

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**

**AREA DI CAVA BS2 – COMUNE DI LOGRATO (BS)**

**RELAZIONE TECNICA SUL PROGETTO DI COLTIVAZIONE**

IL PROGETTISTA

Ing. Maurizio Ghizzoni  
 Ordine degli Ingegneri della  
 Provincia di Parma n° 631

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

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. 02.52020557 - Fax 02.52020309  
 C.F. e P.IVA 00825790157

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	3	6	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	<i>T. CAMELLINI</i>	31.03.14	<i>M. GHIZZONI</i>	31.03.14	<i>M. LAZZARI</i>	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 04241\_02.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

<b>1</b>	<b>CONSISTENZA DEL GIACIMENTO OGGETTO DI COLTIVAZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GEOMETRIA DELLA FALDA FREATICA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO DELL'AREA NEL PERIODO INTERESSATO DALL'ATTIVITA' ESTRATTIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>MODALITA' DI COLTIVAZIONE – FASI DELLA COLTIVAZIONE E DEL RECUPERO – TEMPISTICA .....</b>	<b>7</b>
4.1	<i>Lineamenti generali .....</i>	7
4.2	<i>Massima risalita della falda freatica .....</i>	8
4.3	<i>Profondità massima di escavazione .....</i>	8
4.4	<i>Macchinari impiegati e impianti di lavorazione .....</i>	8
4.5	<i>Fasi temporali della coltivazione – computo dei volumi da estrarre.....</i>	9
4.6	<i>Presumibile suddivisione del volume del tout venant .....</i>	10
4.7	<i>Presumibile volume del terreno vegetale .....</i>	10
4.8	<i>Interventi di mitigazione .....</i>	11
4.9	<i>Analisi preliminare dei principali problemi di sicurezza del lavoro connessi all'esecuzione del progetto di coltivazione, con l'indicazione delle soluzioni progettuali adottate per ridurre al minimo i pericoli per gli addetti, nonché per garantire il rispetto delle norme in materia antinfortunistica e di protezione dell'ambiente di lavoro ai sensi della vigente legislazione.....</i>	11
4.10	<i>Tempi di utilizzo dell'area di cava .....</i>	13
<b>5</b>	<b>CALCOLI DI STABILITA' DEI PROFILI DI SICUREZZA .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEL MATERIALE .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>UTILIZZAZIONE E DESTINAZIONE DEL MATERIALE.....</b>	<b>17</b>
7.1	<i>Inerti per rilevati.....</i>	17
7.2	<i>Inerti per lavorati.....</i>	17
<b>8</b>	<b>SISTEMA DI COLTIVAZIONE – MACCHINARI IMPIEGATI – IMPIANTI DI TRATTAMENTO - POTENZIALITÀ.....</b>	<b>17</b>

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 04241\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000236

Rev.  
0

Foglio  
3 di 19

### **ELABORATI CARTOGRAFICI:**

- Tavola P.1 RILIEVO PLANIALTIMETRICO E UBICAZIONE DEI PUNTI FISSI CON GEOREFERENZIAZIONE  
(DOC. N. IN0500DE2G7CA0000011)
- Tavola P.2 PLANIMETRIA CATASTALE CON MAPPALI INTERESSATI DALL'OPERA  
(DOC. N. IN0500DE2G6CA0000016)
- Tavola P.3 PLANIMETRIA CON VIABILITA' (INDIVIDUAZIONE AREA SU CTR)  
(DOC. N. IN0500DE2G4CA0000003)
- Tavola P.4 PLANIMETRIA PGT CON VINCOLI ASSUNTI NEL PROGETTO  
(DOC. N. IN0500DE2G6CA0000017)
- Tavola P.5 PLANIMETRIA CON FASI DI COLTIVAZIONE E MASSIMO SCAVO  
(DOC. N. IN0500DE2G7CA0000012)
- Tavola P.6 PROGETTO DI COLTIVAZIONE CON FASI E MITIGAZIONI  
(DOC. N. IN0500DE2G7CA0000013)
- Tavola P.7 SEZIONI DI PROGETTO DI COLTIVAZIONE  
(DOC. N. IN0500DE2W8CA0000005)
- Tavola P.8 PLANIMETRIA: CALCOLO DEL VOLUME DI SCAVO  
(DOC. N. IN0500DE2G6CA0000018)
- Tavola P.9 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STATO DI FATTO: PLANIMETRIA  
(DOC. N. IN0500DE2CZCA0000005)



## PROGETTO DI COLTIVAZIONE

### 1 CONSISTENZA DEL GIACIMENTO OGGETTO DI COLTIVAZIONE

Sulla base dei dati geologici ed idrogeologici esposti nella apposita relazione, nonché dei calcoli di stabilità dei profili di sicurezza dei terreni e della valutazione della vincolistica gravante sull'area in oggetto, il giacimento di inerte sabbioso-ghiaioso presente nell'area in oggetto consente la coltivazione in asciutta di una cubatura pari a mc 1.050.000 circa.

### 2 GEOMETRIA DELLA FALDA FREATICA

Si rimanda, per una disamina più approfondita, alla specifica relazione geologica-idrogeologica. Sinteticamente si può affermare quanto segue.

L'acquifero superficiale è localizzato nel complesso alluvionale costituito da ghiaie sabbiose debolmente limose di colore marrone-grigio, addensate, con clasti poligenici arrotondati e subordinate intercalazioni di sabbie e sabbie ghiaiose, dotate di buona permeabilità, e presenti fino a profondità pari a m 35-40 da p.c..

La *geometria dell'acquifero superficiale e l'andamento della superficie piezometrica* sono state desunte sia da indagini in situ sia da studi condotti ad ampia scala.

Nell'area d'intervento sono stati realizzati **n. 4 pozzi piezometrici** identificati con le sigle "**P.1-P.2-P.3-P.4**", per il controllo periodico dei livelli di falda; è stato eseguito un rilievo plano-altimetrico che ha permesso di definire l'ubicazione esatta dei piezometri e le rispettive quote testa, quote utili per le considerazioni relative alla soggiacenza della falda nell'area in oggetto.

**Tab. 1 - Piezometri costituenti la rete di monitoraggio**

	P.1	P.2	P.3	P.4
quota assoluta testa piezometro (m s.l.m.)	119.06	116.87	114.00	115.70

L'attività di monitoraggio, costituita da periodica misurazione dei livelli statici della falda, è alla data odierna limitata **al periodo compreso fra il 04/10/05 ed il 25/10/2005**

Tali misure evidenziano i seguenti valori di massimo innalzamento (rilevati il 25/10/2005):

- m 109.67 s.l.m. in corrispondenza del piezometro P.1
- m 109.66 s.l.m. “ P.2
- m 108.53 s.l.m “ P.3
- m 108.58 s.l.m “ P.4

La carta delle isofreatiche, ottenuta elaborando i dati disponibili, evidenzia quanto segue:  
direzione di deflusso idrico da NE verso SW;

quote di falda variabili, nell'area d'intervento, da circa m 109.67 s.l.m. (P.1) a m 108.53 (P.3);  
gradiente idraulico medio è circa 0,15%

Al fine di valutare le oscillazioni dei livelli di falda e di definire, quindi, la massima escursione della falda nell'area in oggetto, sono stati consultati i seguenti studi idrogeologici disponibili, relativi alla zona e ad un intorno significativo di essa.

“*Carta idrogeologica e del sistema idrografico*”- *Studio geologico del territorio comunale* - redatta dalla Dr.ssa Geol. L. Ziliani (maggio 1997) per conto dell'Amministrazione comunale di Lograto. L'andamento della falda, relativo al periodo luglio-agosto 1995, è stato ricostruito mediante campagne di misura dei livelli statici nel pozzo comunale di Lograto (Pozzo “Giovanni XXIII”) e in alcuni pozzi privati presenti sul territorio comunale di Lograto, di Azzano Mella e di Travagliato; i dati rilevati sono stati integrati con i livelli di emergenza dei fontanili. Si evince che:

- la direzione di deflusso idrico principale è da NNW verso SSE;



- le quote di falda, nell'area d'intervento, variano da circa m 110.70 (a NNW) a m 109.70 (a SSE);
- il gradiente idraulico medio è 0.15%.

“Studio Idrogeologico della pianura bresciana fra il F. Oglio e il F. Chiese” (Politecnico di Milano, 1988); da questo si evince che:

- la direzione di deflusso idrico è da NNW verso SSE;
- l'area d'intervento ricade in un'ampia fascia caratterizzata da superficie piezometrica con quota compresa fra m 108 e 110 s.l.m..

Alla data attuale, non sono disponibili per l'area in oggetto altre serie storiche di letture freatiche che determinino in dettaglio l'entità delle oscillazioni del livello della falda superficiale.

Si sottolinea, pertanto, che i valori indicati nella “Carta idrogeologica e del sistema idrografico”- Studio geologico del territorio comunale - redatta dalla Dr.ssa Geol. L. Ziliani rappresentano **i livelli di massima risalita della falda al momento documentabile per l'area d'intervento. La prosecuzione delle rilevazioni freatiche a cadenza mensile potrà fornire più precise indicazioni in merito sia alla direzione di flusso della falda sia alle relative oscillazioni stagionali.**

### **3 DESTINAZIONE D'USO DELL'AREA NEL PERIODO INTERESSATO DALL'ATTIVITA' ESTRATTIVA**

Nel periodo di durata dei processi produttivi richiesto, pari a 51 mesi, saranno svolte attività di cui alla L. R. 14/98 – art. 35 e 38.

Le problematiche proprie alla realizzazione di quanto eventualmente di supporto alle attività della impresa, di cui all'art. 35 della L. R. 14/98, saranno, se attuali, affrontate nel corso di specifici procedimenti autorizzativi separati dal presente.



## 4 MODALITA' DI COLTIVAZIONE – FASI DELLA COLTIVAZIONE E DEL RECUPERO – TEMPISTICA

### 4.1 LINEAMENTI GENERALI

La coltivazione avverrà a fossa a secco, con franco di escavazione rispetto alla massima risalita della falda pari a m 0.50.

L'andamento della coltivazione sarà orientato al minimo scolturamento del terreno agricolo ed il recupero seguirà le fasi della escavazione, mediante progressivo ritombamento dell'area escavata e stesura dell'originario strato agrario.

Il progetto prevede di realizzare l'intervento di escavazione in due fasi, iniziando da Nord e proseguendo verso Sud.

In realtà ogni fase sarà, a sua volta, suddivisa in due sottofasi di scolturamento, per minimizzare la compromissione dell'area agricola.

Il terreno coltivo oggetto dell'intervento di scolturamento, avente potenza media in tutta l'area interessata pari a m 0.50, verrà depositato in cumuli con altezza non superiore a m 3 lungo tutto il perimetro esterno di escavazione e, successivamente, progressivamente reimpiegato nella fase terminale del ripristino finale al livello dell'originario piano campagna.

L'accumulo del coltivo fungerà anche da intervento di mitigazione, in quanto la barriera di terreno vegetale minimizzerà l'impatto sia visivo che acustico durante l'attività estrattiva.

Il terreno coltivo sopra richiamato è da intendersi come suolo agrario interessato dalle colture; lo strato sottostante corrispondente al cappellaccio di alterazione, potente mediamente m 0.50 circa, è conteggiato nel tout-venant.

Le varie fasi sopra descritte saranno attuate secondo la seguente tempistica:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| • - periodo previsto dell'utilizzo dell'area di cava | mesi 51                    |
| • - completamento 1.a fase di coltivazione           | mesi 18 da inizio cantiere |
| • - completamento 2.a fase di coltivazione           | mesi 36 da inizio cantiere |
| • - inizio ritombamento 1.a fase                     | dal 18° mese               |
| • - inizio ritombamento 2.a fase                     | dal 36° mese               |
| • - completamento recupero agricolo 1.a fase         | mesi 40 da inizio cantiere |



- - completamento recupero agricolo 2.a fase mesi 48 da inizio cantiere
- - completamento recupero ambientale complessivo mesi 51 da inizio cantiere

#### ***4.2 MASSIMA RISALITA DELLA FALDA FREATICA***

L'escursione massima della falda freatica, ricostruita in base ai dati già esposti, è compresa nell'area d'intervento, fra circa m 110.70 (limite NNW di escavazione) e 109.70 (limite SSE di escavazione) s.l.m.

#### ***4.3 PROFONDITÀ MASSIMA DI ESCAVAZIONE***

La profondità di escavazione, sempre mantenuta con franco pari a m 0.50 rispetto alla massima risalita della falda, sarà compresa fra m 7 e m 3.50 rispetto al p.c..

Il fondo cava avrà pendenza Nord Ovest-Sud Est pari a 0.14% circa e, in caso di insufficiente drenaggio in profondità delle acque di ruscellamento, verranno create aree di drenaggio.

#### ***4.4 MACCHINARI IMPIEGATI E IMPIANTI DI LAVORAZIONE***

L'inerte estratto sarà in parte avviato tal quale alla linea e, in quantità prevalente, all'impianto di frantumazione e da questo alla linea di utilizzo.

I macchinari impiegati nelle fasi della coltivazione a secco sono, in genere, rappresentati da escavatori, pale gommate e dumper.

Nello specifico, saranno prevedibilmente utilizzati i seguenti mezzi meccanici:

- n. 2 escavatori tipo CAT 325 CL
- n. 1 pala gommata tipo CAT 924 G
- n. 6 camion da 240 q per il trasporto degli inerti non lavorati in opera
- n. 2 camion per il trasporto degli inerti da lavorare dalla cava all'impianto di frantumazione

La potenzialità estrattiva dei macchinari di escavazione è superiore a 2.000 mc/giorno.





L'inerte estratto verrà avviato agli impianti di lavorazione e valorizzazione ubicati in area limitrofa.

Per tale fase saranno prevedibilmente utilizzati i seguenti mezzi meccanici:

- n. 1 escavatore tipo CAT 325 CL
- n. 2 pale gommate tipo CAT 980 G serie II
- n. 2 pale gommate tipo CAT 924 G
- n. 4 camion da 240 q per il trasporto degli inerti lavorati dalla cava alla linea
- n. 1 impianto di frantumazione, selezione e lavaggio degli inerti

La potenzialità produttiva dell'impianto di frantumazione è pari a 300 t/ora.

#### ***4.5 FASI TEMPORALI DELLA COLTIVAZIONE – COMPUTO DEI VOLUMI DA ESTRARRE***

Premesso quanto sopra esposto, le caratteristiche dimensionali delle aree interessate dalla coltivazione sono di seguito descritte.

##### **1.a Fase (durata anni 1,5)**

**(profondità di escavazione: max: m 6.90 c.a da p.c. – min. m 4.90 c.a da p.c.)**

- superficie                   mq 104.270
- volumetria                 mc 52.135    terreno vegetale
- mc 531.050    tout-venant

##### **Geometria delle scarpate**

- n. 1 gradone
- inclinazione 35°

##### **2.a Fase (durata anni 1,5)**

**(profondità di escavazione: max m 5.90 c.a da p.c. – min m 3.50 c.a da p.c.)**

- superficie                   mq 121.991
- volumetria                 mc 60.996    terreno vegetale
- mc 518.724    tout-venant

##### **Geometria delle scarpate**



- n. 1 gradoni
- inclinazione 35°

#### ***4.6 PRESUMIBILE SUDDIVISIONE DEL VOLUME DEL TOUT VENANT***

Premesso che la percentuale di inerte naturale di risulta costituito dalla frazione fine, riutilizzabile all'interno dell'ambito per gli interventi di recupero, è ipotizzabile entro valori pari al 5%, si rappresenta una del tutto presumibile ed indicativa suddivisione del tout-venant estratto:

**1.a Fase**      mc 530.000 c.a tout-venant

Volume del materiale da reimpiegare nelle fasi di recupero mc 25.000 c.a

Volume del materiale da allontanare dall'area di cava      mc 505.000 c.a

**2.a Fase**      mc 520.000 c.a tout-venant

Volume del materiale da reimpiegare nelle fasi di recupero mc 25.000 c.a

Volume del materiale da allontanare dall'area di cava      mc 495.000 c.a

#### ***4.7 PRESUMIBILE VOLUME DEL TERRENO VEGETALE***

La potenza media del terreno vegetale presente nell'ambito estrattivo è stata complessivamente quantificata, sulla base degli scavi eseguiti in m 0.50.

Pertanto, la presumibile volumetria del terreno vegetale, interamente da riutilizzare nelle fasi del recupero, è così quantificabile:

**1.a Fase**

Superficie di scotico                      mq 105.000 circa

Volume del terreno vegetale              mc 52.000 circa

**2.a Fase**

Superficie di scotico                      mq 122.000 circa

Volume del terreno vegetale              mc 61.000 circa



#### **4.8 INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Al fine di minimizzare l'impatto sia visivo che acustico durante l'attività estrattiva, sono previsti i seguenti interventi di mitigazione da realizzare durante l'attività estrattiva:

barriere perimetrali (provvisorie) realizzate con i cumuli di terreno vegetale

messa in posto (prima dei lavori di sbancamento) sul lato Ovest di siepe continua di *Laurus cerasus*

messa in posto sul lato Ovest di filare di *Quercus robur* di nuovo impianto

realizzazione di filare di noci in lato Sud ottenuto con trapianto delle barbatelle presenti e opportune integrazioni

mantenimento ed integrazione filare di altofusti (platani, pioppi, olmi) in lato Nord

messa in posto sul lato Est di filare di Olmi di nuovo impianto

#### **4.9 ANALISI PRELIMINARE DEI PRINCIPALI PROBLEMI DI SICUREZZA DEL LAVORO CONNESSI ALL'ESECUZIONE DEL PROGETTO DI COLTIVAZIONE, CON L'INDICAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE PER RIDURRE AL MINIMO I PERICOLI PER GLI ADDETTI, NONCHÉ PER GARANTIRE IL RISPETTO DELLE NORME IN MATERIA ANTINFORTUNISTICA E DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DI LAVORO AI SENSI DELLA VIGENTE LEGISLAZIONE.**

Si premette che il titolare dell'autorizzazione dovrà dotarsi del Documento per la Tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori previsto dal D. Lgs. n. 624/1996, relativamente alla futura attività estrattiva esercitata nell'ambito in oggetto.

Nello specifico, si precisa che la coltivazione avverrà secondo analoghe modalità già in atto ed oggetto di autorizzazione in ambiti estrattivi dotati di similari caratteristiche e che la stabilità dei fronti di coltivazione è certificata da apposita verifica.

Inoltre, la geometria delle scarpate previste è conforme ai contenuti sia delle N.T.A. del vigente PPC della Provincia di Brescia che della vigente legislazione.



I principali problemi di sicurezza del lavoro connessi all'esecuzione del presente progetto di coltivazione sono così riassumibili:

- estrazione materiale inerte con l'impiego di escavatori
- movimentazione dell'inerte mediante dumper e pale cariatrici

Il ciclo della frantumazione, selezione e lavorazione dell'inerte estratto avverrà in apposita area dedicata, separata dall'area di cava.

Il previsto ciclo produttivo legato all'estrazione dell'inerte è il seguente:

- scoticamento del terreno: consiste nell'asportare e accatastare in area dedicata la terra vegetale;
- escavazione dell'inerte a secco: mediante escavatore idraulico il materiale sabbioso ghiaioso viene escavato sino alla profondità di progetto (compresa fra m 7 e m 3.50 circa p.c.) in bancata unica con inclinazione pari a 35°;
- movimentazione interna: mediante dumper e pala gommata e carico dell'inerte su autocarri.

Le soluzioni progettuali adottate nel progetto di coltivazione per ridurre al minimo i pericoli per gli addetti, nonché per garantire il rispetto delle norme in materia antinfortunistica e di protezione dell'ambiente di lavoro ai sensi della vigente legislazione, consistono in:

- dimensionamento delle bancate di coltivazione (alzata, inclinazione) conforme ai calcoli di stabilità del versante ed ai contenuti delle N.T.A. del vigente PPC della Provincia di Brescia e della vigente legislazione;
- dimensionamento delle rampe di accesso con pendenze contenute;
- raccolta acque meteoriche in fossi di guardia a confine con le aree non interessate dalla coltivazione per evitare fenomeni di ruscellamento, a salvaguardia della stabilità delle scarpate;
- realizzazione di cordoli continui di inerte al perimetro, a protezione delle corsie di sommità;
- accatastamento del terreno vegetale proveniente dallo scotico in cumuli di altezza < m 3.

Per quanto riguarda l'ambiente di lavoro, premesso che:



- Polveri: le macchine operatrici dovranno essere rispondenti alle normative di legge; i piazzali e le strade di cava dovranno essere periodicamente bagnati con nebulizzatori, per evitare il sollevamento della polvere, soprattutto in prossimità dell'uscita dall'area di cava;
  - Rumori: le macchine operatrici saranno rispondenti alle normative di legge ed inoltre ubicati a quota inferiore rispetto al p.c.;
- si puntualizza che:
- le aree di cava saranno completamente recintate con cancelli d'ingresso chiusi durante i periodi non lavorativi;
  - in cava vi sarà la presenza di personale di sorveglianza interna.

#### **4.10 TEMPI DI UTILIZZO DELL'AREA DI CAVA**

Come descritto, sono previste due fasi di coltivazione, di pressochè analoga dimensione sia areale che volumetrica, suddivise, a loro volta, in due sottofasi per limitare il progressivo scolturamento del terreno agrario.

La durata complessiva della coltivazione è indicata in mesi 36, mentre il recupero complessivo dell'area sarà completato entro mesi 51 dall'inizio del cantiere.

## **5 CALCOLI DI STABILITA' DEI PROFILI DI SICUREZZA**

Le elaborazioni sono state eseguite utilizzando il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis), prodotto dalla "geo&soft international".

L'espressione usata per la determinazione del fattore di sicurezza col metodo di Bishop è la seguente:

$$FS = (\Sigma(c b + (W - u b) \tan \phi') \sec \alpha / (1 + \tan \alpha \tan \phi' / FS)) / (\Sigma W \sin \alpha)$$

Essendo:



$c$  = coesione

$b$  = larghezza del concio  $i$ -esimo

$W$  = peso del concio

$U$  = pressione idraulica

$\phi'$  = angolo di attrito

$\alpha$  = inclinazione della base del concio

Si tratta di una equazione in cui l'incognita compare sia nel primo sia nel secondo membro. L'equazione viene risolta perciò per via numerica in modo iterativo, assegnando cioè un valore iniziale al fattore di sicurezza e ripetendo il procedimento di calcolo sino a giungere a convergenza.

Le verifiche sono state condotte anche in prospettiva sismica in relazione all'applicazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri - n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

La sezione-tipo sottoposta a verifica di stabilità è stata definita considerando la massima profondità di escavazione di materiale inerte prevista dal PIANO DI COLTIVAZIONE; tale profondità massima, pari a circa m 7 dal piano campagna, sarà raggiunta nella zona N dell'area d'intervento;

✓ altezza  $H$  = 7 m circa

✓ pendenza = 35° circa

La verifica di stabilità è stata condotta utilizzando il metodo delle superfici di scivolamento circolari passanti per un punto (base della scarpata) con maglia di centri prestabilita e assegnando al terreno, prevalentemente granulare, i seguenti parametri geotecnici:

- angolo di attrito  $\phi = 45^\circ$

- coesione  $c = 0$

- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

- peso di volume saturo  $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$

Trattasi di parametri geotecnici desunti da prove prove penetrometriche discontinue (SPT) eseguite in corrispondenza dei sondaggi geognostici terebrati nell'area in oggetto; si sottolinea

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 04241\_02

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2ROCA0000236

Rev.  
0

Foglio  
15 di 19

che sono parametri estremamente cautelativi, in quanto inferiori sia ai valori indicati dalla bibliografia esistente sia ai valori ricavati dall'elaborazione delle prove in situ.

Il livello di falda considerato nelle verifiche di stabilità è quello correlabile alla minima soggiacenza, corrispondente alla profondità di 50 cm dal fondo della cava.

I risultati del calcolo sono illustrati nella tabella seguente:

SEZIONE SOTTOPOSTA A VERIFICA	SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO	
	ANALISI IN CONDIZIONI STATICHE	ANALISI IN CONDIZIONI PSEUDO-STATICHE (PROSPETTIVA SISMICA)
SEZIONE-TIPO NORD	F.S. min = 1.58	F.S. min = 1.41

In tutte le condizioni si ricava un valore di  $F_s \gg 1.3$

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Doc. N. 04241_02	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROCA0000236	Rev. 0	Foglio 16 di 19

## PROGRAMMA ECONOMICO - FINANZIARIO

### 6 CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEL MATERIALE

Per quanto concerne la qualità degli inerti si riassume nella tabella seguente, le prescrizioni di Capitolato di Costruzione Italferr integrate da informazioni di tipo classificativo secondo la norma CNR UNI 10006/63 e litologico in accordo alla terminologia corrente nei Piani Cave.

CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI DEI MATERIALI DI CAVA SECONDO IL CAPITOLATO DI COSTRUZIONI OPERE CIVILI DI ITALFERR S.p.A.

	RINTERRI	RILEVATO		SUPERCOMPATTATO
		stradale	ferroviario	
<b>CLASS.UNI CNR 10006/63</b>	A1-A2-A3-A4	A1-A2-A3-A4-A6	A1-A2-A3	A1-A2/4-A3
<b>note</b>	A4 solo se proveniente da scavi di opere di linee	A3 con C.U.> 7; strati di A2 e A6 di 30 cm, A2/5 e A2/7 si deve verificare la validità prima della messa in opera; A6 solo con indice di gruppo <=8.	A3 con C.U. >7; A1 e A3 in strati da 50 cm; A2-A2/6 in strati da 30 cm; A2/5 e A2/7 da verificare prima della messa in opera	A3 con E.S. 25-50 % e C.U. >7
<b>PRESTAZIONI IN OPERA</b>	M.D.> 200 Kg/cmq; densità secca >95% AASHTO Mod.	M.D.> 200 Kg/cmq; densità secca >95% AASHTO Mod.	M.D.> 400 Kg/cmq; densità secca >95% AASHTO Mod.	M.D.> 800 Kg/cmq; densità secca >95% AASHTO Mod.
<b>LITOLOGIA</b>	<b>INERTI NON PREGIATI</b> (sabbia, sabbia-limosa, sabbia limo-ghiaiosa)		<b>INERTI PREGIATI</b> (ghiaia, ghiaia con sabbia anche limosa)	

La tabella sopra esposta evidenzia immediatamente che i materiali necessari per la realizzazione delle opere civili in terra della Linea A.V. / A.C. Brescia - Verona ricoprono quasi tutta la classificazione della norma CNR, ma come ampiamente noto e documentato ben difficilmente si potranno ottenere per i rilevati ferroviari in opera i valori di Modulo di deformazione (Md) richiesti per i rilevati utilizzando materiali tipo A2-4.

Il materiale inerte di interesse economico, oggetto di escavazione, è stato **analizzato e classificato mediante specifiche prove di laboratorio**. Le prove di laboratorio effettuate indicano che i materiali in oggetto presentano caratteristiche qualitative che soddisfano i suddetti





requisiti degli inerti necessari per la realizzazione delle opere civili in terra della Linea A.V. / A.C. Brescia -Verona.

## **7 UTILIZZAZIONE E DESTINAZIONE DEL MATERIALE**

### **7.1 INERTI PER RILEVATI**

La realizzazione del rilevato ferroviario deve essere eseguita con materiali inerti di elevate caratteristiche qualitative riscontrabili nella litologia ghiaiosa sabbiosa di cui alla norma CNR 10006/63, in termini di classificazione questi inerti appartengono al gruppo A1, A2 e A3.

### **7.2 INERTI PER LAVORATI**

Per lavorati si intendono tutti gli inerti che subiscono processi di lavorazione tipo frantumazione, vagliatura ecc. prima del loro utilizzo. Per la realizzazione della linea Alta Capacità sono richiesti inerti lavorati per il CLS, anticapillare, dreni di varia natura, supercompattato, conglomerato bituminoso, rivestimenti ecc..

Dal punto di vista qualitativo si tratta di materiali di partenza con ottime caratteristiche meccaniche e litologiche.

## **8 SISTEMA DI COLTIVAZIONE – MACCHINARI IMPIEGATI – IMPIANTI DI TRATTAMENTO - POTENZIALITÀ**

La coltivazione avverrà a fossa a secco, con franco di escavazione rispetto alla massima risalita della falda pari a m 0.50.

L'andamento della coltivazione sarà orientato al minimo scolturamento del terreno agricolo ed il recupero seguirà le fasi della escavazione.



Il progetto prevede di realizzare l'intervento di escavazione in due fasi, iniziando da Nord e proseguendo verso Sud.

Il ciclo produttivo delle fasi di estrazione dell'inerte e della sua lavorazione è di seguito descritto:

- scoticamento del terreno: consiste nell'asportare e accatastare in area dedicata la terra vegetale;
- escavazione dell'inerte a secco: mediante escavatore idraulico il materiale sabbioso ghiaioso viene escavato sino alla profondità di progetto (compresa fra m 7 e m 3.50 circa dal p.c.) in unica bancata con inclinazione pari a 35°;
- destinazione dell'inerte cavato su autocarri:  
 inerte non lavorato direttamente in opera  
 inerte da lavorare dalla cava all'impianto di frantumazione
- impianto di frantumazione, selezione e lavaggio dell'inerte: con produzione 300 t/ora dotato di n. 3 gruppi mobili di frantumazione e vagliatura tipo Metso NW 1100 e di 1 vaglio vibrante inclinato tipo Metso CVB 2060 a piani

I macchinari impiegati nelle fasi della coltivazione a secco sono i seguenti:

- n. 2 escavatori tipo CAT 325 CL
- n. 1 pala gommata tipo CAT 924 G
- n. 6 camion da 240 q per il trasporto degli inerti non lavorati in opera
- n. 2 camion per il trasporto degli inerti da lavorare dalla cava all'impianto di frantumazione

La potenzialità estrattiva di tali macchinari è superiore a 2.000 mc/giorno.

L'inerte estratto verrà avviato agli impianti di lavorazione e valorizzazione ubicati in area limitrofa.

Per tale fase saranno prevedibilmente utilizzati i seguenti mezzi meccanici:

- n. 1 escavatore tipo CAT 325 CL
- n. 2 pale gommate tipo CAT 980 G serie II
- n. 2 pale gommate tipo CAT 924 G
- n. 4 camion da 240 q per il trasporto degli inerti lavorati dalla cava alla linea



- n. 1 impianto di frantumazione, selezione e lavaggio degli inerti

La potenzialità produttiva dell'impianto di frantumazione è pari a 300 t/ora.

Lo schema riassuntivo del ciclo produttivo è il seguente:

- ✓ tempo di utilizzo dell'area di cava: mesi 51
- ✓ tempi di lavoro giornaliero 8 ore/giorno
- ✓ potenzialità estrattiva macchinari di cava > 2.000 mc/giorno
- ✓ giorni lavorativi: 200
- ✓ potenzialità estrattiva media annua: > 400.000 mc
- ✓ potenzialità produttiva impianto di frantumazione 300 t/ora