

CONGLOBIT srl

CANTIERE DI PRODUZIONE DI CONGLOMERATI

BITUMINOSI IN C.DA GARRANO DI TERAMO

Integrazioni alla Perizia ed
Analisi di Stabilità

Committente:

Conglobit S.r.l.

*Integrazioni alla "Perizia
geologica sullo stato attuale
del cantiere di produzione
inerti e conglomerati
bituminosi in C.da Garrano di
Teramo" del 10 aprile 2017*

*Dott. Geol. Marcello
Catalogna*

Prof. Ing. Nicola Sciarra

Teramo – 23 giugno 2017

Sommario

1.0	Premessa	3
2.0	Elementi morfologici.....	3
3.0	Individuazione delle sezioni di analisi.....	4
4.0	Analisi di stabilità	8
5.0	Risultati.....	10
6.0	Processi di erosione superficiale	18
7.0	Conclusioni.....	19

1.0 Premessa

La presente relazione è redatta al fine di integrare la "Perizia geologica sullo stato attuale del cantiere di produzione inerti e conglomerati bituminosi situato in C.da Garrano di Teramo" di proprietà Conglobit srl, in data 10 aprile 2017 a firma del Dott. Geol. Marcello Catalogna.

L'integrazione è consistita nella esecuzione di alcune analisi di stabilità sul fronte stradale di accesso all'impianto al fine di verificarne lo stato di sicurezza. È stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio dal quale sono state estrapolate tre sezioni significative che rappresentassero le condizioni più sfavorevoli (più conservative) dello stato dei luoghi. Per le analisi è stato utilizzato un codice di calcolo numerico alle differenze finite (FLAC). I risultati ottenuti di cui si tratterà in seguito evidenziano l'assenza di fenomeni in atto e potenziali.

2.0 Elementi morfologici

L'area di indagine, come ampiamente trattato nelle precedenti relazioni Geologiche, redatte dal Dott. Marcello Catalogna, è caratterizzata dalla presenza di terreni relativi a terrazzi alluvionali a matrice limo-sabbioso-ghiaiosa, ben cementati. La frazione ghiaiosa (la più presente, fig. 1) è caratterizzata da una granulometria grossolana i cui elementi evidenziano una forma appiattita a testimonianza della genesi fluviale che ne migliora le condizioni di stabilità. La morfologia è sub-verticale con angoli di pendenza di oltre 70°.



Fig. 1 – Particolare della formazione alluvionale

Non si ravvisano movimenti in atto del versante ma solo leggere erosioni superficiali per effetto degli agenti atmosferici.

3.0 Individuazione delle sezioni di analisi

Dal rilievo topografico (fig. 2) nell'area di studio, eseguito dal Geom. Luca Di Giannatale, sono state estrapolate 3 sezioni significative denominate 1, 2 e 3. Di seguito si riportano le sezioni indagate (figg. 3, 4 e 5) con le foto della loro ubicazione. Le altezze massime della scarpata non raggiungono i 10 m di dislivello. Le analisi sono state eseguite nella zona a monte della strada di accesso all'impianto al fine di verificarne la stabilità ai fini della valutazione dei rischi.

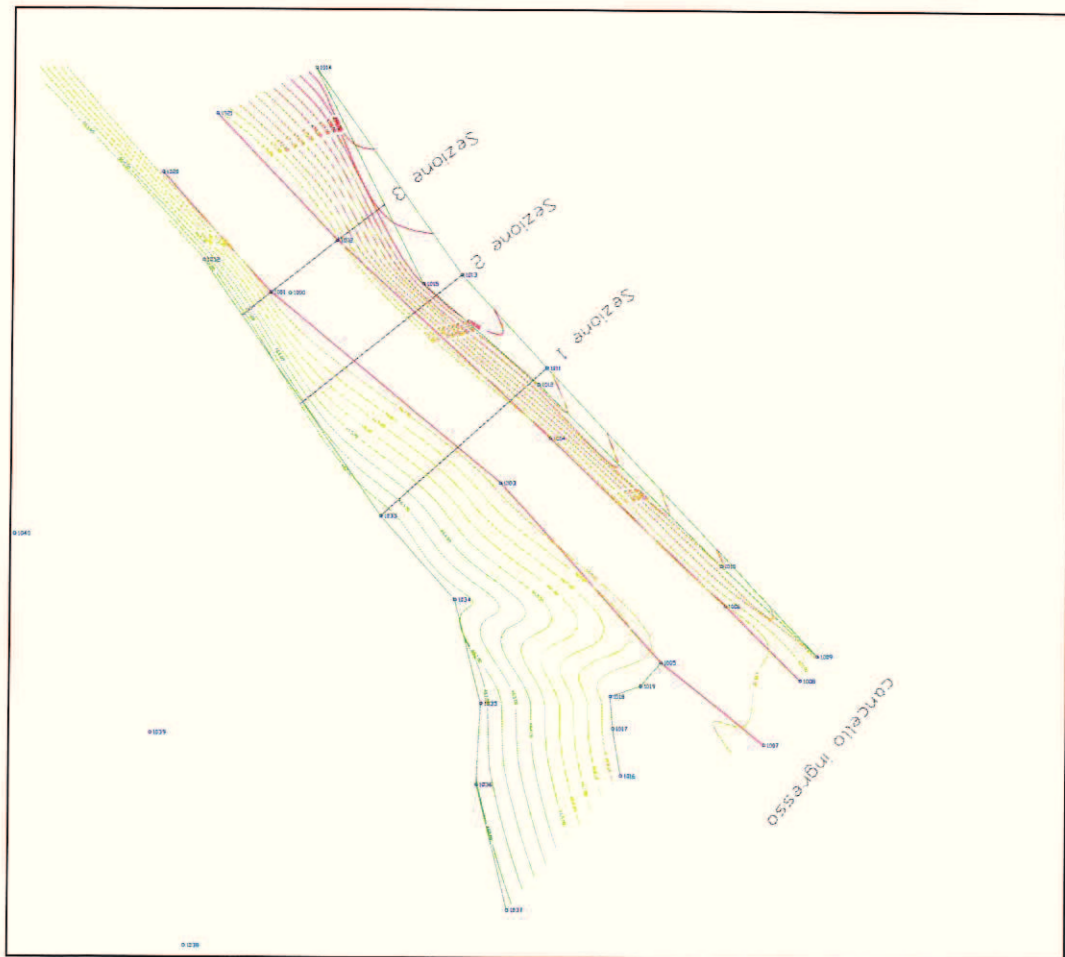


Fig. 2 – Planimetria della zona indagata con traccia delle sezioni

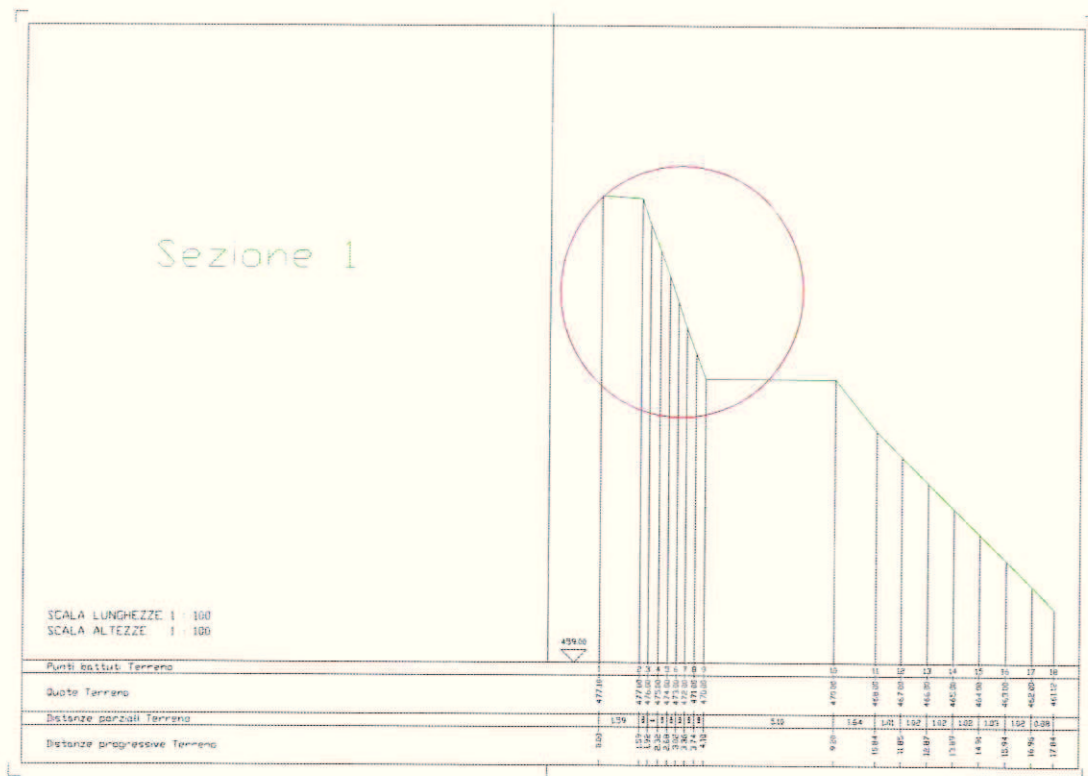


Fig. 3 – Sezione 1 con cerchiata la zona analizzata con analisi di stabilità

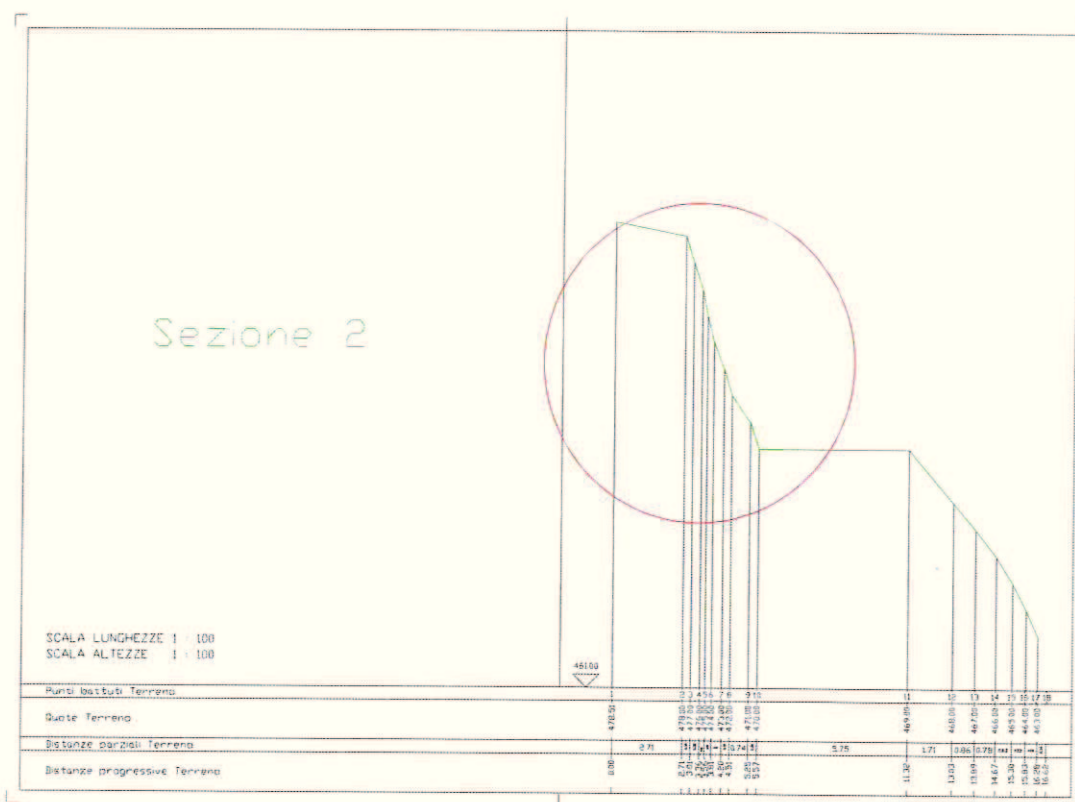


Fig. 4 – Sezione 2 con cerchiata la zona analizzata con analisi di stabilità

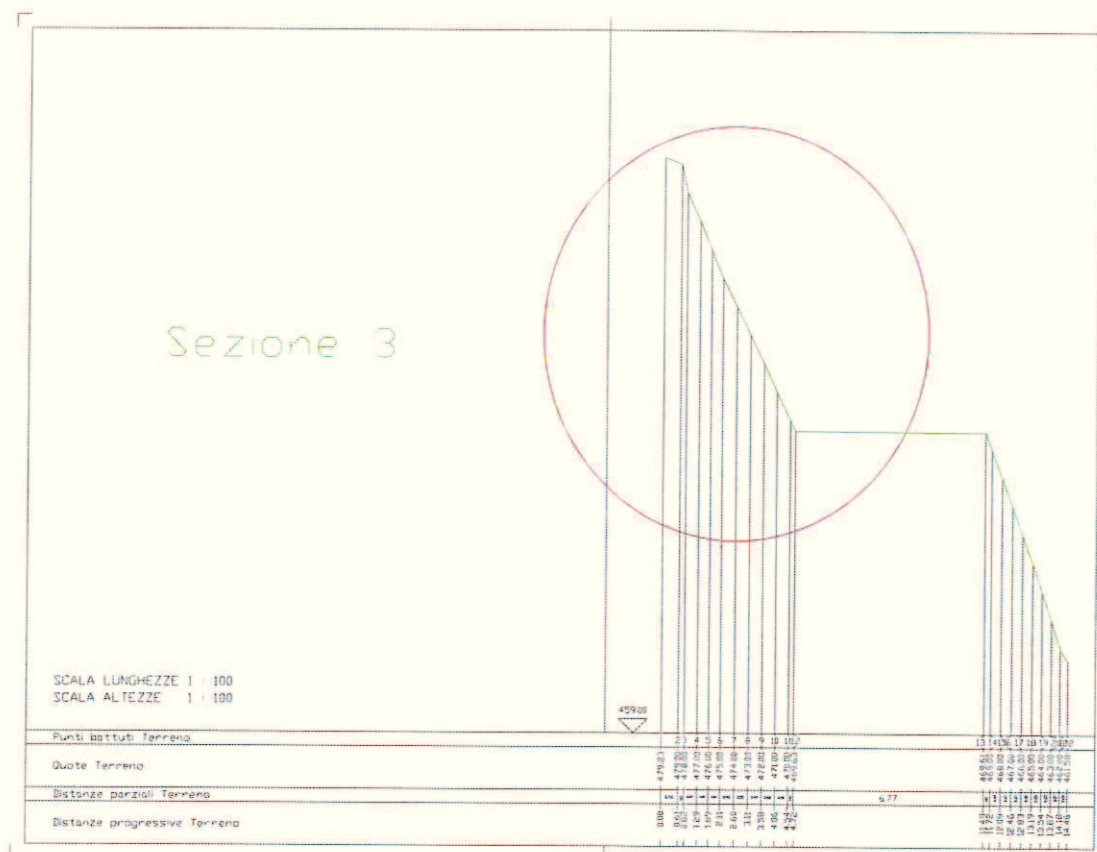


Fig. 5 – Sezione 3 con cerchiata la zona analizzata con analisi di stabilità

4.0 Analisi di stabilità

Al fine di verificare la stabilità della scarpate presenti, è stata predisposta lungo le tre sezioni una modellazione numerica. Il codice utilizzato (FLAC_2D, 2016) è un metodo di analisi numerica bi-dimensionale alle differenze finite, che permette di trattare numerosi problemi nell'ambito della meccanica delle rocce e delle terre. Il versante in esame è stato discretizzato in elementi quadrilateri che costituiscono una griglia; il comportamento fisico-meccanico di ogni elemento deve rispondere ad una prestabilita legge sforzo/deformazione lineare o non-lineare, in risposta alle forze applicate e/o alle condizioni al contorno.

Il codice FLAC è basato su uno schema di calcolo "Lagrangiano", che ben si adatta alla modellazione di grandi deformazioni ed alla rottura dei materiali. In questo metodo, le equazioni differenziali che legano campi di sforzo e deformazione con spostamenti e carichi esterni sono espresse in termini incrementali discreti nei nodi del reticolo, dando luogo ad equazioni polinomie. Tali equazioni sono risolte utilizzando un metodo esplicito: inizialmente sono richiamate le equazioni fondamentali del moto per derivare velocità e spostamenti dagli stress e delle forze, poi gli incrementi dello sforzo sono derivati dalle velocità, ed infine nuovi stress dagli incrementi stessi.

Durante il calcolo, l'informazione associata con il fenomeno in esame è propagata attraverso le zone nella griglia; è richiesto un certo numero di step per arrivare allo stato di equilibrio per una soluzione statica. In FLAC si raggiunge una soluzione quando il valore di energia cinetica nel modello raggiunge un valore trascurabile; al raggiungimento di questo valore trascurabile, il modello avrà raggiunto lo stato di equilibrio delle forze oppure in caso contrario si troverà in uno stato di "steady flow" se una porzione o l'intero modello è instabile (rottura) sotto il carico delle condizioni applicate: il raggiungimento dello stato di equilibrio o l'inizio del movimento sono indicati dalle forze non bilanciate (*unbalanced force*).

Il modello costitutivo utilizzato per questo studio è il Mohr-Coulomb. Questo è il modello convenzionalmente usato per rappresentare la rottura al taglio in terreni ed in rocce, in cui l'involuppo di rottura corrisponde a quello del criterio di Mohr-Coulomb.

Le analisi sono state condotte in campo dinamico utilizzando il metodo pseudo statico valutando quindi anche gli effetti di un sisma. In particolare si considerino i parametri di seguito riportati relativi alla località Garrano di Teramo.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 42,691321
 longitudine: 13,663395
 Classe: 1
 Vita nominale: 50
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T3
 Periodo di riferimento: 35anni
 Coefficiente cu: 0,7
 Prevenzione dal collasso (SLC):
 Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 682 [anni]
 ag: 0,208 g
 Fo: 2,511
 Tc*: 0,354 [s]
 Coefficienti Sismici SLC:
 Ss: 1,190
 Cc: 1,350
 St: 1,200
 Kh: 0,083
 Kv: 0,042
 Amax: 2,919
 Beta: 0,280

Relativamente ai parametri meccanici i valori sono stati presi da bibliografia essendo più che documentata la loro caratterizzazione. Per la coesione efficace è stato invece considerato un approccio in back-analysis considerando un angolo d'attrito di 40° ed una altezza critica di 10 m così come presente in via cautelativa nei luoghi di indagine. Di seguito la tabella dei valori utilizzati.

$$\gamma = 2.1 \text{ t/m}^3$$

$$E = 100 \text{ MPa}$$

$$c' = 50 \text{ kPa} \quad c'_{\text{mod}} = 40 \text{ kPa (M2 Norme tecniche NTC2008)}$$

$$\phi' = 40^\circ \quad \phi'_{\text{mod}} = 33.87^\circ \text{ (M2 Norme tecniche NTC2008)}$$

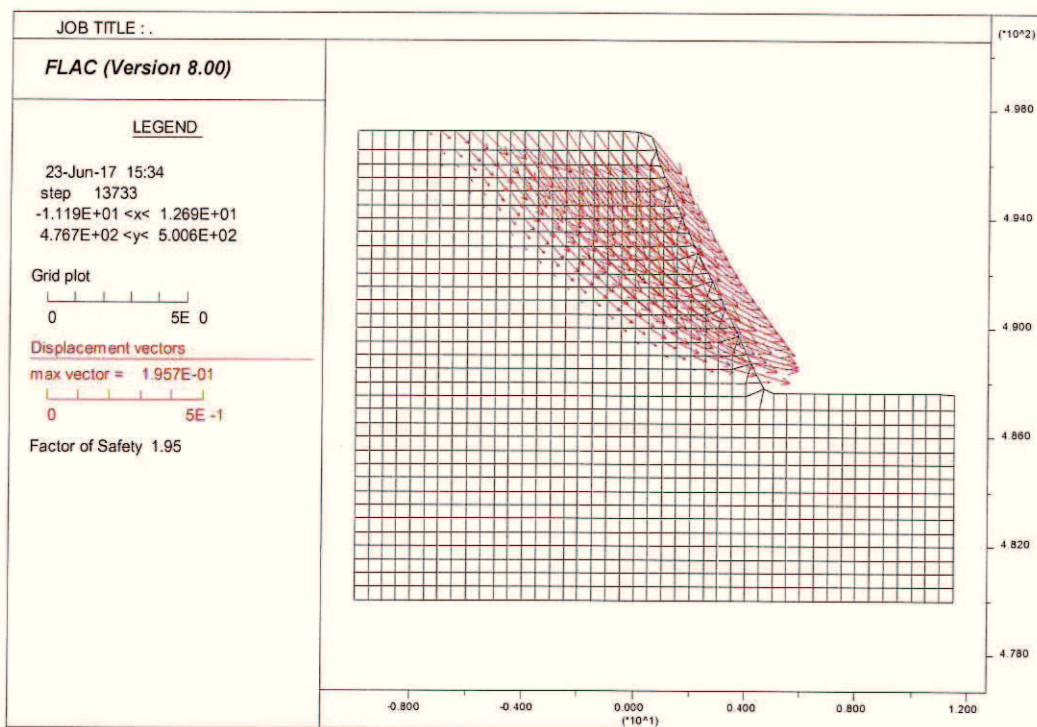


Fig. 7 – Diagramma dei vettori di spostamento

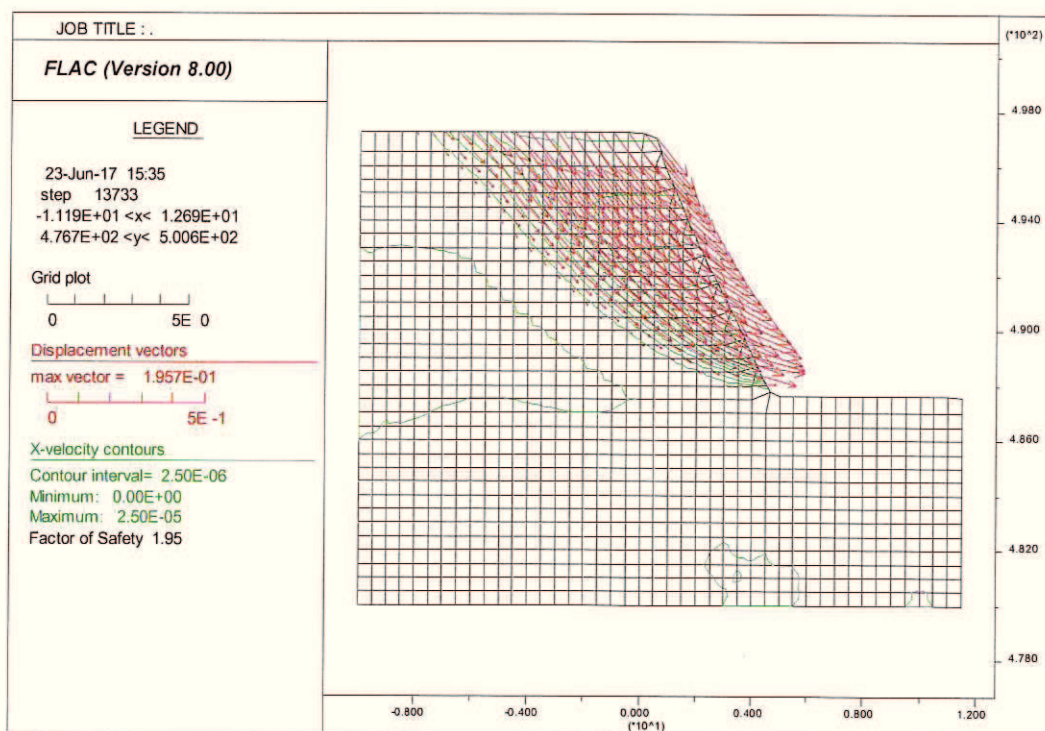


Fig. 8 – Diagramma delle velocità di spostamento

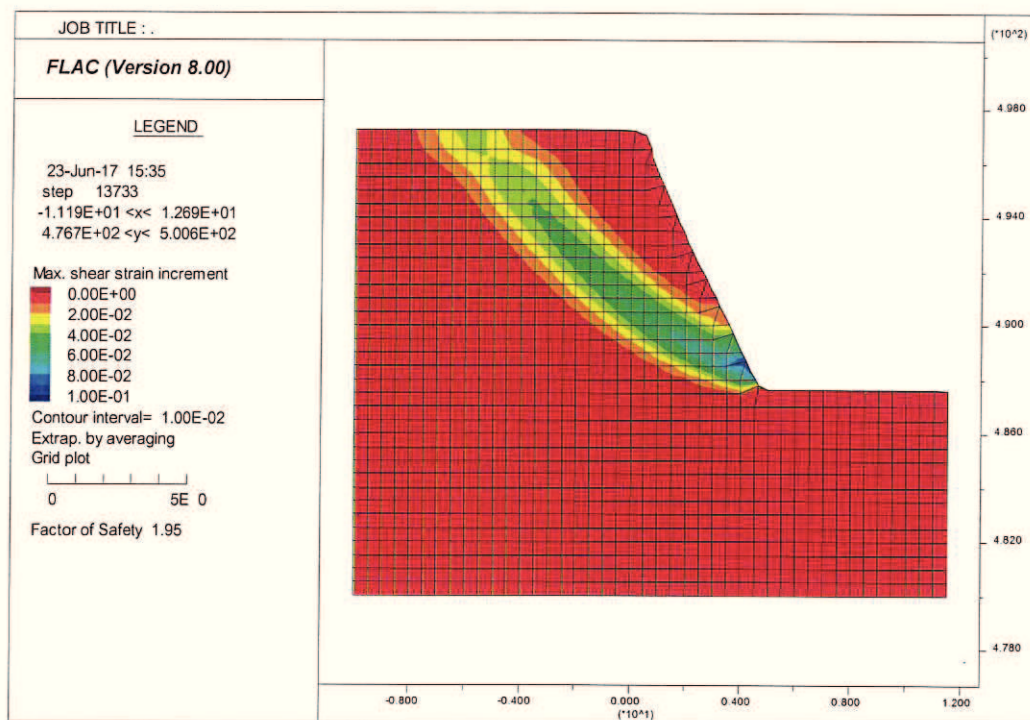


Fig. 9 – Diagramma delle velocità di deformazione al taglio

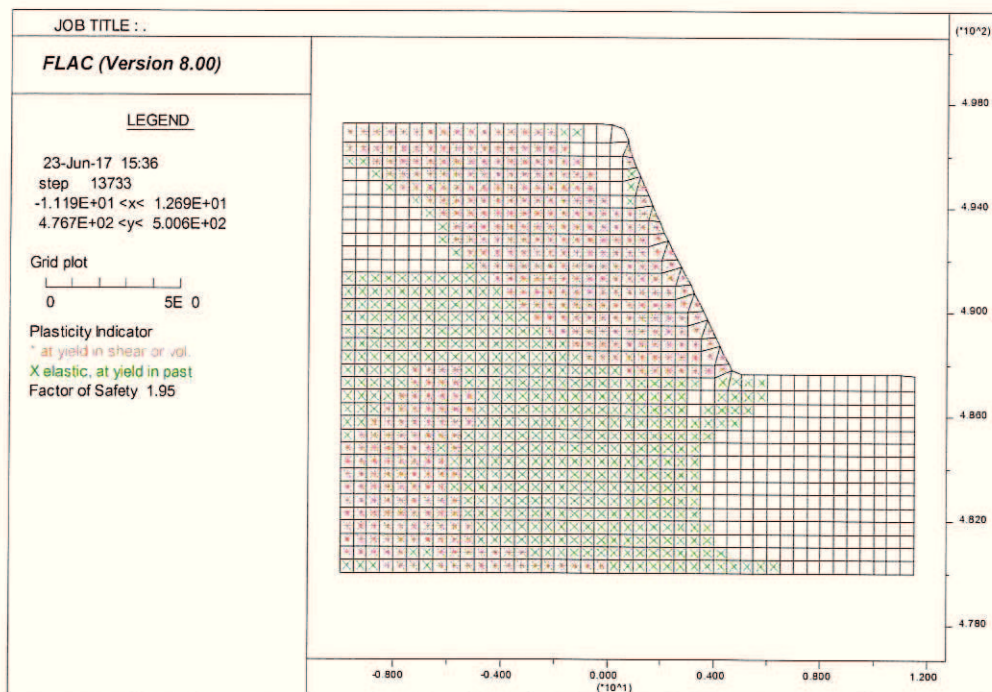


Fig. 10 – Diagramma della plasticizzazione potenziale

Sezione 2

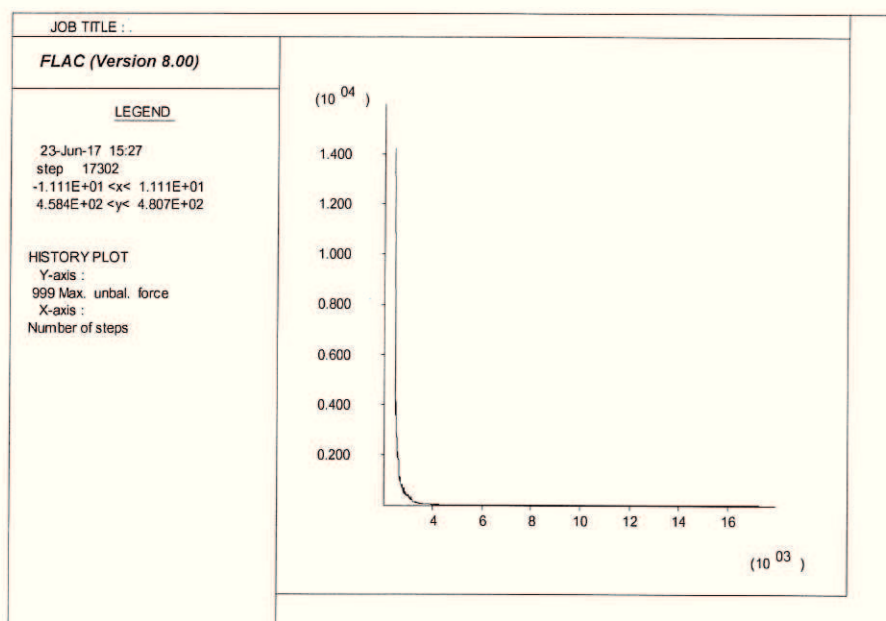


Fig. 11 – Diagramma della convergenza

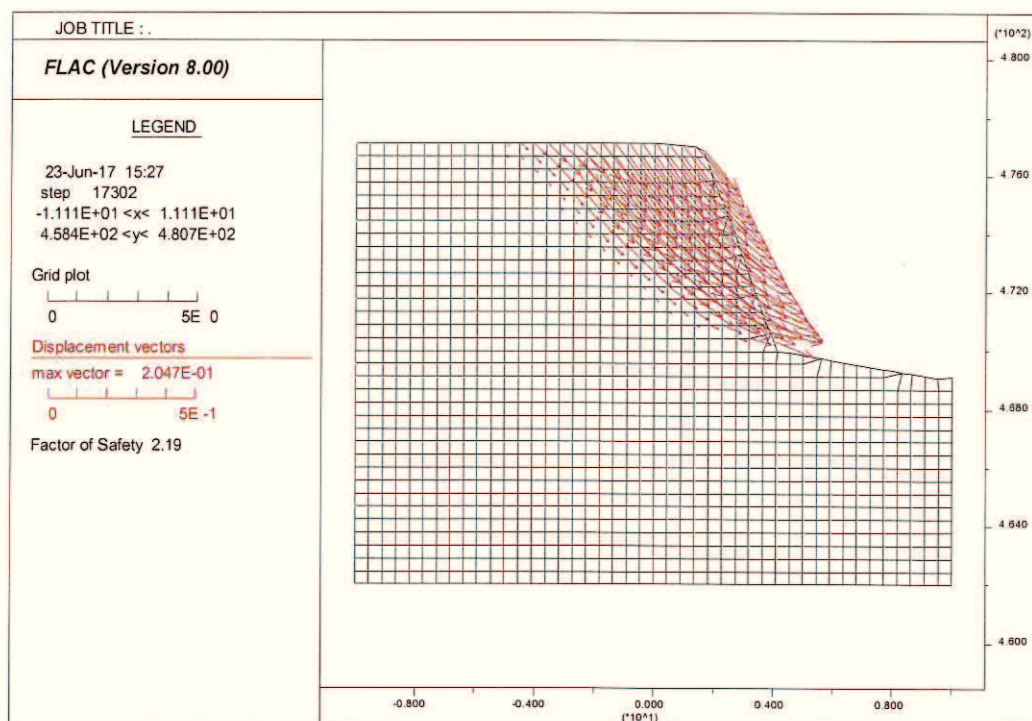


Fig. 12 – Diagramma dei vettori di spostamento

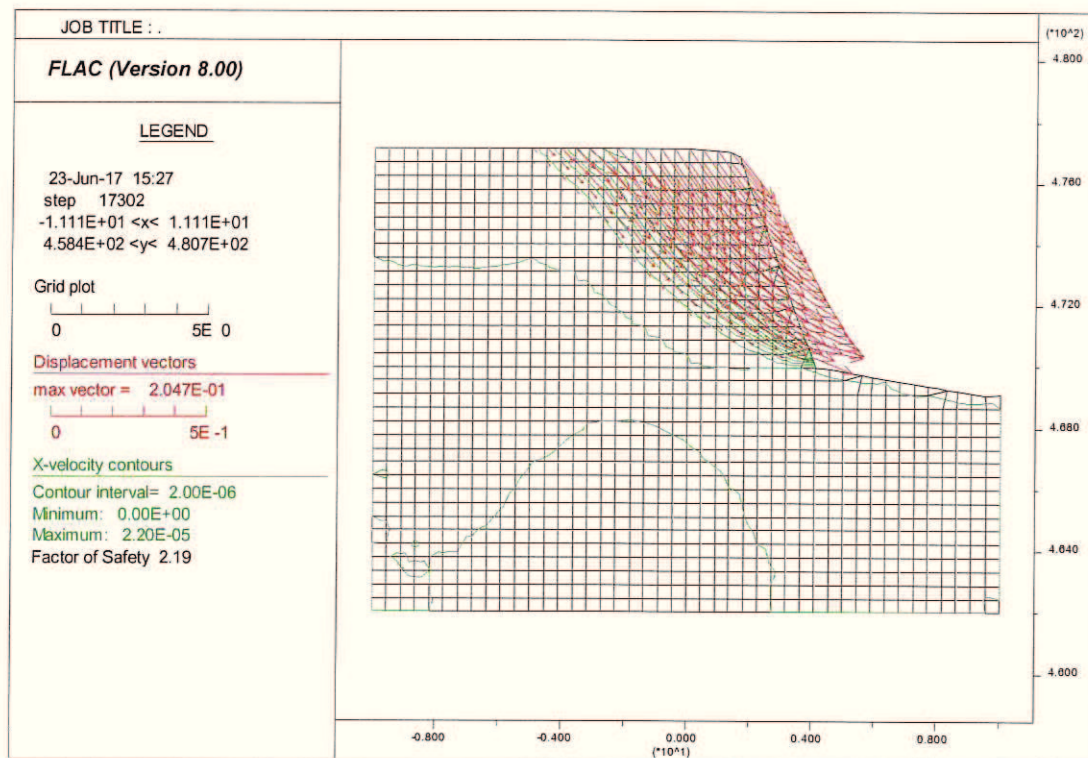


Fig. 13 – Diagramma delle velocità di spostamento

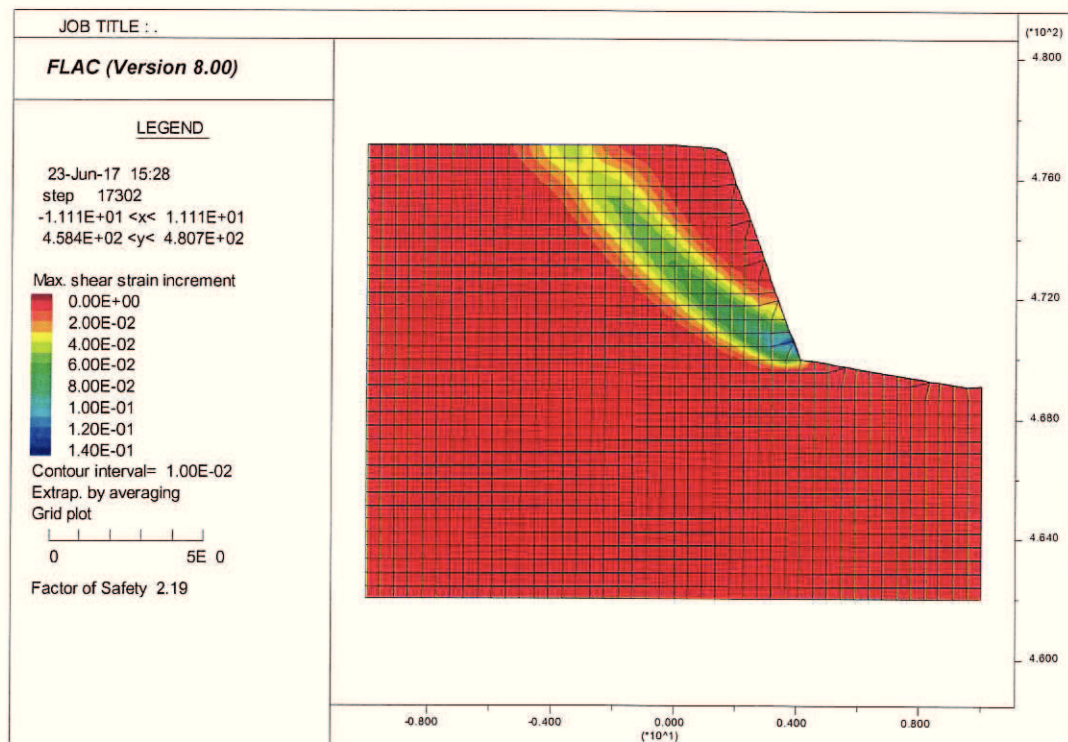


Fig. 14 – Diagramma delle velocità di deformazione al taglio

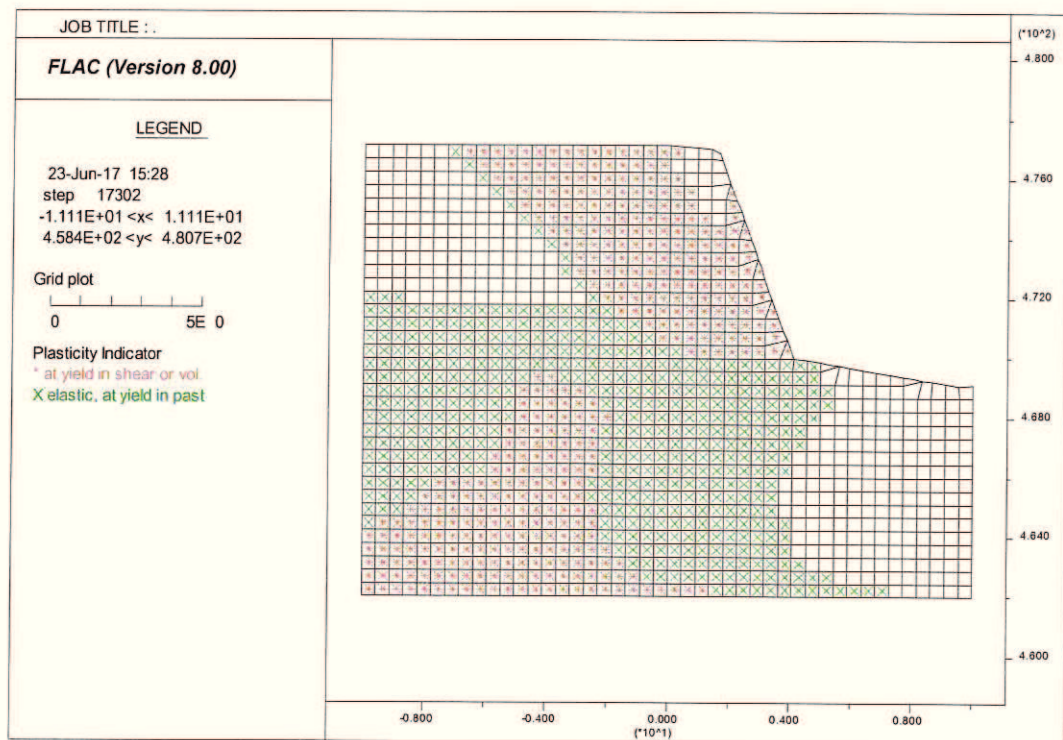


Fig. 15 – Diagramma della plasticizzazione potenziale

Sezione 3

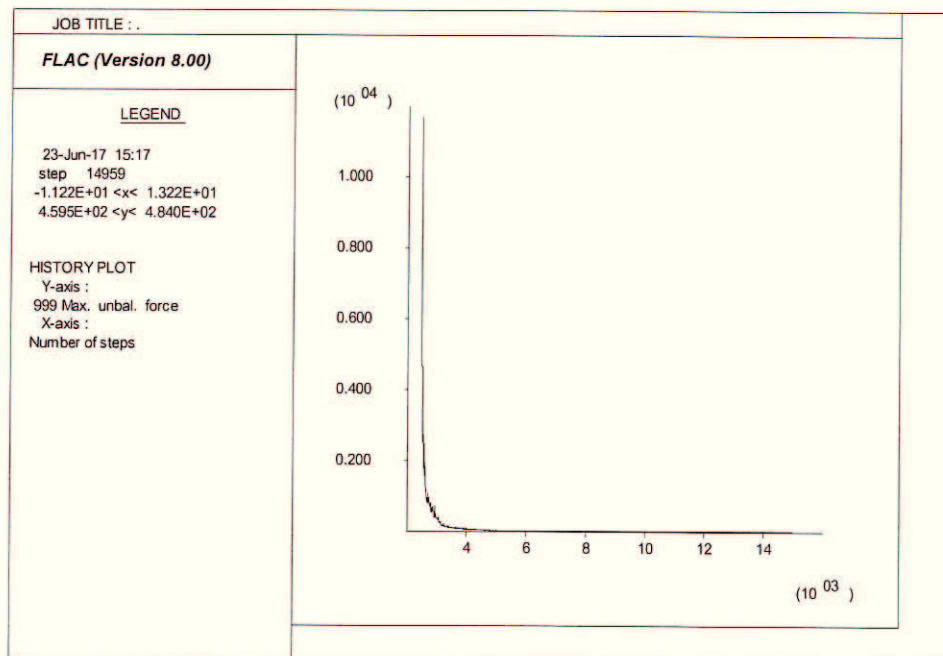


Fig. 16 – Diagramma della convergenza

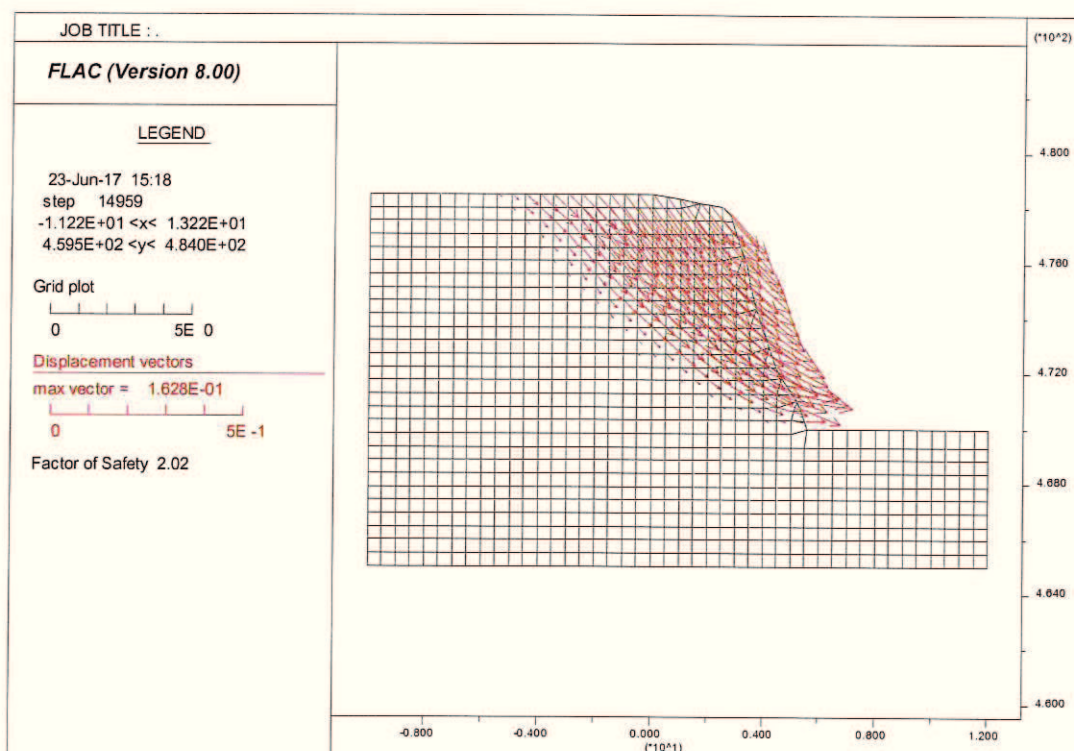


Fig. 17 – Diagramma dei vettori di spostamento

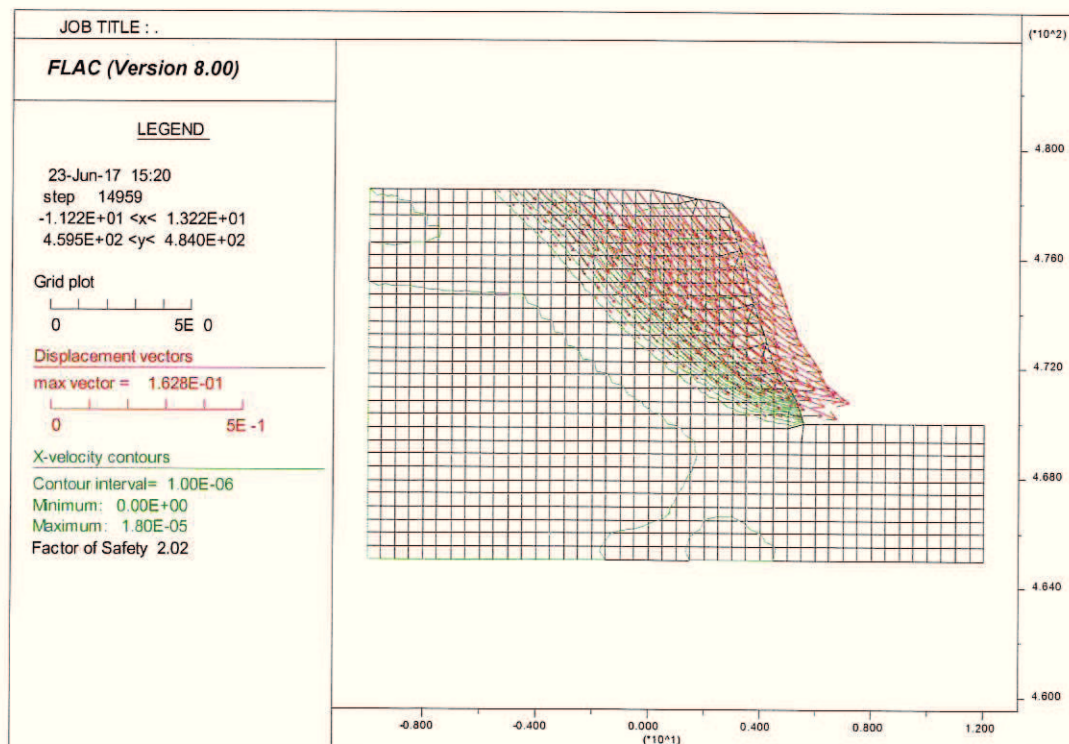


Fig. 18 – Diagramma delle velocità di spostamento

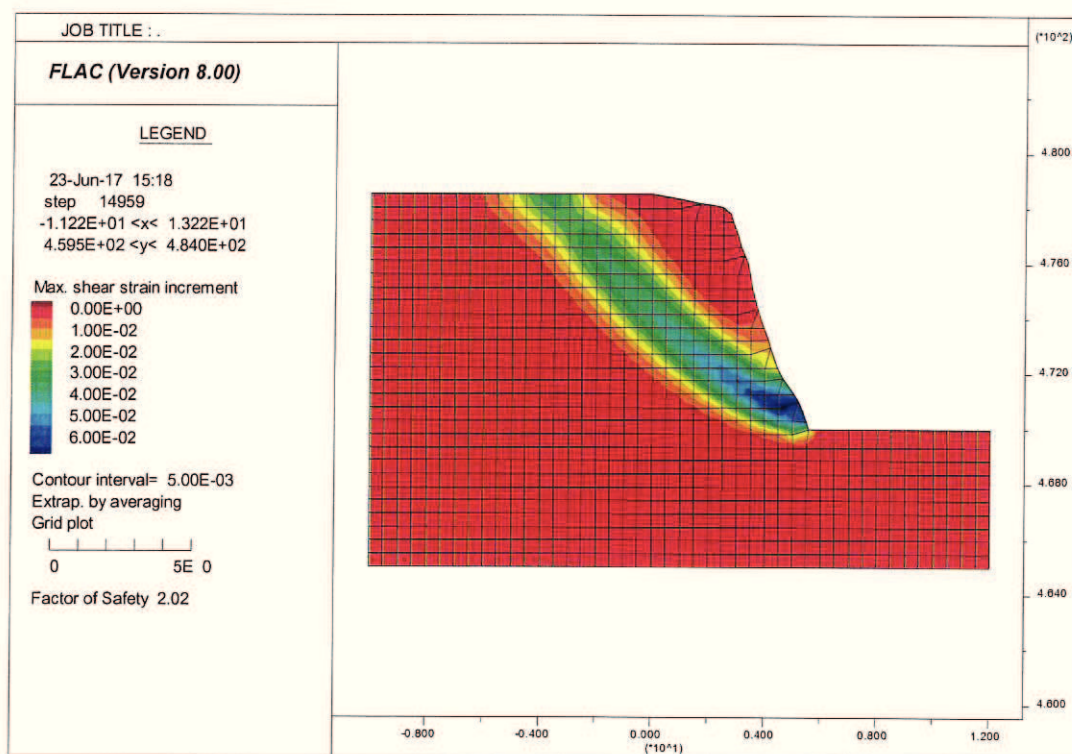


Fig. 19 – Diagramma delle velocità di deformazione al taglio

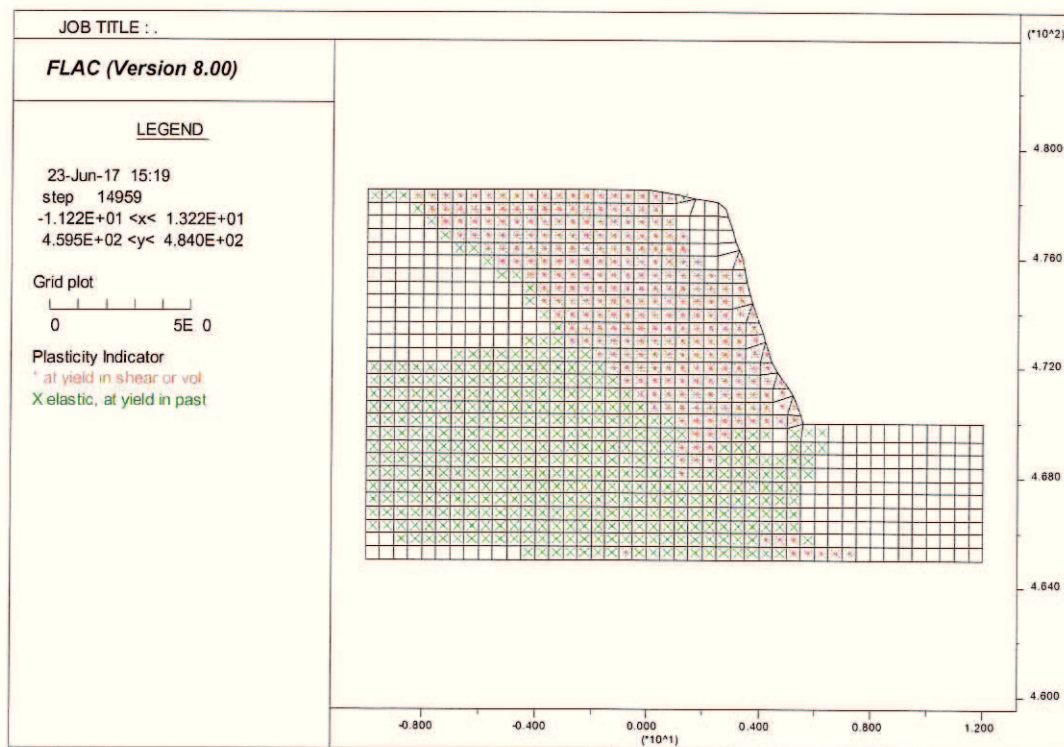


Fig. 20 – Diagramma della plasticizzazione potenziale

Dalle analisi eseguite è stato possibile ricavare i seguenti fattori di sicurezza:

N. sezione	1	2	3
Fattore di sicurezza	1.96	2.19	2.02

Tutte le sezioni offrono valori del fattore di sicurezza ampiamente superiori a quelli di normativa $> 1,1$

6.0 Processi di erosione superficiale

Sulle scarpate di origine antropica (vecchie coltivazioni di cava risalenti a circa 30 anni fa) sono presenti, come già evidenziato, alcuni leggeri e naturali fenomeni di erosione superficiale che causano talora la caduta di piccole porzioni di terreno, più frequentemente singoli ciottoli. Tali elementi rovinano a bassa energia sulla strada sottostante rimanendo confinati tra la scarpata e le opere provvisorie, messe in atto dalla proprietà, e consistenti in una linea di new-jersey aventi dimensioni di 1 metro di altezza con base di appoggio di 58 cm e peso di 675 kg/ml.

Considerando un solo metro lineare di new-jersey, l'attrito esercitato alla base può essere quantificato in $P \times \mu$ pari a $675 \times 0.5 = 337.5$ kg. Il coefficiente d'attrito μ è stato valutato pari a 0.5 in base alla tabella Cetrus (software Buffetti – Codice della strada) utilizzando il valore minimo relativo a condizioni di asfalto bagnato.

tipo di fondo	asciutto		bagnato	
	minimo	massimo	minimo	massimo
asfalto rugoso	0.70	0.80	0.35	0.65
asfalto liscio	0.60	0.70	0.45	0.55
cemento rugoso	0.70	0.80	0.60	0.65
cemento liscio	0.60	0.70	0.50	0.60
macadam compatte	0.60	0.70	0.50	0.60
macadam molle	0.50	0.60	0.40	0.50
ghiaietta	0.40	0.50	0.30	0.40
pietra ruvida	0.55	0.65	0.45	0.50
pietra liscia	0.45	0.55	0.30	0.40
neve compatta	0.30		0.20	
ghiaccio	0.15		0.10	

Considerando una caduta di circa $0,1 \text{ m}^3$ di materiale, la spinta che arriva al new-jersey può essere quantificata come una aliquota dell'energia rimasta dopo l'impatto con il suolo. La natura dei terreni è tale che, all'impatto con il suolo, la massa in caduta si disgrega completamente e, quindi, non induce rimbalzo e impulsi dinamici sull'opera. La massima spinta attiva che potrà sostenere il new-jersey è pari a $S_a = 1/2 \gamma k_a h^2 = 0.5 \times 2.1 \times 0.218 \times 1^2 = 0.229 \text{ t}$.

In considerazione della massima forza di attrito ipotizzabile si può ottenere un coefficiente di sicurezza pari a $337,5/229 = 1.47$.

7.0 Conclusioni

Sulla base delle analisi eseguite è possibile ritenere che le scarpate antropiche indagate offrono anche in chiave sismica dei coefficienti di sicurezza ampiamente superiori a quelli di normativa e che le opere provvisorie realizzate alla base delle scarpate offrono anche la dovuta sicurezza alle spinte esercitate da ipotizzabili ed eventuali materiali di caduta, dalle stesse scarpate, per effetto di erosione superficiale.

Teramo, 23.06.2017

Dott. Geol. Marcello Catalogna

Prof. Ing. Nicola Sciarra

