	VR01-S1	VR01-S1	VR01-S7	VR01-S7
CAMPIONE	1	2	3	4	5	1	2
PROFONDITA' [m]	2,2/2,5	5,0/5,5	7,6/8,0	13,0/13,4	14,7/14,8	3,5/4,0	7,5/8,0

## ANALISI GRANULOMETRICA

Frazione ghiaiosa	%	74,3	41,7	0,5	(*)	5,4	67,8	55,2
Frazione sabbiosa	%	14,3	47,9	2,4	(*)	4,5	21,1	28,2
Passante al 2,0 mm	%	25,7	58,3	99,5	(*)	94,6	32,2	44,8
Passante al 0,42 mm	%	17,9	27,7	99,0	(*)	93,5	17,1	26,6
Passante al 0,075 mm	%	11,4	10,4	97,1	(*)	90,1	11,1	16,6

## LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	N.D.	N.D.	35	(*)	N.D.	N.D.	N.D.
Indice di plasticità	%	N.P.	N.P.	17	(*)	N.P.	N.P.	N.P.

## CLASSIFICAZIONE

C.N.R. - U.N.I. 10006	A1-a	A1-b	A6	(*)	A4	A1-a	A1-b
-----------------------	------	------	----	-----	----	------	------

SONDAGGIO	VR01-S2	VR01-S2	VR01-S2	VR01-S6	VR01-S6	VR01-S6	VR01-S4
CAMPIONE	1	2	3	1	2	3	1
PROFONDITA' [m]	3,0/3,5	7,5/8,0	14,9/15,2	6,5/7,0	8,2/8,3	14,3/14,6	4,0/4,5

## ANALISI GRANULOMETRICA

Frazione ghiaiosa	%	80,0	49,5	(*)	66,5	23,5	(*)	58,9
Frazione sabbiosa	%	19,1	29,0	(*)	23,2	51,0	(*)	28,7
Passante al 2,0 mm	%	20,0	50,5	(*)	33,5	76,5	(*)	41,1
Passante al 0,42 mm	%	7,2	33,5	(*)	18,5	70,7	(*)	20,9
Passante al 0,075 mm	%	0,9	21,5	(*)	10,3	25,5	(*)	12,4

## LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	N.D.	N.D.	(*)	N.D.	N.D.	(*)	N.D.
Indice di plasticità	%	N.P.	N.P.	(*)	N.P.	N.P.	(*)	N.P.

## CLASSIFICAZIONE

C.N.R. - U.N.I. 10006	A1-a	A1-b	(*)	A1-a	A2-4	(*)	A1-a
-----------------------	------	------	-----	------	------	-----	------



LABORATORIO GEOMECCANICO

Dr. Ugo Scarpato

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
29 di 72

COMMITTENTE SNAM PROGETTI  
CANTIERE CASTELNUOVO DEL GARDA (VR)

SONDAGGIO	VR01-S4	VR01-S9	VR01-S9	VR01-S8	VR01-S8	VR01-S5	VR01-S5
CAMPIONE	2	1	2	1	2	1	2
PROFONDITA' [m]	8,1/8,2	3,5/4,0	7,5/8,0	4,0/4,5	8,0/8,5	3,5/4,0	6,1/6,5

## ANALISI GRANULOMETRICA

	%	0,1	56,7	67,9	52,8	55,3	66,1	53,4
Frazione ghiaiosa	%	0,1	56,7	67,9	52,8	55,3	66,1	53,4
Frazione sabbiosa	%	45,5	22,5	26,7	32,1	31,7	24,4	35,9
Passante al 2,0 mm	%	99,9	43,3	32,1	47,2	44,7	33,9	56,6
Passante al 0,42 mm	%	99,0	29,6	12,0	26,0	23,1	19,5	18,8
Passante al 0,075 mm	%	54,4	20,8	5,4	15,1	13,0	9,5	10,7

## LIMITI DI CONSISTENZA

|                      | % | N.D. |
|----------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Limite di liquidità  | % | N.D. |
| Indice di plasticità | % | N.P. |

## CLASSIFICAZIONE

C.N.R. - U.N.I. 10006	A4	A1-b	A1-a	A1-b	A1-a	A1-a	A1-b
	A4	A1-b	A1-a	A1-b	A1-a	A1-a	A1-b

SONDAGGIO	VR01-S5	VR01-S3	VR01-S3	VR01-S3
CAMPIONE	3	1	2	3
PROFONDITA' [m]	14,8/14,9	2,5/3,0	7,0/7,5	9,1/9,5

## ANALISI GRANULOMETRICA

	%	3,4	55,0	52,4	0,0
Frazione ghiaiosa	%	3,4	55,0	52,4	0,0
Frazione sabbiosa	%	16,5	32,6	32,9	3,4
Passante al 2,0 mm	%	96,6	45,0	47,6	100,0
Passante al 0,42 mm	%	91,7	23,3	27,8	99,7
Passante al 0,075 mm	%	80,1	12,4	14,7	96,6

## LIMITI DI CONSISTENZA

	%	29	N.D.	N.D.	31
Limite di liquidità	%	29	N.D.	N.D.	31
Indice di plasticità	%	14	N.P.	N.P.	14

## CLASSIFICAZIONE

C.N.R. - U.N.I. 10006	A6	A1-a	A1-a	A6
	A6	A1-a	A1-a	A6



LABORATORIO GEOMECCANICO

Dr. Ugo Sergio Orazi



### 5.3.1 Unità [G] – Ghiaia sabbiosa

Le ghiaie sabbiose sono costituite in media dalle seguenti frazioni granulometriche:

Ghiaia = 61%

Sabbia = 27%

Limo+Argilla (Fine) = 12%

e secondo la classificazione AGI (1977) sono descrivibili come "**ghiaie con sabbia**".

L'andamento delle frazioni granulometriche con la profondità è riportato in **Fig. a** a fine capitolo. In apparenza si nota un certo calo della frazione ghiaiosa con la profondità ed un parallelo arricchimento sia della frazione sabbiosa che di quella fine. Tale apparenza è confermata dalle rette di regressione lineare delle tre frazioni, ma la variazione rimane comunque modesta.

In sostanza, ed anche considerando la naturale variabilità spaziale dei depositi, i valori medi sopra indicati possono essere considerati rappresentativi dell'intero spessore di materiale estraibile e non ci si attende significativa variabilità verticale.

Come atteso, per nessun campione di ghiaia è stato possibile determinare i limiti di plasticità (passante al setaccio n. 40 non significativo).

I parametri di resistenza al taglio *in termini di tensioni efficaci* (coesione drenata  $c'$ , angolo di attrito  $\phi'$ ) sono stati determinati tramite una prova di taglio diretto consolidata-drenata eseguita sulla frazione granulometrica inferiore ai 2 mm di un campione sabbioso deb. limoso con intercalazioni di ghiaia sabbiosa. I valori ottenuti sono:

$$\phi' = 36.1^\circ$$

$$c' = 0.8 \text{ kPa}$$

Questo risultato merita però un breve commento. Come noto, la rimozione della frazione ghiaiosa dal campione di laboratorio, che rappresenta la maggior parte della distribuzione complessiva, porta ad una sottostima delle resistenze effettivamente disponibili in sito. Infatti, la distribuzione granulometrica del provino risulta sensibilmente meno assortita rispetto a quella del terreno in sito, e l'angolo di attrito di un terreno granulare aumenta all'aumentare del grado di assortimento.

Inoltre, la ghiaia in sito è caratterizzata da una densità molto elevata, sensibilmente maggiore di quella che è possibile ottenere in laboratorio tramite compattazione, e l'angolo di attrito aumenta



all'aumentare della densità. Per tali ragioni, l'angolo di attrito delle ghiaie determinato in laboratorio si deve considerare ampiamente cautelativo.

Un discorso analogo vale anche per la coesione. Il valore  $c' \approx 0$  di laboratorio deriva chiaramente dallo stato rimaneggiato del provino. Il terreno in sito, al contrario, è caratterizzato da una coesione  $c'$  sensibilmente maggiore di zero, come è evidente dal fatto che i fronti di scavo in tali terreni rimangono stabili per lungo periodo anche con inclinazioni ben maggiori di  $\phi'$ .

Proprio basandosi su tale semplice osservazione, Simonini & Soranzo (1986) hanno fornito una stima conservativa di  $c'$  dei terreni ghiaiosi della pianura veneta realizzando una serie di analisi a ritroso di fronti di scavo attivi e abbandonati. I risultati di questo studio, riportati in forma di grafico altezza-inclinazione dei fronti, indicano valori di coesione delle ghiaie anche superiori ai 20 kPa (Fig. b).

Nel presente progetto si è cautelativamente scelto di adottare un modesto valore di coesione ( $c' = 5$  kPa) solo per le ghiaie sopra falda, mentre per le ghiaie sotto falda si è assunto  $c' = 0$ . Questa differenza è giustificata dall'idea che la coesione delle ghiaie non sia dovuta ad una vera e propria cementazione tra i granuli (che sarebbe mantenuta in acqua) ma è il risultato di una sovraconsolidazione per essiccamento della frazione fine. In questo caso, la coesione scompare quando il terreno è ovviamente immerso in acqua.

In definitiva, la scelta dei **parametri di progetto** dei terreni ghiaiosi è stata fatta definendo l'angolo di attrito sulla base delle prove di laboratorio e la coesione in base alle risultanze delle prove di laboratorio e da considerazioni generali. I parametri risultano i seguenti:

Parametri di progetto	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
Ghiaia sopra falda	38	5
Ghiaia sotto falda	38	0

(devono essere considerati cautelativi per le ragioni sopra esposte).



### 5.3.2 Unità [S] – Sabbia limosa

In questa unità, la frazione granulometrica dominante è quella sabbiosa (50% in media), mentre quella subordinata può essere ghiaiosa o limosa a seconda della variabilità verticale e laterale. La descrizione AGI può quindi variare da "**sabbia limosa**" (o con limo) a "**sabbia ghiaiosa**" (o con ghiaia) e non è possibile definire valori medi rappresentativi delle varie classi granulometriche.

Come i terreni ghiaiosi, anche le sabbie limose mostrano caratteristiche di plasticità nulle per la ridotta percentuale di frazione fine.

Le prove S.P.T. hanno fornito un numero di colpi tipico di circa 25. Si tratta quindi di sabbie addensate, con un indice di densità relativa  $D_R$  dell'ordine del 25% (Skempton, 1986). La nota correlazione tra angolo di attrito drenato  $\phi'$  e densità relativa  $D_R$  proposta da Schmertmann (1977) indica un valore indicativo di  $\phi' = 36^\circ$ .

Vista però la discutibile significatività di queste determinazioni "indirette" dei parametri di resistenza (nel senso che non è stato possibile testare campioni indisturbati di sabbia), si è ritenuto cautelativo adottare un valore più basso di  $\phi'$ :

Parametri di progetto	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
Sabbia limosa	33	0

con coesione drenata assente. Quest'ultima ipotesi deriva dal fatto che gran parte dei terreni sabbiosi si trova in falda, per cui un'eventuale pseudo-coesione per essiccamento andrebbe perduta.

### 5.3.3 Unità [L] - Limo argilloso

L'unità limoso-argillosa si trova ad elevata profondità rispetto al piano di scavo (14-15 m dall'attuale p.c.) e non è ragionevolmente in grado di condizionare la stabilità delle scarpate.

Nel corso delle indagini si è comunque deciso di caratterizzarla per due ragioni:

- alcuni sottili livelli limosi sono stati rinvenuti anche a quote superiori, all'interno delle sabbie limose (es. campione S5-3);



- i parametri di resistenza dei limi possono essere considerati i valori minimi operativi anche nel caso di terreni sabbiosi fortemente arricchiti in matrice fine.

In realtà, l'osservazione delle carote fa ritenere poco probabile la presenza di livelli fini entro i primi 8 m di profondità o nelle porzioni immediatamente sottostanti. E' comunque sensato approfittare della disponibilità di campioni per caratterizzare anche questi materiali.

La composizione granulometrica media dei limi-argillosi è la seguente:

Ghiaia = 3%

Sabbia = 8%

Limo+Argilla (Fine) = 89%

e dall'osservazione visiva si direbbe che la frazione limosa è più abbondante di quella argillosa.

Tale osservazione è confermata dai valori molto bassi dei limiti di plasticità (LL=30%, IP=14), che fanno classificare i terreni come **limi inorganici di bassa plasticità** (Fig. c).

I parametri di resistenza al taglio drenata sono stati determinati tramite due prove di taglio diretto consolidate-drenate (TD-CD). I campioni sono stati ricostituiti in laboratorio per cui i parametri ottenuti sono rappresentativi delle resistenze di stato critico (picco del rimaneggiato).

La media delle due prove fornisce i seguenti valori:

$$c' = 13 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 31^\circ$$

Mentre il valore di angolo di attrito è in linea con quello atteso per terreni limosi, la coesione efficace appare troppo elevata. Le resistenze teoriche di stato critico sono infatti puramente attritive, quindi si doveva ottenere  $c' \approx 0$ .

La ragione di tale discrepanza è imputabile ad imprecisioni sperimentali o alla presenza di eterogeneità nel campione (isolati inclusi ghiaiosi).

A titolo cautelativo si consiglia pertanto di adottare i seguenti parametri di progetto dell'unità [L]:

Parametri di progetto	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
Limo argilloso	30	0



#### 5.4 ANALISI DI STABILITÀ

Scopo principale delle analisi di stabilità è la determinazione del profilo ottimale di progetto, ovvero la definizione di un angolo di scavo che consenta:

- i) la piena stabilità delle scarpate in fase di scavo ed a ripristino avvenuto;
- ii) una ricomposizione efficace e duratura;
- iii) la massima resa del giacimento.

Le analisi sono state quindi condotte **ipotizzando diverse geometrie delle pareti di scavo e verificando quelle migliori in rapporto ai tre fattori sopra elencati**. In particolare, sono state confrontate geometrie a scarpata singola e gradonata, ipotizzando per ciascuna differenti combinazioni di altezza e inclinazione.

I risultati di seguito presentati si riferiscono alla sezione ritenuta migliore, costituita da una scarpata unica inclinata di 30° sull'orizzontale.

Tutte le analisi sono state condotte col metodo dell'equilibrio limite globale utilizzando la soluzione proposta da *Morgenstern & Price* (1965). Tale soluzione presenta il vantaggio di essere poco influenzata dalle assunzioni sulle forze interconco (Nash, 1982) e fornisce risultati molto simili a quelli ottenuti con metodi più rigorosi (alla fine del capitolo - pagg. 37 / 44 - vengono riportati alcune pagine dei tabulati di calcolo - prima e ultima pag. riassuntiva - delle analisi di stabilità condotte).

Data la presenza di terreni a differenti caratteristiche (ghiaie, sabbie, limi) sono state verificate sia superfici di scorrimento di forma circolare che superfici irregolari. In entrambi i casi è stata adottata una funzione interconco a mezzo-seno.

Non essendo prevista alcuna modifica del profilo di scavo in fase di ripristino, le analisi sotto riportate devono essere considerate valide sia durante la coltivazione che a ripristino avvenuto.

Per quanto concerne la normativa di riferimento, si sono adottate le seguenti norme:

- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ...";
- D.M. 16.01.1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale ...".



## 5.5 SETTORE NORD ORIENTALE

### 5.5.1 Caratteristiche del modello

Come in precedenza riferito, le indagini geognostiche hanno evidenziato una differente successione stratigrafica nelle porzioni N.E. e S.O. dell'area di cava.

Nel settore S.O. si rinvencono ghiaie sabbiose omogenee per tutta la profondità indagata (15 m); nel settore N.E. si trovano invece ghiaie da 0 a 8 m, sabbie limose da 8 a 14, e limi argillosi da 14 a 15 m.

Nell'ipotesi di quota di scavo a 98 m s.l.m. (8 m di profondità dal p.c.), la coltivazione interesserebbe interamente i depositi ghiaiosi ma sul fondo cava comincerebbero ad affiorare le sabbie limose. Tale situazione è relativamente più sfavorevole per la stabilità in quanto si troverebbe materiale più fine proprio al piede del fronte di escavazione.

A partire da questa successione a tre strati (ghiaie, sabbie, limi) sono state analizzate diverse geometrie ed inclinazioni della scarpata di scavo. Per ciascuna geometria è **stata determinata la superficie di scorrimento critica ipotizzando sia uno scorrimento rotazionale su superficie circolare che uno scorrimento su superficie irregolare.**

I parametri di resistenza al taglio utilizzati nei calcoli sono quelli di progetto sopra discussi e devono essere considerati cautelativi per le ragioni esposte.



Parametri di progetto	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
Ghiaia sopra falda	38	5
Sabbia limosa	33	0
Limo argilloso	30	0

La falda è stata ipotizzata ad una quota di 97 m s.l.m. (massimo valore misurato in campagna all'interno dell'area richiesta) e la distribuzione delle pressioni con la profondità è stata assunta idrostatica.

Infine, è stata imposta un'accelerazione sismica pseudostatica  $K = 0.04$  (in frazioni di g) visto che il territorio comunale è classificato come zona sismica di III categoria.

### 5.5.2 Risultati

Il fattore di sicurezza ( $F_s$ ) minimo nei due casi considerati di superficie di scorrimento circolare e irregolare è riportato in Fig. d.

**Come si può notare, con una scarpata di scavo inclinata di  $30^\circ$  si ottengono fattori di sicurezza ampiamente superiori al limite normativo di 1.30 (D.M. 11.03.1988) anche in presenza di accelerazione sismica.**

Il minor valore di  $F_s$  è quello relativo alla superficie di scorrimento irregolare, che assume una forma quasi trapezoidale. Le condizioni risultano in questo caso leggermente più sfavorevoli perché la superficie di scorrimento riesce ad interessare le sabbie per un tratto più lungo rispetto ad una superficie circolare (vedi porzione di piede), evitando al contempo un eccessivo approfondimento.

Le differenze sono comunque minime, e ciò porta a ridimensionare l'effetto negativo dei terreni sabbiosi affioranti al piede della scarpata di scavo.

In conclusione, le analisi dimostrano che un fronte di scavo inclinato di  $30^\circ$  si mantiene pienamente stabile e che si possono escludere fenomeni di instabilità sia superficiali che profondi.



## 5.6 SETTORE SUD OCCIDENTALE

### 5.6.1 Caratteristiche del modello

La successione stratigrafica rinvenuta nel settore S.O. è costituita da ghiaie sabbiose omogenee per l'intera profondità indagata (-15 m da p.c.).

La sezione di analisi contempla quindi un unico materiale, scavato su un fronte inclinato di 30°. I parametri di resistenza al taglio delle ghiaie sono stati però mantenuti distinti nella porzione sopra e sotto falda:

Parametri di progetto	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
Ghiaia sopra falda	38	5
Ghiaia sotto falda	38	0

in modo da tenere in conto dell'annullamento della pseudo-coesione con l'immersione in acqua (vedi sezione precedente).

La falda è ancora mantenuta ad una quota di 97 m s.l.m. (anche se in questo settore è stata rilevata in media attorno a ca. m 96.5 s.l.m.) e nel modello è incluso il coefficiente di accelerazione sismica  $K = 0.04$ .

### 5.6.2 Risultati

I risultati delle analisi eseguite per il settore S.O. confermano quelle ottenute per il settore N.E., infatti la scarpata di progetto risulta pienamente stabile, con un fattore di sicurezza molto superiore a 1.30.

Rispetto al caso precedente, si nota una minore differenza tra il fattore di sicurezza calcolato su superficie circolare e irregolare. Questo risultato è atteso se si pensa all'omogeneità della successione, ma indica anche che la superficie di scorrimento critico rimane confinata sopra falda.

I valori molto alti di  $F_s$  fanno pensare che si possa aumentare l'inclinazione delle scarpate rimanendo in piena stabilità.



Questo è senz'altro vero dal punto di vista teorico, ma si raccomanda di attenersi al profilo indicato (scarpata unica con inclinazione 30°) sia per favorire il ripristino vegetazionale, sia perché si possono incontrare in scavo livelli limosi, anche di modesto spessore, non attesi.

### 5.7 CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico-tecnico, l'area di cava presenta una successione stratigrafica leggermente diversa nel settore N.E. ed in quello S.O..

Tralasciando lo strato superficiale di copertura, nel primo è presente ghiaia sabbiosa fino a 8 m dal p.c., seguono quindi sabbie limose da 8 a 14 m e limi argillosi da 14 a 15 m (massima profondità indagata). Nel secondo, invece, le ghiaie sabbiose sono presenti in continuità fino a 15 m dal p.c..

Le ghiaie sabbiose sono costituite da clasti poligenici eterometrici e mostrano, chiaramente, caratteristiche di plasticità nulle (limiti di Atterberg non valutabili). I parametri di resistenza al taglio sono di difficile determinazione a causa dell'impossibilità di prelevare campioni indisturbati, ma dalle prove sul materiale ricostituito e da considerazioni di tipo generale sono fissati in  $\phi' = 36^\circ$ ,  $c' = 5$  kPa per le ghiaie sopra falda e  $\phi' = 36^\circ$ ,  $c' = 0$  kPa per quelle in falda.

Le sabbie mostrano percentuali rilevanti di ghiaia o limo a seconda della variabilità locale. Le prove S.P.T. in foro di sondaggio ed una prova di taglio diretto indicano valori di  $\phi'$  del tutto simili a quelli delle ghiaie. A titolo cautelativo si è comunque deciso di abbassare tale valore ed adottare  $\phi' = 33^\circ$ ,  $c' = 0$  kPa come parametri di progetto.

I limi argillosi compaiono ben al di sotto della quota massima di scavo e con ogni probabilità saranno incontrati solo come sottili livelli durante la coltivazione. Si tratta di limi inorganici di bassa plasticità e caratterizzati da una frazione sabbiosa molto modesta. I parametri di resistenza al taglio sono stati determinati in laboratorio tramite prove di taglio diretto, da cui sono stati definiti i valori di progetto  $\phi' = 30^\circ$ ,  $c' = 0$  kPa.

Le analisi di stabilità hanno preso in considerazione diverse ipotesi di geometria ed inclinazione del fronte di scavo. La **configurazione ritenuta più idonea, in termini di stabilità a lungo termine**, ripristino vegetazionale e rendimento della cava, è data da una **scarpata unica inclinata di 30°** sul piano orizzontale.



Con tale configurazione si ottengono valori del Fattore di sicurezza (Fs) molto superiori a 1.30 anche nel caso di superficie di scorrimento irregolare (ovvero superficie che tende a seguire i livelli più deboli) e accelerazione sismica.

Si conclude pertanto che la realizzazione di fronti di scavo con inclinazione di 30° permetterà di svolgere la coltivazione in piena sicurezza e, una volta terminata l'attività estrattiva, garantirà la stabilità di lungo periodo necessaria per lo sviluppo della vegetazione e perché non insorgano fenomeni di dissesto lungo le pareti ricomposte.

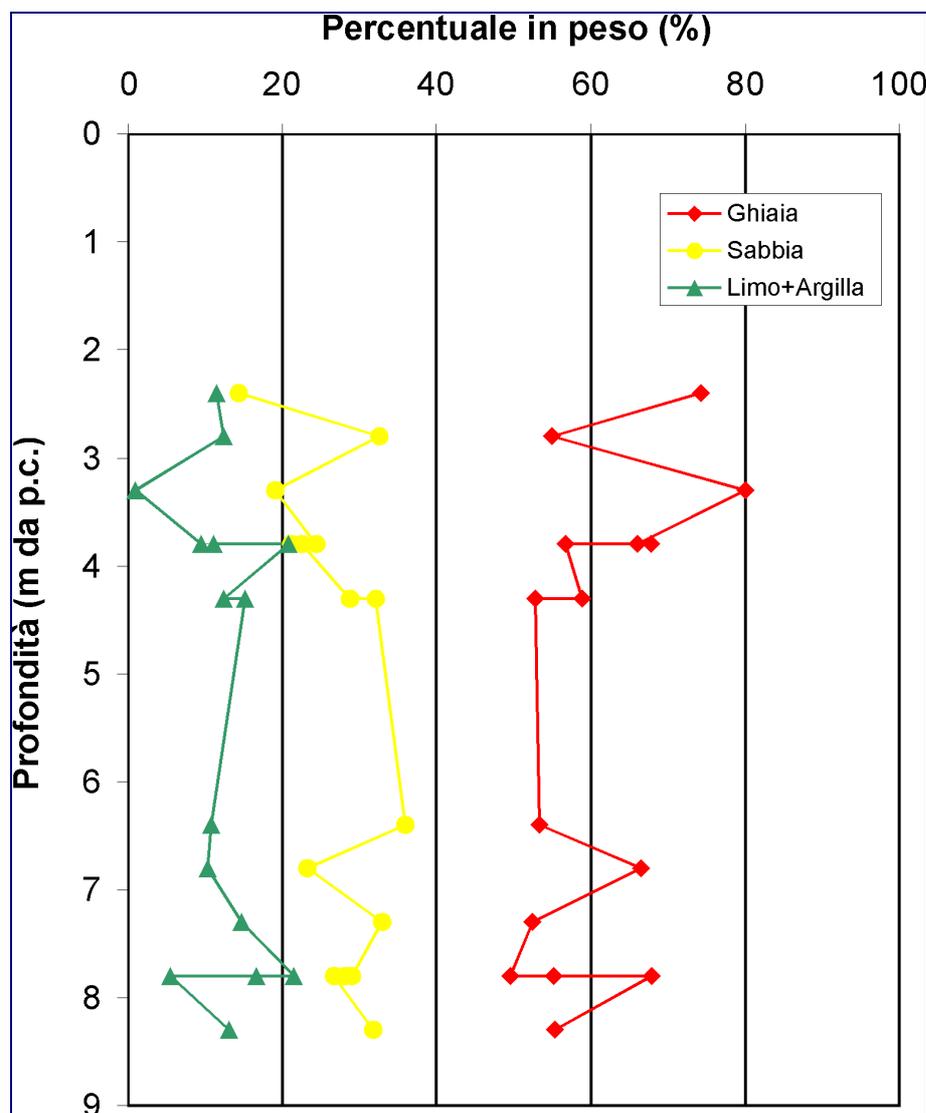


Fig. a – Andamento con la profondità delle principali classi granulometriche dei terreni ghiaiosi (unità G)

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROCA0000264

Rev.

0

Foglio

40 di 72

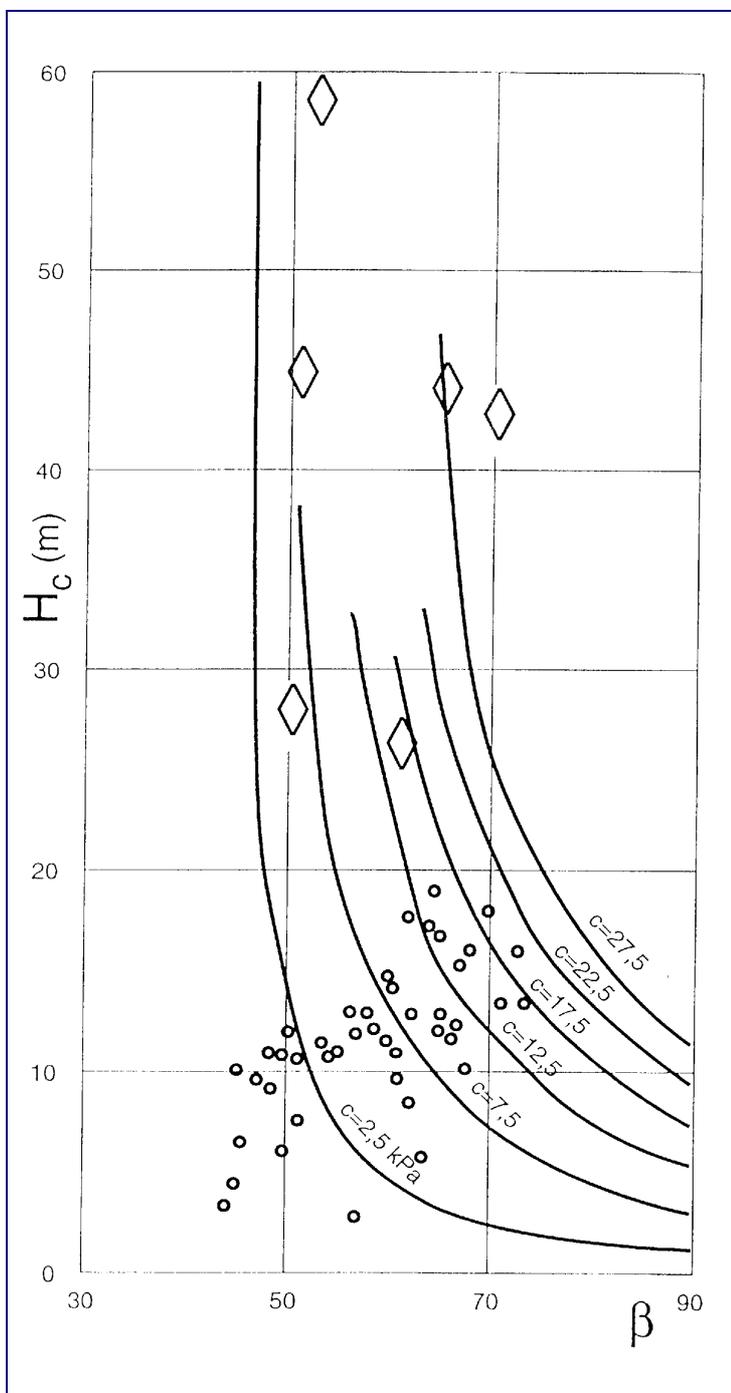


Fig. b – Valori di coesione drenata di terreni ghiaiosi determinati da analisi a ritroso di fronti di scavo nella zona pedemontana veneta (Simonini & Soranzo, 1986).  $\beta$ =inclinazione del fronte;  $H_c$ =altezza critica

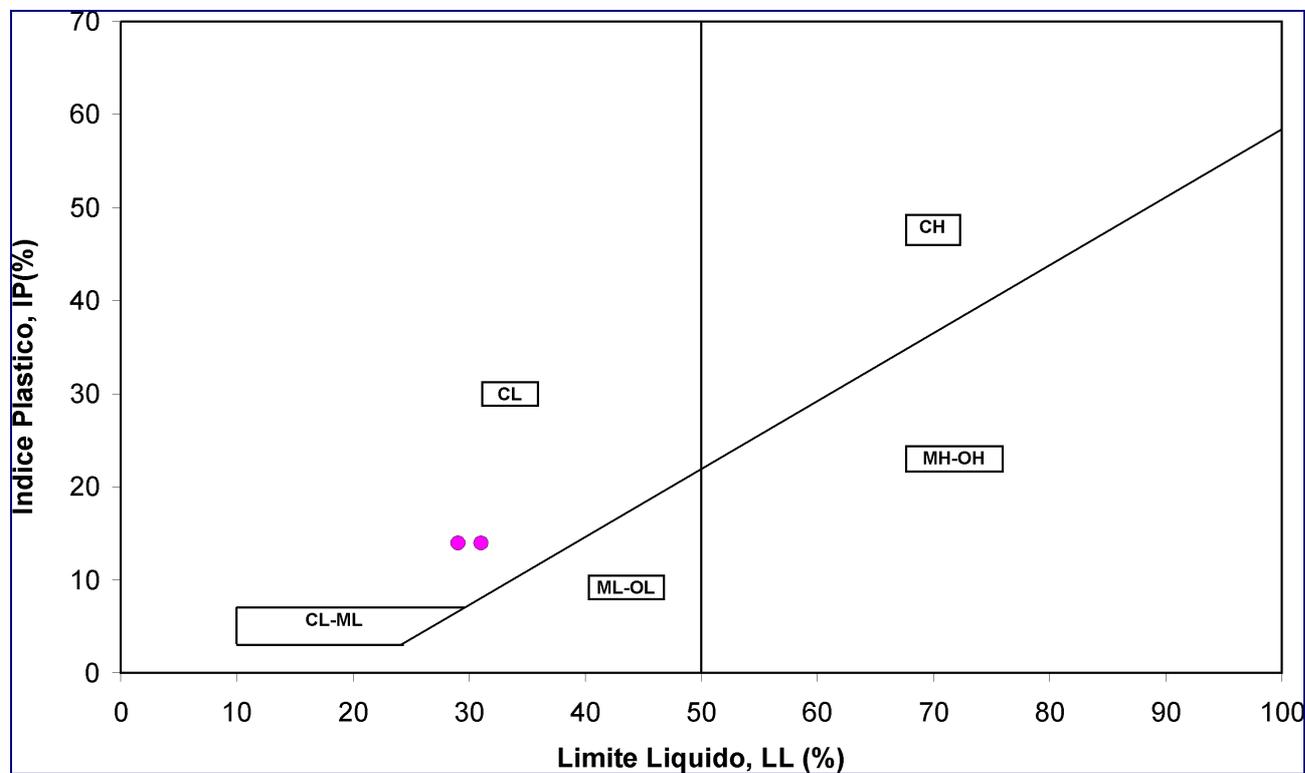


Fig. c – Carta di plasticità di Casagrande con i due campioni prelevati nei limi argillosi.



## SETTORE NE

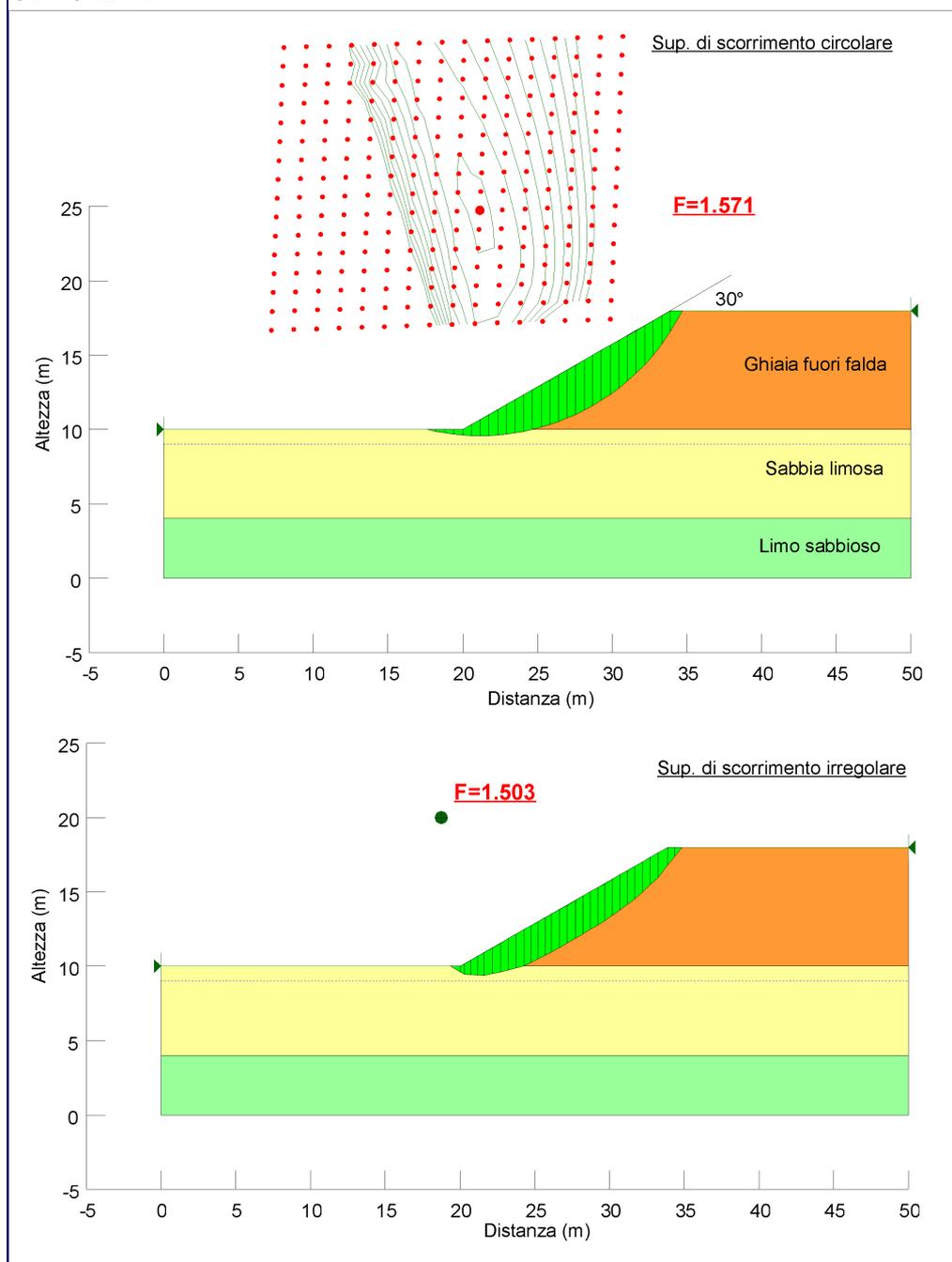


Fig. d – Risultati delle analisi di stabilità del Settore N.E., espresse come superficie di scorrimento critica e relativo Fattore di sicurezza.

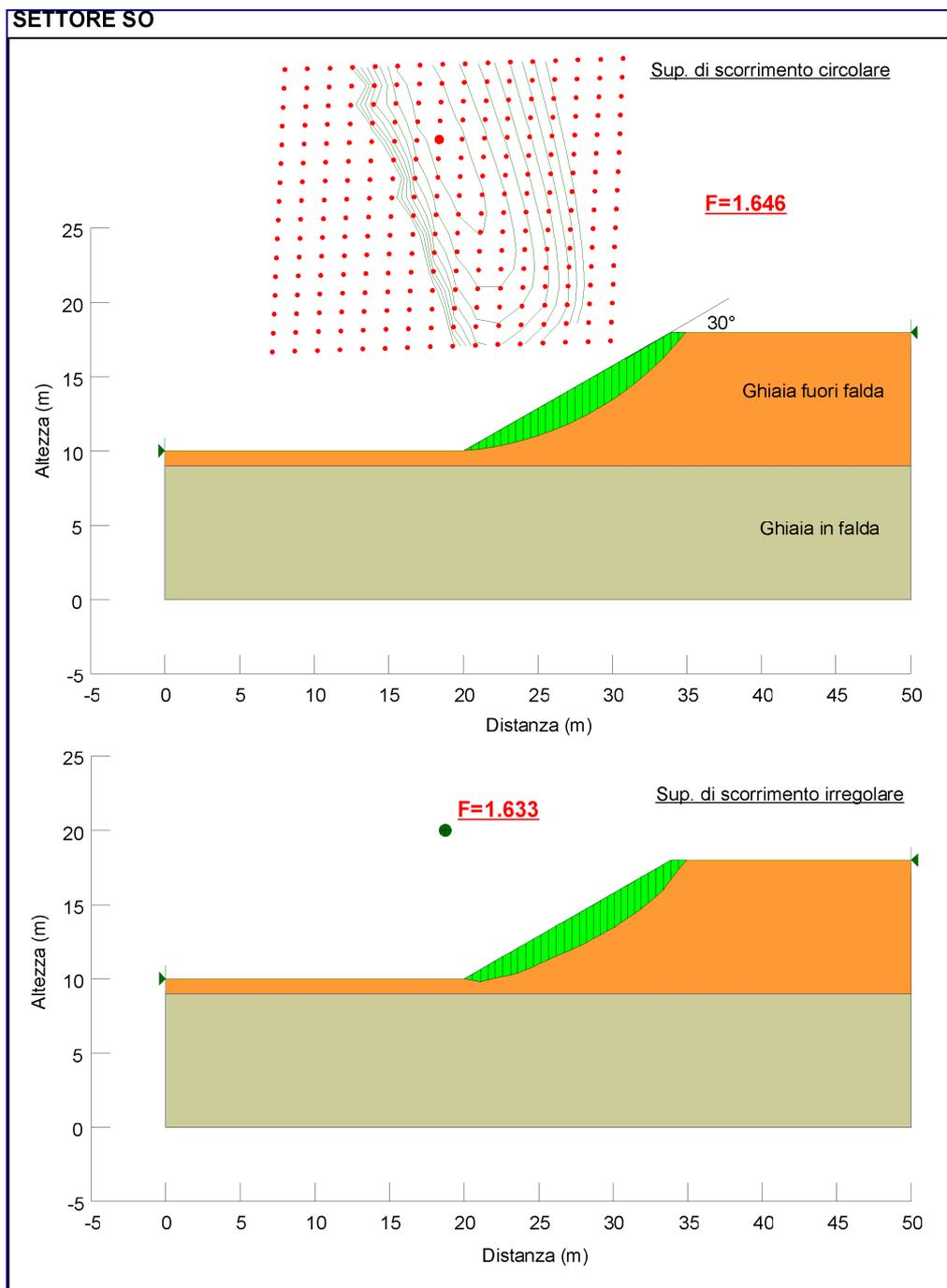


Fig. e – Risultati delle analisi di stabilità del Settore S.O., espresse come superficie di scorrimento critica e relativo Fattore di sicurezza.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROCA0000264

Rev.

0

Foglio

45 di 72

CAVA VR01 - SETTORE N.E. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CIRCOLARE - PAG. 1 - DATESTAMP 06/11/2005

3=METHOD 1792=NO. OF SLIP SURFACES 7=NO. OF RADII 2=SIDE FUNCTION TYPE

18.9500=X-COOR.

26.5550=Y-COOR.

COMPUTED AXIS

SLIP NO.	X-COORD.	Y-COORD.	RADIUS	ITERATION NO.	LAMBDA	FACTOR OF SAFETY (MOMENT)	FACTOR OF SAFETY (FORCE)
1	7.190	16.670	7.797	1	0.0000	16.8925403	15.8731314
1	7.190	16.670	7.797	4	0.0000	17.9308423	16.9031055
1	7.190	16.670	7.797	3	-0.0450	17.9324719	17.9339946
2	7.190	16.670	8.089	1	0.0000	15.8808558	14.6839903
2	7.190	16.670	8.089	4	0.0000	17.1691663	16.0040470
2	7.190	16.670	8.089	3	-0.0435	17.1712973	17.1753875
3	7.190	16.670	8.382	1	0.0000	14.9566155	13.6198436
3	7.190	16.670	8.382	4	0.0000	16.4885875	15.2095404
3	7.190	16.670	8.382	3	-0.0424	16.4912448	16.5003324
4	7.190	16.670	8.674	1	0.0000	14.1962548	12.7439298
4	7.190	16.670	8.674	3	0.0000	15.9643115	14.5811240
4	7.190	16.670	8.674	3	-0.0412	15.9674723	15.9664741
5	7.190	16.670	8.966	1	0.0000	13.5736324	12.0235233
5	7.190	16.670	8.966	4	0.0000	15.5726163	14.0886060
5	7.190	16.670	8.966	3	-0.0405	15.5762982	15.5754873
6	7.190	16.670	9.259	1	0.0000	13.0586162	11.4238792
6	7.190	16.670	9.259	5	0.0000	15.2777502	13.6937874
6	7.190	16.670	9.259	3	-0.0400	15.2819495	15.2802077
7	7.190	16.670	9.551	1	0.0000	12.6258933	10.9173203
7	7.190	16.670	9.551	5	0.0000	15.0594235	13.3788508
7	7.190	16.670	9.551	3	-0.0396	15.0641306	15.0604291
8	8.702	16.720	7.707	1	0.0000	17.1404462	16.2351898
8	8.702	16.720	7.707	4	0.0000	18.0502820	17.1249761
8	8.702	16.720	7.707	3	-0.0457	18.0516889	18.0525001
9	8.702	16.720	8.001	1	0.0000	16.3591412	15.2481086
9	8.702	16.720	8.001	4	0.0000	17.5221189	16.4250855
9	8.702	16.720	8.001	3	-0.0442	17.5239952	17.5265473
10	8.702	16.720	8.295	1	0.0000	15.3617539	14.0954775
10	8.702	16.720	8.295	4	0.0000	16.7703417	15.5516793
10	8.702	16.720	8.295	3	-0.0429	16.7727344	16.7788743
11	8.702	16.720	8.588	1	0.0000	14.5223871	13.1305440
11	8.702	16.720	8.588	4	0.0000	16.1718905	14.8454187
11	8.702	16.720	8.588	3	-0.0416	16.1747901	16.1741573
12	8.702	16.720	8.882	1	0.0000	13.8378817	12.3402752
12	8.702	16.720	8.882	4	0.0000	15.7167301	14.2869595
12	8.702	16.720	8.882	3	-0.0409	15.7201518	15.7186723
13	8.702	16.720	9.176	1	0.0000	13.2745759	11.6867665
13	8.702	16.720	9.176	4	0.0000	15.3802894	13.8529753
13	8.702	16.720	9.176	3	-0.0402	15.3842302	15.3830461
14	8.702	16.720	9.469	1	0.0000	12.8053277	11.1389190
14	8.702	16.720	9.469	5	0.0000	15.1277940	13.5014187
14	8.702	16.720	9.469	3	-0.0398	15.1322473	15.1296458
15	10.214	16.770	7.618	1	0.0000	17.0124977	16.2351898
15	10.214	16.770	7.618	4	0.0000	17.7936577	17.0014214
15	10.214	16.770	7.618	3	-0.0459	17.7948699	17.7951356
16	10.214	16.770	7.913	1	0.0000	16.8293048	15.8133154
16	10.214	16.770	7.913	4	0.0000	17.8664465	16.8447606
16	10.214	16.770	7.913	3	-0.0450	17.8680795	17.8695858
17	10.214	16.770	8.208	1	0.0000	15.8033508	14.6133959
17	10.214	16.770	8.208	4	0.0000	17.0905965	15.9348206

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
46 di 72

17	10.214	16.770	8.208	3	-0.0434	17.0927306	17.0967703
18	10.214	16.770	8.503	1	0.0000	14.8820376	13.5540508
18	10.214	16.770	8.503	4	0.0000	16.4100280	15.1410015
18	10.214	16.770	8.503	3	-0.0424	16.4126884	16.4216072
CAVA VR01 - SETTORE N.E. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CIRCOLARE - PAG. 86 - DATESTAMP 06/11/2005							
1783	29.198	36.390	26.655	1	0.0000	2.7401755	2.8270357
1783	29.198	36.390	26.655	4	0.0000	2.8937084	2.7092790
1783	29.198	36.390	26.655	3	-0.3974	2.8854094	2.8925567
1784	29.198	36.390	26.968	1	0.0000	2.6722717	2.7585560
1784	29.198	36.390	26.968	4	0.0000	2.8286900	2.6439260
1784	29.198	36.390	26.968	3	-0.3985	2.8187362	2.8263270
1785	29.198	36.390	27.281	1	0.0000	2.6277716	2.7154428
1785	29.198	36.390	27.281	4	0.0000	2.7882615	2.6007295
1785	29.198	36.390	27.281	3	-0.3986	2.7782355	2.7863907
1786	30.710	36.440	25.313	1	0.0000	3.2112541	3.3019412
1786	30.710	36.440	25.313	4	0.0000	3.3672692	3.1662492
1786	30.710	36.440	25.313	3	-0.3645	3.3674725	3.3744535
1787	30.710	36.440	25.628	1	0.0000	3.2042934	3.3003518
1787	30.710	36.440	25.628	4	0.0000	3.3683029	3.1578582
1787	30.710	36.440	25.628	3	-0.3642	3.3685236	3.3761813
1788	30.710	36.440	25.942	1	0.0000	3.1986169	3.3000079
1788	30.710	36.440	25.942	4	0.0000	3.3705518	3.1507538
1788	30.710	36.440	25.942	3	-0.3639	3.3707883	3.3791461
1789	30.710	36.440	26.256	1	0.0000	3.1940548	3.3007375
1789	30.710	36.440	26.256	4	0.0000	3.3738445	3.1447660
1789	30.710	36.440	26.256	3	-0.3636	3.3740953	3.3831755
1790	30.710	36.440	26.571	1	0.0000	3.0667337	3.1683010
1790	30.710	36.440	26.571	4	0.0000	3.2485117	3.0248033
1790	30.710	36.440	26.571	3	-0.3653	3.2421313	3.2513122
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM: FELLENIUS OR ORDINARY METHOD

22.4780=X-COOR. 20.9740=Y-COOR. 12.5082=RADIUS 1.4293070=F.S.

413=SLIP#

MOMENT EQUILIBRIUM: BISHOP SIMPLIFIED METHOD

21.1340=X-COOR. 24.7280=Y-COOR. 15.1447=RADIUS 1.5802895=F.S.

738=SLIP#

FORCE EQUILIBRIUM: JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f<sub>o</sub> FACTOR)

22.4780=X-COOR. 20.9740=Y-COOR. 12.5082=RADIUS 1.4346840=F.S.

413=SLIP#

MOMENT AND FORCE EQUILIBRIUM: MORGENSTERN-PRICE METHOD

21.1340=X-COOR. 24.7280=Y-COOR. 15.1447=RADIUS 1.5708721=F.S.

738=SLIP#

NORMAL TERMINATION OF SLOPE

MOST\_CRITICAL # SLIP\_SURFACE #  
 =====



1

738

SLIP\_SURFACE # AUTOTENSIONELEV

=====

CAVA VR01 - SETTORE N.E. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO IRREGOLARE - PAG. 1 - DATESTAMP 07/11/2005  
 3=METHOD 1000=NO. OF SLIP SURFACES 1=NO. OF RADII 2=SIDE FUNCTION TYPE  
 18.7500=X-COOR. 20.0000=Y-COOR. COMPUTED AXIS

SLIP NO.	X-COORD.	Y-COORD.	RADIUS	ITERATION NO.	LAMBDA	FACTOR OF (MOMENT)	SAFETY (FORCE)
1	-11.501	172.796	163.201	1	0.0000	2.9607433	2.9598689
1	-11.501	172.796	163.201	4	0.0000	2.9616049	2.9592209
1	-11.501	172.796	163.201	3	-0.1879	2.9614914	2.9596351
2	5.463	64.923	55.194	1	0.0000	3.1826453	3.1965923
2	5.463	64.923	55.194	5	0.0000	3.1901855	3.1750229
2	5.463	64.923	55.194	3	-0.2500	3.1897652	3.1806921
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
4	10.468	33.094	25.356	1	0.0000	5.7364195	5.9954362
4	10.468	33.094	25.356	5	0.0000	6.1313462	5.7099578
4	10.468	33.094	25.356	3	-0.1546	6.1275780	6.1270065
5	11.364	27.397	20.780	1	0.0000	3.9757301	4.2768897
5	11.364	27.397	20.780	5	0.0000	4.5610126	4.0746429
5	11.364	27.397	20.780	3	-0.1646	4.5608999	4.5582213
6	11.968	23.558	18.085	1	0.0000	3.3542621	3.7198431
6	11.968	23.558	18.085	6	0.0000	4.1888201	3.5657949
6	11.968	23.558	18.085	3	-0.1672	4.1935113	4.1905754
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
11	-12.648	187.668	178.118	1	0.0000	3.0095668	3.0084489
11	-12.648	187.668	178.118	4	0.0000	3.0103927	3.0078839
11	-12.648	187.668	178.118	3	-0.1779	3.0103006	3.0082678
12	5.925	69.946	60.238	1	0.0000	2.1046380	2.1114563
12	5.925	69.946	60.238	4	0.0000	2.1125754	2.1016811
12	5.925	69.946	60.238	3	-0.2500	2.1117772	2.1057705
13	9.720	45.889	37.182	1	0.0000	1.8671803	1.8860310
13	9.720	45.889	37.182	4	0.0000	1.8854094	1.8615244
13	9.720	45.889	37.182	3	-0.6008	1.8832150	1.8808022
14	11.405	35.212	27.671	1	0.0000	2.8022339	3.0010301
14	11.405	35.212	27.671	4	0.0000	3.0852172	2.8466968
14	11.405	35.212	27.671	3	-0.2563	3.0805698	3.0903122
15	12.385	28.995	22.676	1	0.0000	2.4917328	2.7339113

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
48 di 72

15	12.385	28.995	22.676	5	0.0000	2.9308950	2.6106407
15	12.385	28.995	22.676	3	-0.2257	2.9326374	2.9296812
16	13.046	24.806	19.734	1	0.0000	2.3068593	2.6091021
16	13.046	24.806	19.734	6	0.0000	2.9500817	2.5144955
16	13.046	24.806	19.734	3	-0.2149	2.9584533	2.9564030
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
CAVA VR01 - SETTORE N.E. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO IRREGOLARE - PAG. 49 - DATESTAMP 07/11/2005							
989	34.048	19.687	13.616	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
989	34.048	19.687	13.616	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
991	-2.926	184.554	174.761	1	0.0000	3.1153836	3.1138101
991	-2.926	184.554	174.761	4	0.0000	3.1183353	3.1116132
991	-2.926	184.554	174.761	3	-0.1522	3.1182885	3.1130881
992	23.524	70.712	58.988	1	0.0000	3.1368573	3.1475943
992	23.524	70.712	58.988	4	0.0000	3.1669924	3.1228302
992	23.524	70.712	58.988	3	-0.4178	3.1670732	3.1674892
993	28.914	47.515	36.273	1	0.0000	3.2187112	3.2641529
993	28.914	47.515	36.273	4	0.0000	3.3071101	3.1894029
993	28.914	47.515	36.273	3	-0.3718	3.3073217	3.3098403
994	31.295	37.267	26.853	1	0.0000	3.3515964	3.4558013
994	31.295	37.267	26.853	4	0.0000	3.5320327	3.2992122
994	31.295	37.267	26.853	3	-0.3508	3.5322535	3.5411926
995	32.673	31.335	21.864	1	0.0000	3.2700320	3.4308076
995	32.673	31.335	21.864	4	0.0000	3.5673540	3.2118240
995	32.673	31.335	21.864	3	-0.3160	3.5574746	3.5556040
996	33.596	27.365	18.890	1	0.0000	3.3072127	3.5471795
996	33.596	27.365	18.890	5	0.0000	3.7572699	3.2358327
996	33.596	27.365	18.890	3	-0.2974	3.7472152	3.7439605
997	34.272	24.452	17.000	1	0.0000	3.3645012	3.6901130
997	34.272	24.452	17.000	5	0.0000	4.0032234	3.2834873
997	34.272	24.452	17.000	3	-0.2826	3.9953236	3.9969447
998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM: FELLENIUS OR ORDINARY METHOD

22.7176=X-COOR. 18.9585=Y-COOR. 12.7585=RADIUS 1.3878371=F.S.

538=SLIP#

MOMENT EQUILIBRIUM: BISHOP SIMPLIFIED METHOD

21.4886=X-COOR. 23.6298=Y-COOR. 13.9139=RADIUS 1.5946782=F.S.

625=SLIP#

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
49 di 72

FORCE EQUILIBRIUM: JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR)  
22.0756=X-COOR. 21.1036=Y-COOR. 12.0209=RADIUS 1.4454887=F.S.  
626=SLIP#

MOMENT AND FORCE EQUILIBRIUM: MORGENSTERN-PRICE METHOD  
21.4886=X-COOR. 23.6298=Y-COOR. 13.9139=RADIUS 1.5031420=F.S.  
625=SLIP#

NORMAL TERMINATION OF SLOPE

MOST_CRITICAL #	SLIP_SURFACE #
1	625

SLIP_SURFACE #	AUTOTENSIONELEV
1	625

CAVA VR01 - SETTORE S.O. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CIRCOLARE - PAG. 1 - DATESTAMP 07/11/2005  
3=METHOD 1792=NO. OF SLIP SURFACES 7=NO. OF RADII 2=SIDE FUNCTION TYPE  
18.9500=X-COOR. 26.5550=Y-COOR. COMPUTED AXIS

SLIP NO.	X-COORD.	Y-COORD.	RADIUS	ITERATION NO.	LAMBDA	FACTOR OF SAFETY (MOMENT)	FACTOR OF SAFETY (FORCE)
1	7.190	16.670	7.797	1	0.0000	25.6882309	23.9108219
1	7.190	16.670	7.797	5	0.0000	26.8633278	25.5557303
1	7.190	16.670	7.797	3	-0.0381	26.8644095	26.8661861
2	7.190	16.670	8.089	1	0.0000	22.4473013	20.5433120
2	7.190	16.670	8.089	5	0.0000	23.9497005	22.5548197
2	7.190	16.670	8.089	3	-0.0368	23.9514170	23.9555429
3	7.190	16.670	8.382	1	0.0000	20.4750961	18.4558619
3	7.190	16.670	8.382	4	0.0000	22.2966418	20.7820377
3	7.190	16.670	8.382	3	-0.0363	22.2990280	22.3081015
4	7.190	16.670	8.674	1	0.0000	19.0791894	16.9574962
4	7.190	16.670	8.674	4	0.0000	21.2065940	19.5696266
4	7.190	16.670	8.674	3	-0.0358	21.2096180	21.2093605
5	7.190	16.670	8.966	1	0.0000	18.0214847	15.8093032
5	7.190	16.670	8.966	5	0.0000	20.4445323	18.6849614
5	7.190	16.670	8.966	3	-0.0356	20.4481926	20.4474349
6	7.190	16.670	9.259	1	0.0000	17.1862551	14.8929720
6	7.190	16.670	9.259	5	0.0000	19.8887824	18.0071039
6	7.190	16.670	9.259	3	-0.0355	19.8930689	19.8910955
7	7.190	16.670	9.551	1	0.0000	16.5055621	14.1402041
7	7.190	16.670	9.551	6	0.0000	19.4780167	17.4787274
7	7.190	16.670	9.551	3	-0.0355	19.4829151	19.4786963
8	8.702	16.720	7.707	1	0.0000	29.2690975	27.5402609
8	8.702	16.720	7.707	5	0.0000	30.2867459	28.9137821
8	8.702	16.720	7.707	3	-0.0404	30.2877919	30.2888799
9	8.702	16.720	8.001	1	0.0000	23.7189335	21.8872308
9	8.702	16.720	8.001	5	0.0000	25.0577713	23.7221488
9	8.702	16.720	8.001	3	-0.0372	25.0591637	25.0621338
10	8.702	16.720	8.295	1	0.0000	21.2922221	19.3387740
10	8.702	16.720	8.295	5	0.0000	22.9538520	21.5071407
10	8.702	16.720	8.295	3	-0.0365	22.9559103	22.9620873
11	8.702	16.720	8.588	1	0.0000	19.6624158	17.6010783
11	8.702	16.720	8.588	4	0.0000	21.6375835	20.0686876
11	8.702	16.720	8.588	3	-0.0359	21.6402874	21.6391326
12	8.702	16.720	8.882	1	0.0000	18.4637869	16.3056248
12	8.702	16.720	8.882	4	0.0000	20.7345159	19.0428974

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
50 di 72

12	8.702	16.720	8.882	3	-0.0358	20.7378656	20.7374014
13	8.702	16.720	9.176	1	0.0000	17.5331914	15.2899682
13	8.702	16.720	9.176	5	0.0000	20.0927851	18.2786531
13	8.702	16.720	9.176	3	-0.0356	20.0967639	20.0954848
14	8.702	16.720	9.469	1	0.0000	16.7859417	14.4664530
14	8.702	16.720	9.469	5	0.0000	19.6193858	17.6845984
14	8.702	16.720	9.469	3	-0.0355	19.6239832	19.6211134
15	10.214	16.770	7.618	1	0.0000	30.6153585	29.0355279
15	10.214	16.770	7.618	5	0.0000	31.4890432	30.2648266
15	10.214	16.770	7.618	3	-0.0401	31.4899001	31.4904197
16	10.214	16.770	7.913	1	0.0000	25.4222265	23.6632656
16	10.214	16.770	7.913	5	0.0000	26.5981205	25.3069612
16	10.214	16.770	7.913	3	-0.0380	26.5992136	26.6009644
17	10.214	16.770	8.208	1	0.0000	22.2726381	20.3880749
17	10.214	16.770	8.208	5	0.0000	23.7760099	22.3939314
17	10.214	16.770	8.208	3	-0.0367	23.7777430	23.7818246
18	10.214	16.770	8.503	1	0.0000	20.3355575	18.3359312
18	10.214	16.770	8.503	4	0.0000	22.1542613	20.6517912
18	10.214	16.770	8.503	3	-0.0363	22.1566625	22.1655909
CAVA VR01 - SETTORE N.E. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CIRCOLARE - PAG. 86 - DATESTAMP 07/11/2005							
1783	29.198	36.390	26.655	1	0.0000	2.8964185	2.9965514
1783	29.198	36.390	26.655	4	0.0000	3.0590362	2.8565691
1783	29.198	36.390	26.655	3	-0.3911	3.0593817	3.0672825
1784	29.198	36.390	26.968	1	0.0000	2.8989906	3.0040363
1784	29.198	36.390	26.968	4	0.0000	3.0688733	2.8578638
1784	29.198	36.390	26.968	3	-0.3902	3.0692366	3.0777930
1785	29.198	36.390	27.281	1	0.0000	2.9020253	3.0119519
1785	29.198	36.390	27.281	4	0.0000	3.0791199	2.8596187
1785	29.198	36.390	27.281	3	-0.3893	3.0794995	3.0887306
1786	30.710	36.440	25.313	1	0.0000	3.2112541	3.3019412
1786	30.710	36.440	25.313	4	0.0000	3.3672692	3.1662492
1786	30.710	36.440	25.313	3	-0.3645	3.3674725	3.3744535
1787	30.710	36.440	25.628	1	0.0000	3.2042934	3.3003518
1787	30.710	36.440	25.628	4	0.0000	3.3683029	3.1578582
1787	30.710	36.440	25.628	3	-0.3642	3.3685236	3.3761813
1788	30.710	36.440	25.942	1	0.0000	3.1986169	3.3000079
1788	30.710	36.440	25.942	4	0.0000	3.3705518	3.1507538
1788	30.710	36.440	25.942	3	-0.3639	3.3707883	3.3791461
1789	30.710	36.440	26.256	1	0.0000	3.1940548	3.3007375
1789	30.710	36.440	26.256	4	0.0000	3.3738445	3.1447660
1789	30.710	36.440	26.256	3	-0.3636	3.3740953	3.3831755
1790	30.710	36.440	26.571	1	0.0000	3.1904645	3.3023960
1790	30.710	36.440	26.571	4	0.0000	3.3780371	3.1397518
1790	30.710	36.440	26.571	3	-0.3633	3.3783006	3.3881245
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1791	30.710	36.440	26.885	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000
1792	30.710	36.440	27.199	0	0.0000	992.0000000	992.0000000

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM: FELLENIUS OR ORDINARY METHOD

GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA

Cepav due



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
51 di 72

19.7900=X-COOR.      28.4820=Y-COOR.      18.3964=RADIUS      1.5773879=F.S.  
1065=SLIP#

MOMENT EQUILIBRIUM: BISHOP SIMPLIFIED METHOD

18.3900=X-COOR.      30.9680=Y-COOR.      21.0010=RADIUS      1.6487918=F.S.  
1282=SLIP#

FORCE EQUILIBRIUM: JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR)

21.1900=X-COOR.      25.9960=Y-COOR.      15.7919=RADIUS      1.5649556=F.S.  
848=SLIP#

MOMENT AND FORCE EQUILIBRIUM: MORGENSTERN-PRICE METHOD

18.3900=X-COOR.      30.9680=Y-COOR.      21.0010=RADIUS      1.6462469=F.S.  
1282=SLIP#

NORMAL TERMINATION OF SLOPE

MOST\_CRITICAL #      SLIP\_SURFACE #  
=====

1	1282
---	------

SLIP\_SURFACE #      AUTOTENSIONELEV  
=====

CAVA VR01 - SETTORE S.O. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO IRREGOLARE - PAG. 1 - DATESTAMP 07/11/2005  
3=METHOD 1000=NO. OF SLIP SURFACES    1=NO. OF RADII    2=SIDE FUNCTION TYPE  
18.7500=X-COOR.      20.0000=Y-COOR.      COMPUTED AXIS

SLIP NO.	X-COORD.	Y-COORD.	RADIUS	ITERATION NO.	LAMBDA	FACTOR OF SAFETY (MOMENT)	FACTOR OF SAFETY (FORCE)
1	-11.501	172.796	163.201	1	0.0000	2.9607433	2.9598689
1	-11.501	172.796	163.201	4	0.0000	2.9616049	2.9592209
1	-11.501	172.796	163.201	3	-0.1879	2.9614914	2.9596351
2	5.463	64.923	55.194	1	0.0000	3.1826453	3.1965923
2	5.463	64.923	55.194	5	0.0000	3.1901855	3.1750229
2	5.463	64.923	55.194	3	-0.2500	3.1897652	3.1806921
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
3	8.930	42.878	34.069	0	0.0000	993.0000000	993.0000000
4	10.468	33.094	25.356	1	0.0000	7.4405848	7.7910016
4	10.468	33.094	25.356	5	0.0000	7.9142394	7.3421852
4	10.468	33.094	25.356	3	-0.1502	7.9176003	7.9169221
5	11.364	27.397	20.780	1	0.0000	5.0553501	5.4507785
5	11.364	27.397	20.780	5	0.0000	5.7592696	5.1209774
5	11.364	27.397	20.780	3	-0.1612	5.7659622	5.7645672
6	11.968	23.558	18.085	1	0.0000	4.2387831	4.7105306
6	11.968	23.558	18.085	6	0.0000	5.2466395	4.4421253
6	11.968	23.558	18.085	3	-0.1642	5.2573399	5.2535691
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
7	12.414	20.719	16.402	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
8	12.766	18.480	15.326	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
9	13.057	16.630	14.644	0	0.0000	997.0000000	997.0000000

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417_02	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROCA0000264	Rev. 0	Foglio 52 di 72
------------------	------------------	-------------	--------------------------------------	-----------	--------------------

10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
10	13.307	15.045	14.231	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
11	-12.648	187.668	178.118	1	0.0000	3.0095668	3.0084489
11	-12.648	187.668	178.118	4	0.0000	3.0103927	3.0078839
11	-12.648	187.668	178.118	3	-0.1779	3.0103006	3.0082678
12	5.925	69.946	60.238	1	0.0000	2.1046380	2.1114563
12	5.925	69.946	60.238	4	0.0000	2.1125754	2.1016811
12	5.925	69.946	60.238	3	-0.2500	2.1117772	2.1057705
13	9.720	45.889	37.182	1	0.0000	1.8671803	1.8860310
13	9.720	45.889	37.182	4	0.0000	1.8854094	1.8615244
13	9.720	45.889	37.182	3	-0.6008	1.8832150	1.8808022
14	11.405	35.212	27.671	1	0.0000	3.4531653	3.7321743
14	11.405	35.212	27.671	5	0.0000	3.7959453	3.4717012
14	11.405	35.212	27.671	3	-0.2449	3.8041354	3.8027643
15	12.385	28.995	22.676	1	0.0000	3.0773263	3.4034101
15	12.385	28.995	22.676	5	0.0000	3.6050687	3.1837607
15	12.385	28.995	22.676	3	-0.2256	3.6170673	3.6155698
16	13.046	24.806	19.734	1	0.0000	2.8610229	3.2585463
16	13.046	24.806	19.734	6	0.0000	3.6350133	3.0713229
16	13.046	24.806	19.734	3	-0.2134	3.6519814	3.6456667
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
17	13.535	21.709	17.897	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
18	13.920	19.266	16.722	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
CAVA VR01 - SETTORE S.O. SUPERFICIE DI SCORRIMENTO IRREGOLARE - PAG. 48 - DATESTAMP 07/11/2005							
989	34.048	19.687	13.616	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
989	34.048	19.687	13.616	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
989	34.048	19.687	13.616	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
990	34.394	18.242	13.125	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
991	-2.926	184.554	174.761	1	0.0000	3.1153836	3.1138101
991	-2.926	184.554	174.761	4	0.0000	3.1183353	3.1116132
991	-2.926	184.554	174.761	3	-0.1522	3.1182885	3.1130881
992	23.524	70.712	58.988	1	0.0000	3.1368573	3.1475943
992	23.524	70.712	58.988	4	0.0000	3.1669924	3.1228302
992	23.524	70.712	58.988	3	-0.4178	3.1670732	3.1674892
993	28.914	47.515	36.273	1	0.0000	3.2187112	3.2641529
993	28.914	47.515	36.273	4	0.0000	3.3071101	3.1894029
993	28.914	47.515	36.273	3	-0.3718	3.3073217	3.3098403
994	31.295	37.267	26.853	1	0.0000	3.3515964	3.4558013
994	31.295	37.267	26.853	4	0.0000	3.5320327	3.2992122
994	31.295	37.267	26.853	3	-0.3508	3.5322535	3.5411926
995	32.673	31.335	21.864	1	0.0000	3.5339821	3.7219790
995	32.673	31.335	21.864	4	0.0000	3.8432420	3.4467077
995	32.673	31.335	21.864	3	-0.3185	3.8431592	3.8409647
996	33.596	27.365	18.890	1	0.0000	3.7854176	4.0849312
996	33.596	27.365	18.890	5	0.0000	4.2666270	3.6471099
996	33.596	27.365	18.890	3	-0.3029	4.2743285	4.2700776
997	34.272	24.452	17.000	1	0.0000	3.9510463	4.3610023
997	34.272	24.452	17.000	5	0.0000	4.6506876	3.7777268
997	34.272	24.452	17.000	3	-0.2879	4.6597506	4.6589017
998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
53 di 72

998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
998	34.802	22.173	15.761	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
999	35.236	20.304	14.942	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000
1000	35.605	18.715	14.412	0	0.0000	997.0000000	997.0000000

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM: FELLENIOUS OR ORDINARY METHOD

20.6114=X-COOR. 27.4046=Y-COOR. 17.0887=RADIUS 1.5843126=F.S.

624=SLIP#

MOMENT EQUILIBRIUM: BISHOP SIMPLIFIED METHOD

20.6114=X-COOR. 27.4046=Y-COOR. 17.0887=RADIUS 1.6704983=F.S.

624=SLIP#

FORCE EQUILIBRIUM: JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f<sub>o</sub> FACTOR)

20.6114=X-COOR. 27.4046=Y-COOR. 17.0887=RADIUS 1.5713429=F.S.

624=SLIP#

MOMENT AND FORCE EQUILIBRIUM: MORGENSTERN-PRICE METHOD

20.6114=X-COOR. 27.4046=Y-COOR. 17.0887=RADIUS 1.6327752=F.S.

624=SLIP#

NORMAL TERMINATION OF SLOPE

MOST\_CRITICAL # SLIP\_SURFACE #

=====

1

624

SLIP\_SURFACE # AUTOTENSIONELEV

## 6 PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE

La situazione plano-altimetrica del sito estrattivo, aggiornata al mese di ottobre 2005, è rappresentata nell'elaborato cartografico allegato (n. 4).

L'area richiesta in coltivazione interesserà due settori distinti topograficamente che, nel seguito della relazione, verranno denominati come **settore nord** e **settore sud** (anche se sarebbe più preciso definirli come settori nord est e sud ovest).

Nel settore meridionale dell'area di cava invece (cfr. allegato 3), all'interno di una superficie estesa complessivamente ca. mq 18.500, verrà realizzata la zona per servizi (zona con impianti di lavorazione del materiale estratto, deposito automezzi, box prefabbricati per uffici, magazzino, servizi igienici-spogliatoi, ecc.).



Il settore **nord** interesserà i terreni di cui ai mappali n. 333, 334, 26, 27, 126p, il settore **sud** comprenderà i terreni di cui ai mappali n. 40, 128, mentre l'area servizi occuperà i mappali n. 126p.

Tutte le sopraccitate particelle catastali ricadono nel F. 35 del Comune di Castelnuovo del Garda e, più precisamente, l'area di cava risulta complessivamente pari a mq 168.940 mentre l'area di scavo s.s. si estende su una superficie di mq 125.234.

Per quanto attiene le **fasce di rispetto** nei confronti di proprietà altrui e sedi stradali (non sono presenti infatti nell'area altri manufatti o corsi d'acqua soggetti a vincolo rispetto ai quali le opere di escavazione dovrebbero osservare una distanza stabilita) si prevede di mantenere le seguenti distanze:

- metri 10.0 (dieci) dal ciglio della sede stradale di Via Mischi;
- metri 8.0 (otto) dal confine con i fondi altrui (art. 891 Codice Civile).

L'art. 104 del D.P.R. 128/59 (Norme di polizia delle miniere e delle cave) prescrive che "... sono vietati gli scavi a cielo aperto per ricerca o estrazione di sostanze minerali a distanze minori di: 20 m da strade di uso pubblico carrozzabili ...."; si richiede pertanto, con il presente progetto, l'autorizzazione per l'avvicinamento a m 10, in deroga a quanto stabilito dal sopra citato articolo di legge.

L'art. 891 del C.C. stabilisce che "Chi vuole scavare fossi o canali presso il confine, se non dispongono in modo diverso i regolamenti locali, deve osservare una distanza eguale alla profondità del fosso o canale" (tale disposizione è stata in seguito estesa a tutte le escavazioni non aventi carattere provvisorio - Cassazione, sez. II, 27.02.1976, n. 648). La misura di m 8.0 rappresenta il dislivello fra fondo scavo e quota media del piano campagna naturale presente nella zona settentrionale del settore nord di cava.

Nei riguardi del presente progetto, dato che lo spessore di terreno che verrà interessato dai lavori di escavazione non risulta costante, ma diminuisce progressivamente in genere da nord ovest verso sud est, sarebbe stato possibile ipotizzare, nel settore meridionale, anche delle fasce di rispetto di larghezza minore.

Tuttavia, per motivazioni di ordine pratico, per ottenere superfici di maggior estensione nelle adiacenze dei cigli superiori di scavo in corrispondenza delle quali si dovranno accumulare le quantità di terreno agrario presenti nel sito e per esigenze di sicurezza, si è ritenuto opportuno mantenere una distanza di rispetto costante di metri otto dalle proprietà altrui (anche se, ad es., in corrispondenza della zona meridionale del settore sud di cava lo scavo avrà un'altezza media attorno a metri sei).

Le esigenze di sicurezza sono riferibili alla circostanza che in alcuni settori, il ciglio superiore della fossa di cava risulterà adiacente a delle strade sterrate che saranno percorse dagli automezzi che



trasportano il materiale estratto agli impianti di lavorazione o anche da altri mezzi anche più pesanti e ingombranti (pale, ruspe cingolate, ecc.). Dato che, inoltre, la strada che delimita ad est il settore sud di cava dovrà essere allargata di alcuni metri verso occidente, si ritiene opportuno far transitare mezzi così pesanti ad una distanza di almeno 3-4 metri dal ciglio superiore di escavazione.

Sulla base delle caratteristiche morfologiche e della configurazione geometrica dell'area, tenuto conto delle risultanze delle indagini geologico-tecniche ed idrogeologiche, che hanno evidenziato come i lavori estrattivi, così come proposti con il presente progetto, non possano determinare alcun squilibrio alla situazione idrogeologica locale, è stato stabilito un programma di coltivazione e di ricomposizione ambientale con complessivi n. 4 (quattro) lotti di sviluppo dei lavori, indicati nella planimetria alla scala 1:1.000 riportata in all. 7.

Dei quattro lotti di progetto, i primi due riguarderanno il settore sud, con avanzamento generale dei lavori da meridione verso settentrione e creazione, nella fase iniziale, di una rampa di collegamento fondo cava - strada sterrata di collegamento con gli impianti di lavorazione del materiale estratto.

I restanti due lotti interesseranno l'area posta a nord, con la realizzazione, nelle fasi iniziali di coltivazione anche di questo "bacino", di una rampa di collegamento fondo cava - strada per gli impianti di lavorazione del materiale.

La valutazione dei volumi di terreno incoerente, che saranno interessati dallo scavo, è stata eseguita sulla base di calcoli svolti con il metodo dei "prismoidi" con impiego del software Cadpak, tenendo conto della configurazione morfologica che l'area verrà ad assumere a coltivazione ultimata.

Tale configurazione risulta condizionata soprattutto dall'inclinazione delle scarpate di cava, che sia in fase di coltivazione che a ricomposizione ambientale avvenuta si prevede non superiore a 30° rispetto al piano orizzontale, dalla necessità di dover riportare sul fondo cava, contestualmente allo svolgimento dell'attività estrattiva, i materiali "fini" provenienti dal lavaggio del materiale ghiaioso sabbioso scavato ed il terreno agrario in precedenza accumulato sui bordo superiore dei bacini estrattivi, ed infine dalla situazione idrogeologica locale che determina la profondità a cui spingere i lavori di escavazione, dovendo lasciare cautelativamente un "franco" di almeno un metro tra il previsto piano finale di scavo ed il livello della falda freatica come misurata nel corso delle indagini svolte in campagna.

A proposito di quest'ultimo aspetto risulta opportuno e necessario precisare quanto segue.

Non è stato possibile estendere, per un adeguato periodo di tempo (almeno alcuni anni) e con una certa cadenza temporale stabilita, le misure di profondità con sonda freatimetrica del tetto della falda

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000264Rev.  
0Foglio  
56 di 72

freatica all'interno dei pozzi per acqua censiti nell'area, al fine di ottenere una stima abbastanza realistica del valore del livello massimo che può essere raggiunto dalla falda presente in zona (ovvero ricavare un valore del livello di massima escursione della falda freatica valutato come media delle massime oscillazioni riscontrate in un congruo periodo di tempo).

Non risulta presente d'altronde nell'area alcun pozzo (anche sulla base di informazioni assunte presso l'U.T. comunale ed il Genio Civile di Verona) che prelevi acqua esclusivamente dalla prima falda, monitorato da un adeguato periodo di tempo, con la possibilità dunque di risalire ai dati-informazioni necessari per poter definire la profondità massima a cui spingere l'attività di scavo nel corso dei lavori estrattivi.

Tuttavia, qualora si fosse anche individuato, nelle vicinanze del sito in esame, un tale manufatto per il prelievo idrico, le condizioni geo-idrologiche particolarmente complesse caratterizzanti il sottosuolo dell'area in esame (come descritte in precedenza) non avrebbero permesso delle correlazioni sicure ed attendibili estrapolabili ad es. a centinaia o migliaia di metri di distanza (la situazione idrogeologica non può essere infatti assimilata, ad es., a quella esistente nell'alta pianura veronese o vicentina in cui esiste una potente falda freatica in un acquifero indifferenziato che subisce delle oscillazioni nell'arco dell'anno solare ben individuabili ed estrapolabili su aree relativamente estese).

Per tali ragioni, effettuata una campagna freatimetrica nel corso del periodo di piena che normalmente si presenta nell'anno solare (tra l'altro alcuni giorni dopo un periodo di forti ed estese precipitazioni atmosferiche protrattesi dal 2 al 7 ottobre u.s.), si è comunque ritenuto opportuno, vista la necessità di svolgere l'attività estrattiva in condizioni sopra falda, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno un metro (nel settore nord orientale) tra il futuro fondo scavo ed il tetto della falda freatica così come rilevato in sito.

In particolare, in base alla situazione idrogeologica dell'area e dall'esame della carta di cui all'allegato 6, si evince come il piano finale di scavo, previsto alla quota di m 98.0 s.l.m., sarà ubicato da un minimo di 1.0 metri sopra l'altezza di falda individuata nel settore nord est ad un massimo di ca. 1.70 m in corrispondenza del settore sud ovest di cava.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate e tenuto conto della profondità di scavo prevista, dell'inclinazione delle scarpate e della distanza di rispetto dai fondi di proprietà altrui e dalle strade presenti nell'area, la quantità complessiva di materiale estraibile ammonta a ca. **mc 750.232**, mentre quella di terreno agrario (che verrà integralmente riutilizzato per la ricomposizione ambientale del sito)



risulta pari a ca. mc 100.100 (considerando uno spessore medio del terreno di scoperta, sulla base delle varie indagini geognostiche effettuate nell'area, di ca. m 0.80).

Presupponendo una potenzialità estrattiva di poco più di mc 214.000 annui, la **durata dei lavori estrattivi** dovrebbe aggirarsi intorno a **3.5 anni**.

**I n. 3 caposaldi plano-altimetrici di riferimento** individuati e prescelti sul terreno, sono i seguenti (cfr. all. 10):

1. *sommità spigolo sud est di pozzetto* inserito in tubo di irrigazione in cls - quota m 107.40 s.l.m.;
2. *spigolo nord ovest del tombino in ghisa* adiacente la sede stradale di Via Mischi, ubicato nei pressi del settore nord orientale della cava - quota m 107.04 s.l.m.;
3. *centro struttura triangolare in cls* in corrispondenza di una canaletta d'irrigazione sita nelle vicinanze del settore sud est dell'area richiesta in coltivazione - quota m 105.56 s.l.m..

In corrispondenza delle fasce di rispetto non interessate dalla viabilità di cantiere, troverà collocazione provvisoria il terreno agrario di copertura, che sarà utilizzato, come sopra riferito, per le opere di sistemazione delle superfici piane finali.

I lavori estrattivi invece saranno eseguiti mediante l'uso di mezzi per movimento terra adeguati, escavatori cingolati e pale gommate attrezzati allo scopo, che consentiranno di ricavare gradualmente le pendenze ed il modellamento delle scarpate finali di cava.

Le **operazioni di coltivazione** seguiranno la successione dei lotti così come sopra descritta ed avverranno con le seguenti modalità:

- recinzione delle aree di cava con rete metallica, alta almeno due metri, con apposizione di cartelli ammonitori;
- spostamento di eventuali canalette di irrigazione private e, previo accordo con l'Ente preposto, della linea elettrica presente nel settore nord occidentale di cava;
- raschiatura dello strato umico superficiale (per uno spessore medio di cm 80);
- accumulo provvisorio di quest'ultimo in zone della cava in modo da non interferire con l'attività di scavo e con la viabilità interna di servizio;
- estrazione del materiale utile con avanzamento sullo stesso fronte e fino alla profondità prevista;

trasporto del terreno incoerente agli impianti di lavorazione presenti nel settore sud orientale dell'area di cava.



Il materiale estratto nei due settori di scavo verrà conferito ai sopra citati impianti, percorrendo dapprima le rampe di collegamento fondo cava - superficie, in seguito (per il materiale estratto proveniente dal settore nord) la rotabile sterrata, che subirà un allargamento in corrispondenza del suo lato occidentale (mantenendo comunque sempre una distanza di sicurezza tra ciglio strada e ciglio superiore del fronte di escavazione), che delimita ad est il settore sud di cava e, per un breve tratto, la via che si immette più a est con la S. P. n. 27.

Il materiale proveniente dall'impianto di selezione e lavaggio, verrà infine caricato su automezzi di trasporto che, dopo aver percorso la strada sterrata posta a sud dell'area di cava e dell'ex area adibita a raffineria, si immetteranno sulla ampia rotabile di comunicazione definita come "S.P. n. 27 di Mongabia".

## ***6.1 DESCRIZIONE DEI LOTTI DI COLTIVAZIONE***

### **6.1.1 LOTTO n. 1**

Il primo lotto di coltivazione comprende la zona meridionale del c.d. settore sud di cava e risulta attualmente delimitato da strade sterrate interpoderali e, sul lato occidentale, da un terreno agrario di proprietà altrui ed in parte dalla sede stradale di Via Mischi (cfr. all. 7).

Il lotto in esame si estende su una superficie utile di scavo di mq 25.492, mentre le fasce di rispetto perimetrali risultano pari a mq 5.513.

Verrà mantenuta infatti una distanza di rispetto, come sopra riferito, di metri 10 dal ciglio di Via Mischi e di metri 8 dalle altre proprietà.

I lavori estrattivi procederanno, previa creazione nel settore sud del lotto di una rampa di collegamento (pendenza 10 %, larghezza totale della sede di m 9.0 e carrozzabile di m 7.0 in fase di scavo, mentre al termine dei lavori di ricomposizione essa sarà ridotta ad una larghezza complessiva di m 4.0) fondo scavo - piano campagna, tramite la realizzazione di un fronte di escavazione unico esteso su una larghezza media, in senso est-ovest, pari a ca. m 80 (nella zona più ristretta) e con direzione generale da sud verso nord e la realizzazione al piede della scarpata est di scavo di una strada interna di servizio provvisoria che porterà alla rampa di collegamento con il piano campagna naturale.

In tal modo, con l'avanzamento dei lavori di scavo verso settentrione, sarà possibile procedere con il progressivo e contestuale avanzamento dei lavori di sistemazione ambientale del fondo cava, riportando il previsto strato di



terreno limoso (spessore di ca. m 1.05) ed in seguito di terreno agrario precedentemente accantonato (spessore di ca. m 0.80).

La quantità di materiale estraibile ammonta a mc 130.551, e la durata dei lavori è prevista in poco più di mesi 7 (sette).

### 6.1.2 LOTTO n. 2

Il settore interessato dai lavori estrattivi in questo secondo lotto si estende a nord del precedente: esso risulta delimitato verso nord ed est da una strada sterrata interpodereale e verso ovest dalla sede stradale di Via Mischi.

Il lotto si estende su una superficie utile di scavo di mq 20.361, mentre le fasce di rispetto perimetrali risultano pari a mq 4.734.

Verrà mantenuta, come nel lotto precedente, una distanza di rispetto di metri 10 dal ciglio di Via Mischi e di metri 8 dalle proprietà di terzi.

Nel settore nord tuttavia, si dovrà osservare una fascia di rispetto maggiore, per non interessare con gli scavi una canaletta consortile sotterranea (distanza di rispetto = metri 3.0).

I lavori estrattivi procederanno sulla diretta prosecuzione e con le stesse modalità di quelli previsti nel lotto n. 1, con direzione generale da sud verso nord, e prolungamento al piede della scarpata est di scavo della strada interna di servizio provvisoria che porterà alla rampa di collegamento con il piano campagna naturale.

Il fronte di escavazione sarà unico ed esteso su una larghezza media, in senso est-ovest, variabile da ca. m 50 nella zona più ristretta a m 100 in quella più estesa.

Al termine dei lavori di scavo e sistemazione ambientale, una volta raggiunto il limite settentrionale di scavo, si procederà anche ad eliminare la strada interna di servizio sul fondo cava.

Anche sui fronti laterali di coltivazione saranno già state completate le previste opere di sistemazione ambientale (cfr. relazione di ricomposizione ambientale).

La quantità di materiale estraibile ammonta a mc 131.260, e la durata dei lavori è prevista in poco più di mesi 7 (sette) ca.



### 6.1.3 LOTTO n. 3

I lavori estrattivi e di sistemazione ambientale in questo terzo lotto si ubicheranno in corrispondenza della zona meridionale del settore nord di scavo, con l'area che risulta delimitata verso nord dall'ultimo lotto di coltivazione e, lungo gli altri lati, da terreni agrari di proprietà altrui.

L'accesso al fondo avverrà percorrendo da sud la rotabile che collega l'area estrattiva con la zona per impianti e servizi e la S.P. n. 27.

Nel settore ovest del lotto, come nel caso del c.d. settore sud e nella fase precedente ai lavori estrattivi s.s., sarà realizzata necessariamente la rampa (avente le stesse dimensioni e pendenza di quella presente a sud) di collegamento con il piano campagna.

Il lotto si estende su una superficie utile di scavo di mq 34.619, con le fasce di rispetto perimetrali che risultano pari a mq 6.452, mentre, a differenza degli altri, verrà mantenuta, in questo lotto, solo una distanza di rispetto di metri 8.0 dalle proprietà altrui.

I lavori estrattivi procederanno dapprima con direzione generale da ovest verso est, previa realizzazione, al piede della scarpata nord di scavo che si verrà a creare, di una strada interna di servizio provvisoria che porterà alla rampa sopra descritta; in seguito l'attività estrattiva procederà verso nord, su un fronte unico di ca. m 70 di lunghezza.

I lavori di escavazione procederanno progressivamente per settori contigui (estesi ca. 2.500-3.000 mq) e, al passaggio al secondo successivo, saranno già stati completati i lavori di riporto sul fondo del settore iniziale delle due tipologie di terreni previsti (c.d. limi di lavaggio e terreno agrario).

Al termine dei lavori di scavo e sistemazione ambientale effettuati sul fondo cava, una volta dunque raggiunto il limite settentrionale con il lotto n. 4, saranno già state completate le previste opere di sistemazione ambientale sui fronti di coltivazione (cfr. relazione di ricomposizione ambientale).

La quantità di materiale estraibile ammonta a mc 207.010, e la durata dei lavori è prevista in poco meno di mesi 12 (dodici).

### 6.1.4 LOTTO n. 4

I lavori estrattivi e di sistemazione ambientale in questo quarto lotto si ubicheranno in corrispondenza della zona più settentrionale del c.d. settore nord di scavo; l'area risulta delimitata verso nord ed ovest

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
61 di 72

dalla sede stradale di Via Mischi, a sud ovest da una stradina interpodereale e, lungo gli altri lati, da terreni agrari di proprietà di terzi.

L'accesso al fondo avverrà direttamente dal contiguo lotto n. 3, percorrendo la rampa di collegamento con il piano campagna presente a sud.

Il lotto si estende su una superficie utile di scavo di mq 44.762, mentre le fasce di rispetto perimetrali risultano pari a mq 8.511, e verrà mantenuta, in questo lotto, una distanza di rispetto di metri 8.0 dalle proprietà altrui e di m 10.0 dal ciglio della sede di Via Mischi.

I lavori estrattivi procederanno in un primo periodo con direzione generale da sud verso nord nella fascia centrale del lotto, e successivamente, si svolgeranno dapprima interessando la zona occidentale del lotto ed in seguito quella orientale; lungo tutto il piede della scarpata ovest di scavo, ed in seguito lungo tutta la zona perimetrale, sarà realizzata una strada interna di servizio provvisoria che porterà alla rampa sopra descritta.

I lavori di escavazione procederanno progressivamente per settori contigui, come nel caso del lotto precedente e, al passaggio al secondo successivo, saranno già stati completati i lavori di riporto sul fondo delle due tipologie di terreni previsti (operando con tale criterio l'ampiezza delle superfici non ricomposte sul fondo scavo non subisce sensibili variazioni mentre aumentano progressivamente ed in tempi modesti le ampiezze delle superfici già ricomposte).

La quantità di materiale estraibile ammonta a mc 281.411, e la durata dei lavori è prevista in mesi 16 (sedici) ca.

Al termine dei lavori di scavo e sistemazione ambientale già effettuati su tutta l'area di cava, una volta dunque esaurito anche questo lotto n. 4, si otterrà il reinserimento il più possibile ottimale dell'area estrattiva nel paesaggio circostante, in parte per la scarsa profondità dalla superficie che presenterà il fondo cava ricomposto finale ed in parte per la modesta inclinazione delle scarpate perimetrali (30° sul piano orizzontale).

## **7 PROGRAMMA ECONOMICO FINANZIARIO**

Il materiale estratto dalla cava denominata "VR01" verrà utilizzato esclusivamente per la realizzazione dei manufatti e delle strutture connesse ai lavori della linea ferroviaria A.V./A.C. Torino - Venezia, tratta Br - Vr.



Il materiale estratto in natura (tout venant di cava) verrà preventivamente lavato, selezionato ed in parte frantumato nell'impianto di trattamento inerti. I materiali, dopo essere stati suddivisi in base alla granulometria ed accumulati provvisoriamente entro appositi spazi ricavati nella zona idonea, verranno prelevati per l'utilizzo negli impianti per la produzione di conglomerati cementizi o per gli altri impieghi previsti.

Il volume di materiale estraibile ammonta complessivamente a ca. mc 750.232; poiché si prevede di estrarre e trattare un quantitativo medio annuo pari a poco più di mc 214.350 di terreno sabbioso-ghiaioso, ne risulta che la durata dell'attività estrattiva può essere quantificata in ca. 3,5 anni.

L'estrazione del materiale, come sopra riferito, avverrà mediante mezzi meccanici cingolati, mentre il caricamento sui mezzi di trasporto, che porteranno il materiale agli impianti di lavorazione, avverrà a mezzo di pale gommate ed escavatori.

Per le attività di coltivazione e di lavorazione del materiale estratto, la ditta esercente la cava risulterà organizzata con le seguenti strutture di servizio e impianti produttivi:

- un impianto per la produzione di materiali inerti selezionati, costituito da mulini per
- frantumazione inerti, sfangatrice, vagli, con coclee e nastri trasportatori;
- una rimessa coperta per automezzi e macchine operatrici;
- una officina meccanica attrezzata;
- un magazzino ricambi;
- un ufficio amministrativo;
- un'area depositi carburanti - lubrificanti e magazzini;
- due pale gommate Caterpillar;
- due escavatori cingolati Caterpillar;
- tre camion per servizio interno.

Nell'area estrattiva, durante il periodo di esercizio della cava, opereranno n. 6 unità lavorative.



## 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geologico-tecnica, a supporto del “Progetto di coltivazione e di ricomposizione ambientale della cava di ghiaia denominata "VR01" – Comune di Castelnuovo del Garda”, è stato redatta in funzione del conseguimento dei seguenti obiettivi:

- inquadrare il sito in oggetto nell’ambito di una parametrizzazione geologica ed idrogeologica di dettaglio;
- definire gli effetti eventualmente prodotti dagli scavi nei riguardi dell’acquifero e dell’ambiente circostante;
- studiare le caratteristiche geotecniche dei materiali insaturi nell’ambito di un’analisi di stabilità delle scarpate sopra falda;
- stabilire le pendenze di sicurezza da assegnare alle scarpate sopra falda, in fase di coltivazione e a lavori di ricomposizione ambientale conclusi;
- permettere alla Ditta esercente di attuare una adeguata e corretta programmazione della propria attività.

Si ritiene utile di seguito riassumere gli aspetti più significativi di questa relazione nell’ambito del sopracitato progetto:

Le indagini geologiche svolte in sito hanno evidenziato come il settore che sarà interessato dall'attività estrattiva si trovi inserito in una struttura geologica caratterizzata da una situazione litostratigrafica per lo più omogenea e da un assetto morfologico complessivamente unitario.

Le trincee geognostiche con escavatore eseguite per lo studio preliminare dell'area, i sondaggi meccanici successivi e le prove di laboratorio hanno consentito di ricavare rispettivamente le caratteristiche stratigrafiche del sito ed i parametri geotecnici (angolo di attrito, coesione, resistenza al taglio, classificazione geotecnica) utilizzati per l’analisi di stabilità delle scarpate sopra falda.

Le ricerche idrogeologiche, effettuate tramite misure dirette in campagna ed integrate mediante analisi dei dati reperibili dalla letteratura specifica, hanno consentito di delineare con sufficiente precisione la morfologia della falda freatica nell'area, la direzione di deflusso e di pervenire alla conoscenza di altri elementi caratteristici della circolazione idrica nel sottosuolo locale.

Il regime della falda risulta strettamente dipendente, in primo luogo dalle portate irrigue stagionali nonché dalle precipitazioni efficaci.



Il regime della falda evidenzia valori massimi generalmente in settembre-ottobre e minimi nella stagione primaverile (generalmente aprile) con oscillazioni massime annuali medie dell'ordine di 2.5 - 3 metri ca.

Le analisi di stabilità eseguite su un numero significativo di profili in corrispondenza delle future scarpate di cava, hanno indicato valori delle resistenze d'attrito dei terreni ghiaiosi dell'ordine dei 38°.

Tali valori sono del tutto confrontabili con quelli ottenuti dalla prove di taglio diretto (eseguite sulla frazione granulometrica inferiore ai 2 mm) e si devono pertanto considerare ampiamente cautelativi rispetto a quelli effettivamente disponibili in sito.

I risultati delle analisi di stabilità, effettuate con metodi all'equilibrio limite, indicano come siano assicurate condizioni di sicurezza a lungo termine entro le norme, purché le pareti degli scavi di progetto e quelle finali non superino pendenze dell'ordine di 30° sull'orizzontale.

Il piano di coltivazione, articolato in quattro lotti successivi di sviluppo, prevede scarpate laterali finali inclinate di 30°. Sul fondo cava pianeggiante troveranno collocazione i c.d. "limi di lavaggio" del materiale naturale inerte estratto e, superiormente ad essi, verrà distribuito il terreno agrario di copertura, con le dovute pendenze per lo sgrondo delle acque meteoriche, in modo da riportare il sito all'attività agricola.

Il **quadro economico** può essere sintetizzato nei punti che seguono:

- il materiale estratto troverà esclusiva utilizzazione nel campo delle costruzione della linea ferroviaria ad alta velocità/ alta capacità Torino - Venezia, tratta Bs - Vr;
- il prodotto troverà collocazione nell'ambito delle provincia di Verona;
- gli addetti alla cava e al trasporto del materiale lavorato saranno ca. 6 unità.

Il quadro produttivo si può così riassumere:

- la produzione media annua si aggirerà su 214.350 metri cubi ca.;
- la previsione della durata della coltivazione indica un arco di tempo utile pari a 3,5 anni;
- per quanto concerne gli altri dati riassuntivi si rimanda alla tabella della pagina successiva.

<b>AREE E VOLUMI</b>	un. di misura	
superficie totale di cava richiesta	mq	150.439
superficie di cava del settore "sud"	mq	56.099
superficie di cava del settore "nord"	mq	94.340

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
65 di 72

superficie occupata dalla "zona servizi"	mq	18.500
superficie interessata dallo scavo a "sud"	mq	45.852
superficie interessata dallo scavo a "nord"	mq	79.380
spessore terreno agrario (scopertura) medio	m	0.80
volume totale terreno agrario da movimentare	mc	100.100
percentuale di terreni fini (scarto)	%	12
volume complessivo dei terreni fini	mc	90.030
volume di materiale utile	mc	560.102



## 9 DIDASCALIE DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

**Foto 1:** Pozzo n. 1 in Via Sei Fontane, Castelnuovo del Garda;

**Foto 2:** Pozzo n. 2 in Via Sei Fontane, Castelnuovo del Garda;

**Foto 3:** Laghetto di pesca sportiva OK, Via Cà Perse;

**Foto 4:** Piezometro ex scarica;

**Foto 5:** Piezometro nel foro di sondaggio n. 1, Via Mischi;

**Foto 6:** Piezometro nel foro di sondaggio n. 3, Via Mischi;

**Foto 7:** Piezometro nel foro di sondaggio n. 9, Via Mischi;

**Foto 8:** Pozzo n. 8 in Via Mischi;

**Foto 9:** Pozzo n. 9 in Contrà Fenilon;

**Foto 10:** Pozzo n. 10 in Via Bandiera, loc. Oliosì;

**Foto 11:** Pozzo n. 11 in Contrà Zenati;

**Foto 12a:** Pozzo n. 12a in Contrà Moretto;

**Foto 12b:** Pozzo n. 12b in Contrà Moretto;

**Foto 13:** Pozzo n. 13 in Contrà Casa Mericana;

**Foto 14:** Pozzo n. 14 in Via Mischi, Az. agr.la G. Tantini;

**Foto 15:** Pozzo n. 15 in Contrà Campagna di sotto;

**Foto 16:** Pozzo n. 16 in Via Mantovana;

**Foto 17-18:** Trincea con escavatore meccanico durante l'indagine preliminare (feb. 2005);

**Foto 19:** Vista della scarpata, a sud dell'area richiesta, con affioramento di depositi morenici (versante posto ca. m 100 a nord del "Monumento Villarey");

**Foto 20:** Particolare della foto precedente con il terreno di origine glaciale affiorante (cfr. capitolo 3 relazione tecnica).

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
67 di 72



foto 1



foto 2



foto 3

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
68 di 72



foto 4



foto 5



foto 6



foto 7

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
69 di 72



foto 8



foto 9



foto 10



foto 11

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
70 di 72



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
71 di 72



foto 15



foto 16



foto 17



foto 18

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 49417\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000264

Rev.  
0

Foglio  
72 di 72

