

REGIONE ABRUZZO

Programma di riqualificazione e di sviluppo sostenibile nel territorio

P.R.U.S.S.T.

La città lineare della costa

ente proponente

COMUNE DI CHIETI - COMUNE DI CEPAGATTI

committente

SIRECC S.r.l. - SILE COSTRUZIONI S.r.l.

progetto

il progettista

Opere di messa in sicurezza ai fini idraulici
dell'area P.R.U.S.S.T. 7-93
e modifica planimetrica
dell'intervento edilizio a completamento con la
realizzazione di edifici commerciali - no food -

Dott. Ing. Domenico Merlino

Variante a Giudizio V.I.A. n. 1925 del 10.04.2012



elaborato

S.I.A. ALLEGATO 04:
Relazione Geotecnica
Verifiche argine fluviale esistente

tavola n.

06

commessa n.

7.023

livello progettuale

Definitivo

settore

ARC

particolare

--

scala

--

project manager

DM

work manager

EL

| | | | |
|------|-------------|------------------------|-------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 00 | Luglio 2016 | Emesso per definizione | XX |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE | DISEGNATORE |

MERLINO PROGETTI s.r.l. - www.merlinoprogetti.it E-Mail: info@merlinoprogetti.it
Sede - Via Padre Ugo Frasca (Centro DA. MA.) 66100 Chieti Scalo (CH) Tel. 0871 552751 - Fax 0871 540380
Azienda con Sistema di Gestione Qualità certificato UNI EN ISO 9001 da ABICert s.a.s. - Certificato n°QBC434

COMUNE di CHIETI e CEPAGATTI

Province di Chieti e Pescara

COMMITTENTE

SIRECC S.R.L.

OGGETTO

**ACCORDO DI PROGRAMMA P.R.U.S.S.T 7-93
ARGINE FLUVIALE A PROTEZIONE DELL'AREA
MEGALÒ IN OTTEMPERANZA AI DETTAMI
DELL'ORDINANZA DEL SERVIZIO DEL GENIO CIVILE
REGIONALE DI PESCARA PROT. RA 312705**

RELAZIONE GEOTECNICA



TECNOSOIL
ENGINEERING s.r.l.

Il Relatore
Dott. Ing. Pietromartire Lorenzo

Prof. Nicola Sciarra

RIFERIMENTO ELABORATO:

| File | | | | | N. prog. | | | | |
|------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |

DATA

FEBBRAIO, 2014



Sommario

| | |
|---|----------------|
| 1. Premessa | pag. 1 |
| 2. Normativa di riferimento | pag. 2 |
| 3. Documentazione di riferimento | pag. 2 |
| 4. Inquadramento geologico ed idrogeologico | pag. 3 |
| 5. Definizione del modello numerico e geotecnico | pag. 4 |
| 6. Descrizione dell'argine | pag. 6 |
| 7. Verifiche e modellazioni geotecniche | pag. 7 |
| 8. Risultati delle verifiche di filtrazione | pag. 12 |
| 9. Risultati delle verifiche di stabilità | pag. 33 |
| 10. Considerazioni conclusive | pag. 41 |

Allegato 1: sezione geologica

Allegato 2: Prove Lefranc

Allegato 3: Stratigrafie sondaggi

1. Premessa

La presente relazione s'inserisce nell'ambito del Progetto di Completamento del complesso commerciale – Accordo di programma PRUSST 7-93 – finalizzato alla realizzazione di edifici commerciali NO FOOD nei comuni di Cepagatti (PE) e Chieti in località Santa Filomena, in risposta alle osservazioni avanzate dal Genio Civile di Pescara con ordinanza prot. RA/312705 del 12.12.2013.

Dal punto di vista coreografico l'area si colloca in una piana alluvionale alla destra idrografica del Fiume Pescara caratterizzata da un'acclività praticamente assente.

Nel corso degli anni il sito è stato oggetto di azioni antropiche mirate al prelievo di materiale alluvionale; lo stato dei luoghi è stato poi ripristinato utilizzando come riporto materiale limoso-argilloso. Successivamente al ripristino della superficie, l'area è stata destinata alla realizzazione di edifici commerciali.

Al fine di mitigare la pericolosità idraulica del lotto è stato realizzato un argine della lunghezza di circa 1100 m con altezza variabile lungo il suo sviluppo longitudinale.



Figura 1 Corografia dell'area

Allo scopo di verificare possibili criticità del manufatto durante eventi di piena straordinari, nella presente relazione, sono riportate le verifiche geotecniche relative ai moti di filtrazione e possibile sifonamento dell'argine anche in conseguenza di un repentino svaso.

Tutte le modellazioni numeriche sono state eseguite lungo la sezione reale ricostruita a partire dall'interpretazione di tre dei quattro sondaggi geognostici che la Technosoil s.r.l. ha eseguito nel periodo che va dal 10/09/2012 al 12/10/2012 e riportata in allegato.

2. Normativa di riferimento

- D.M. 11 Marzo 1988: "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione".
- Circolare LL PP n° 30483 del 24 settembre 1988: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Decreto Ministeriale del 14 Febbraio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n. 29 del 04.02.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

3. Documentazione di riferimento

- Relazione tecnica relativa alla stabilizzazione del suolo in sito e suoi allegati, redatta dalla Geotech Engineering in data luglio 2003;
- Prove Penetrometriche Statiche (CPT) realizzate nel dicembre 2007 dalla SOILTEST s.a.s, via Venezia 17 – Francavilla al Mare (CH);
- Sondaggi e prove Lefranc a carico variabile realizzate nel settembre 2012 dalla Technosoil s.r.l., via Fontevicchia 4 – Spoltore (PE);
- Elaborati grafici: Architettonici: sezioni – commessa n. 7.023 datati giugno 2009; Argine di protezione ancoraggio materassi tipo reno eseguiti dalla Merlino Progetti nel novembre 2004; Sezione geologica redatta dalla Tecnosoil s.n.c. nel Settembre del 2012.

4. Inquadramento geologico ed idrogeologico

Dal punto di vista geologico il sito oggetto di studio si colloca in una piana d'alveo costituita da depositi alluvionali terrazzati formati da corpi lenticolari ghiaioso, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso-argillosi. La distribuzione di tali depositi risulta estremamente caotica e variare arealmente così come in profondità raggiungendo potenze dell'ordine di 20-30 mt. Il substrato geologico è costituito dai depositi pelitici della formazione delle Argille grigio-azzurre.

I corpi lenticolari presenti all'interno della formazione alluvionale, se pur occasionalmente estesi, non impediscono il contatto idraulico tra i differenti corpi ghiaiosi. Per tali ragioni i depositi alluvionali ospitano un acquifero freatico con caratteristiche monostrato.

Nella porzione superficiale, a copertura del banco ghiaioso, solo in alcuni punti direttamente affiorante (Sondaggio S1, campagna geognostica settembre 2012), sono presenti terreni limosi e limoso-argillosi talora passanti in profondità a limi sabbiosi costituenti il materiale di riporto messo in posto in seguito alla chiusura dell'attività di cava svolta in passato.

La falda della pianura alluvionale in esame, è sostenuta dall' "acquiclude" costituito principalmente dal substrato plio-pleistocenico. L'andamento del basamento, in linea generale da monte verso valle, presenta una certa pendenza verso la costa; in sinistra e destra idrografica il substrato si presenta, nella parte medio alta della pianura, inclinato con pendenza diretta dai terrazzi più alti verso l'asta fluviale.

5. Definizione del modello numerico e geotecnico

La ricostruzione del modello numerico è stata eseguita a partire dall'interpretazione di tre dei quattro sondaggi geognostici che la Technosoil s.r.l. ha eseguito nel periodo che va dal 10/09/2012 al 12/10/2012.

I sondaggi sono stati realizzati appositamente lungo una sezione: il sondaggio S1 è stato eseguito nella parte golenale del fiume Pescara, il sondaggio S2 sull'argine ed il sondaggio S3 nell'area interessata dall'insediamento delle nuove strutture commerciali.

In allegato si riporta l'esatta ubicazione dei sondaggi.

Il sondaggio S1 è stato spinto fino alla profondità di 12 m dal p.c. all'interno della formazione ghiaiosa-sabbiosa, l'S2 fino alla profondità di 15 m. e l'S3 fino ai 12 m dal p.c.

Dalle terebrazioni, è stato possibile individuare, al tetto della formazione alluvionale costituita da ghiaie in matrice sabbiosa, uno strato di potenza variabile costituito da limi argillosi-sabbiosi, dovuti al ritombamento dell'area a seguito del prelievo di inerti.

Nel sondaggio S1 alla profondità di 7.00 m e nel sondaggio S3 alla profondità di 8.50 m sono state realizzate due prove Lefranc a carico variabile finalizzate alla definizione della permeabilità dello strato ghiaioso. Sempre lungo il sondaggio S3 è stata realizzata un'altra prova di permeabilità sui materiali di riporto costituiti da limi argillosi-sabbiosi di colore grigio. Al fine di definire anche per il nucleo dell'argine il valore della permeabilità è stata realizzata una prova Lefranc lungo la verticale S2 alla profondità di 2.8 m dalla testa dell'argine.

Per la definizione dei parametri meccanici dei terreni si è fatto riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e delle prove in situ realizzate dalla SOILTEST s.a.s nel dicembre 2007.

Dalle prove CPT è stato possibile determinare le caratteristiche di resistenza meccanica della formazione superficiale di riporto costituita da limi sabbiosi. Da quanto emerso lo strato superficiale risulta avere spessori variabili e caratteristiche meccaniche tipiche di terreni da riporto.

Le caratteristiche meccaniche dei depositi alluvionali sono state desunte, oltre che da dati di bibliografia, anche dall'interpretazione di prove penetrometriche dinamiche (SPT) realizzate nella medesima area di progetto durante precedenti campagne geognostiche.

La valutazione dei parametri di resistenza della formazione argillosa di base è stata eseguita tenendo in considerazione prove di laboratorio realizzate in precedenza e a disposizione degli scriventi (fig. 2).

| FORMAZIONE | CARATTERIZZAZIONE MECCANICA |
|---------------------------|---|
| ARGINE | $\gamma_{\text{nat}} = 20.5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{dry}} = 17.8 \text{ kN/m}^3$ $c' = 20 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 22^\circ$ $M = 17000 \text{ kN/m}^2$ $E = 9600 \text{ kN/m}^2$ $\nu = 0.37$ $k = 5.19 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ |
| LIMO SABBIOSO | $\gamma_{\text{nat}} = 19.5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{dry}} = 16.2 \text{ kN/m}^3$ $c' = 1 - 3 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 22^\circ - 24^\circ$ $M = 2000 \text{ kN/m}^2$ $E = 1100 \text{ kN/m}^2$ $\nu = 0.39$ $k = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ |
| GHIAIE | $\gamma_{\text{nat}} = 22 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{dry}} = 19.5 \text{ kN/m}^3$ $c' = 0 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 35^\circ - 38^\circ$ $M = 30000 \text{ kN/m}^2$ $E = 21600 \text{ kN/m}^2$ $n = 0.31$ $k = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ |
| FORMAZIONE DI BASE | $\gamma_{\text{nat}} = 21 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{dry}} = 17.8 \text{ kN/m}^3$ $c' = 50 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 27^\circ$ $M = 28000 \text{ kN/m}^2$ $E = 17500 \text{ kN/m}^2$ $\nu = 0.35$ $k = 2.3 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ |

Figura 2 Modello geotecnico

Di seguito si riporta una sintesi delle prove di permeabilità eseguite (fig.3).

| Sigla prova Lefranc | Profondità di prova (m.) | Verticale di riferimento | K (m/s) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| LF1 | 7.00 ÷ 7.50 | S1 | $1.05 \cdot 10^{-3}$ |
| LF1 | 2.80 ÷ 3.30 | S2 | $5.19 \cdot 10^{-7}$ |
| LF1 | 3.00 ÷ 6.00 | S3 | $2.04 \cdot 10^{-6}$ |
| LF2 | 8.50 ÷ 9.00 | S3 | $1.04 \cdot 10^{-3}$ |

Figura 3 Sintesi delle prove lefranc

Nelle modellazioni data la particolare eterogeneità della formazione ghiaiosa è stata eseguita la modellazione in condizioni stazionarie variando il valore di permeabilità in modo da verificare la condizione più sfavorevole sulla base della quale sono state poi eseguite le verifiche in transitorio.

6. Descrizione dell'argine

Il rilevato arginale risulta costituito interamente da limi-argillosi (Rif. NP-1-AGG) e avere una pendenza 2:3 sia dal lato fiume che dal lato protetto. L'opera si erge con quota variabile da monte verso valle ma comunque mediamente pari a 3 m e risulta ben ammorsato nella formazione limoso-argillosa per una profondità di circa 2.00 m dal piano campagna. Il particolare costruttivo riportato in fig.4 trova riscontro da quanto emerso durante l'esecuzione del sondaggio S2 della campagna geognostica del 2012 in cui il passaggio stratigrafico tra il nucleo dell'argine e il terreno di riporto limoso argilloso avviene a circa 4.9 m dalla sommità arginale.

A protezione dell'opera, lato fiume, è stata disposta la collocazione di un materasso tipo RENO dello spessore di 17 cm. (Rif. NP-1-AGG) mentre, lato protetto, uno strato di materiale di risulta dagli scavi di bonifica (Rif. NP-1-AGG) sul quale è stato applicato un ricoprimento con terreno vegetale di circa 30 cm. (Rif. Q/1-1).

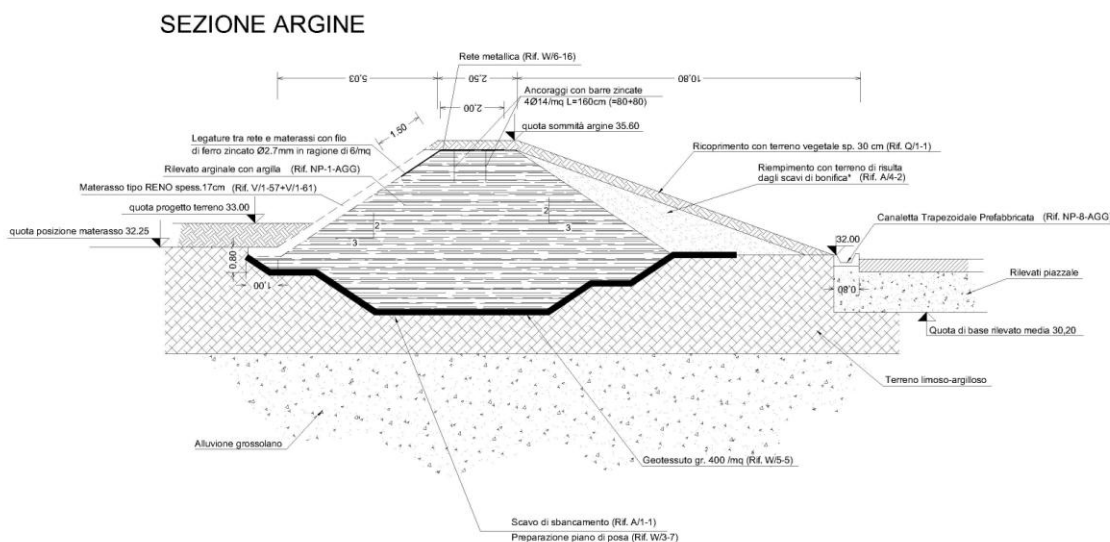


Figura 4 Particolare argine sezione tipo

7. Verifiche e modellazioni geotecniche

Le analisi di modellazione geotecnica sono state condotte tenendo in considerazione quanto esposto nei capitoli precedenti, valutando lungo la sezione realizzata nello studio idrogeologico condotto dalla Tecnosoil s.n.c. sia i moti di filtrazione in caso stazionario che in transitorio.

Nel caso relativo all'analisi stazionaria le modellazioni sono state realizzate considerando come carico idraulico quello di massimo invaso, mentre nel caso delle analisi in transitorio è stata considerata la variabile temporale relativa al tempo di residenza della piena duecentennale (fig. 5 e fig. 6).

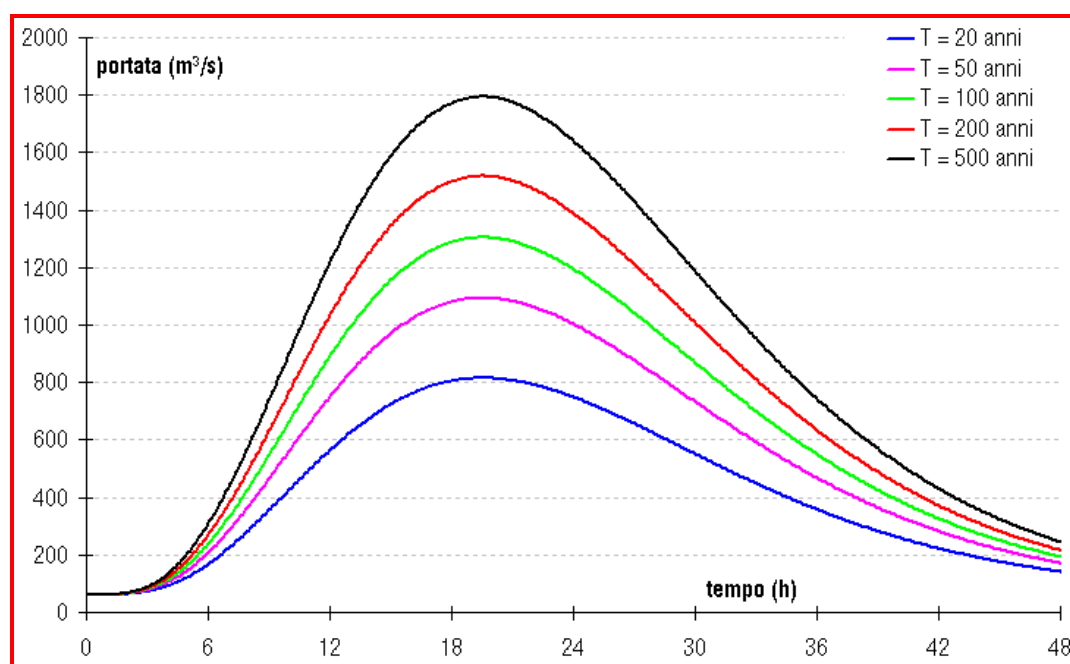


Figura 5 Idrogrammi di piena per la sezione di riferimento del fiume Pescara chiuso a Santa Teresa

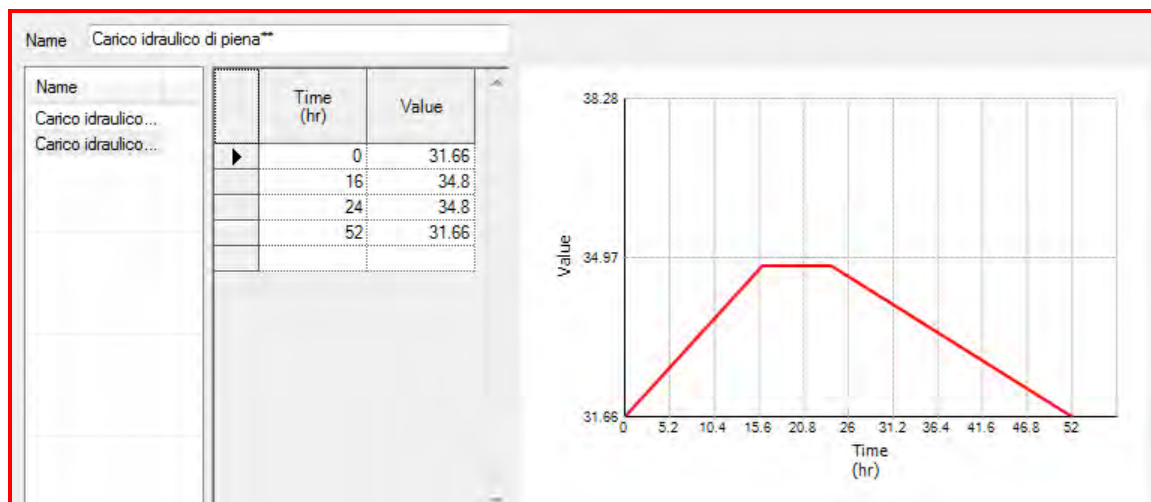


Figura 6 Screenshot della funzione utilizzata nel calcolo idraulico in transitorio

Per i calcoli dei moti di filtrazione e per le verifiche di stabilità dell'argine si è ricorsi al codice di calcolo espletato nel software SoilWorks versione 2.1 della MIDAS sfruttando i moduli combinati Seepage e Slope.

Nel calcolo stazionario (Steady State), l'indeterminatezza del valore di permeabilità nella formazione ghiaiosa ma soprattutto il salto d'impedenza idraulica tra argine, riporto limoso-sabbioso e le stesse ghiaie, hanno comportato l'utilizzo di una permeabilità variabile tra 10^{-3} e 10^{-5} m/s al fine di verificare le condizioni più conservative. In tale contesto, infatti, il moto di filtrazione è fortemente condizionato dai valori di permeabilità della zona sottostante l'argine, come anche ben evidenziato da Colleselli (1990). Infatti, come visibile dalla fig. 7, l'andamento delle linee di flusso è condizionato dalla posizione, non solo del basamento impermeabile ma anche dalla differenza di permeabilità dei litotipi sovrastanti. Tale situazione è del tutto simile a quanto presente nell'area indagata in cui la variabilità della permeabilità all'interno della formazione ghiaiosa permette la possibilità che il moto di filtrazione possa essere a carattere sia monodimensionale (alta permeabilità) che bidimensionale (medio-bassa permeabilità).

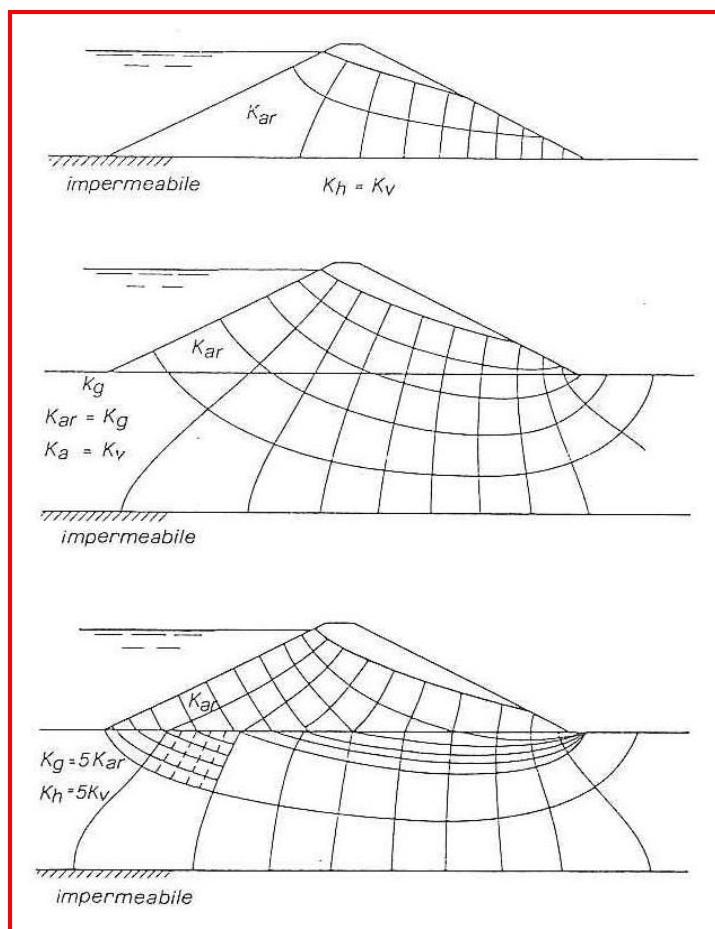


Figura 7 Moti di filtrazione in differenti contesti di permeabilità (Colleselli,1990)

Altro elemento di estrema importanza per l'analisi degli studi di filtrazione su terreni inizialmente insaturi, come nel nostro caso, è l'utilizzo di funzioni di saturazione in quanto, partendo da terreni non saturi la filtrazione viene ritardata per un periodo pari al tempo di immagazzinamento utile alla completa saturazione dei terreni e quindi al raggiungimento delle permeabilità efficaci (quelle utilizzate nei calcoli). Il non utilizzo di tali funzioni peggiora notevolmente le condizioni reali a svantaggio delle verifiche. In particolare sono state utilizzate tre differenti funzioni di saturazione relative alle tre tipologie di permeabilità utilizzate (figg. 8,9,10).

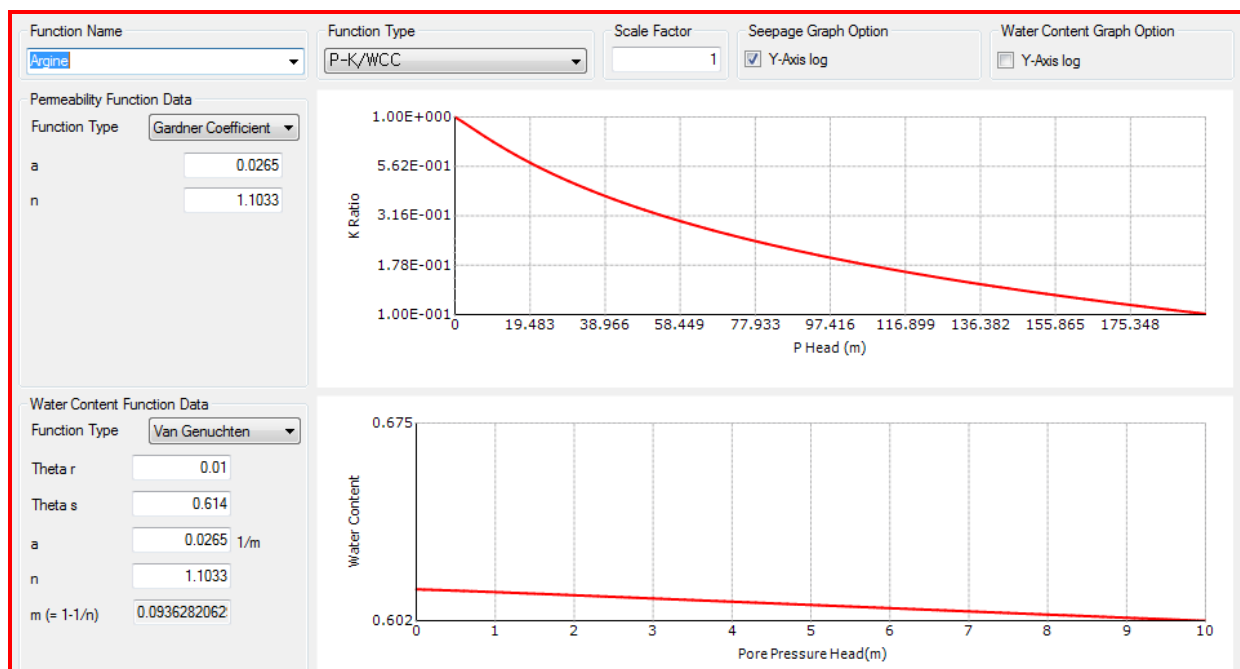


Figura 8 Curva di saturazione per terreni a bassa conducibilità idraulica (Argine, Formazione argillosa di base)

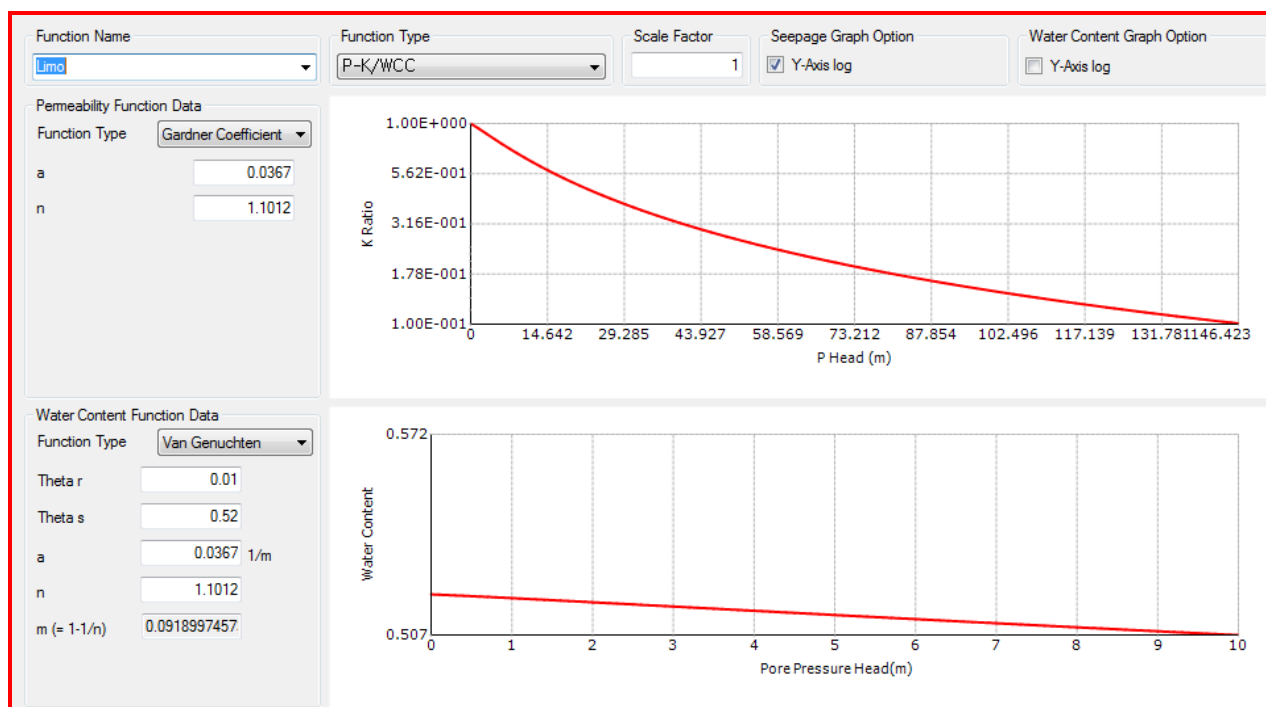


Figura 9 Curva di saturazione per terreni a bassa conducibilità idraulica (limi sabbiosi)

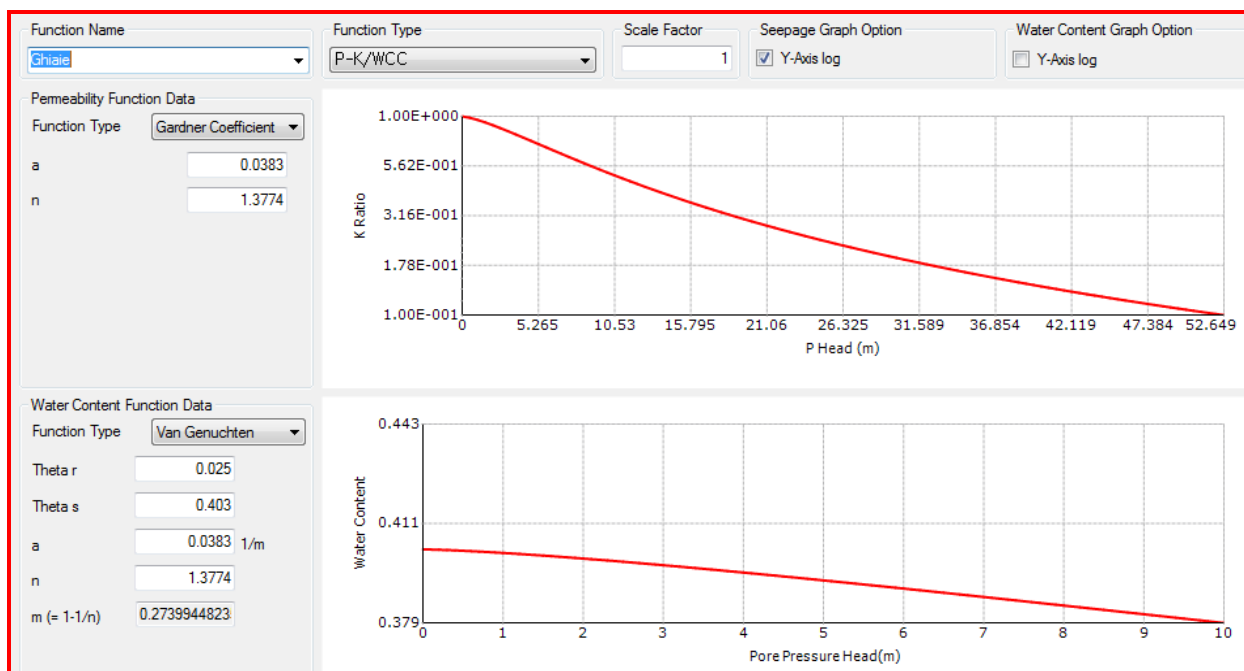


Figura 10 Curva di saturazione per terreni a medio-alta conducibilità idraulica (Ghiaie e fondazione stradale)

Relativamente all'analisi del transitorio è stata considerata a partire dalla massima altezza di piena la condizione più sfavorevole relativamente alle successive analisi di stabilità dell'argine (lato golenale). Infatti, com'è risultato da tale analisi, il moto di filtrazione inverte il proprio andamento partendo dalla zona satura sommitale del rilevato fino a risalire all'interno dell'area golenale.

Le analisi di stabilità dell'argine sono state eseguite sia per il lato esterno che interno l'area golenale, in considerazione della presenza della massima piena e del rapido svasamento dell'invaso. Inoltre, ai fini del rispetto dell'NTC 2008, sono state eseguite anche analisi di stabilità in condizioni sismiche anche in presenza dell'evento di piena (condizione quasi impossibile dal punto di vista probabilistico). Tutte le verifiche sono state eseguite con il metodo LEM (Limit Equilibrium Method) utilizzando l'algoritmo di Janbu modificato.

8. Risultati delle verifiche di filtrazione

Sono di seguito riportate le risultanze di tutte le analisi relative allo studio del moto di filtrazione in funzione di tutte le differenti ipotesi di possibilità litologica (variazioni di permeabilità e di saturazione iniziale dei terreni). In particolare sono riportati per ciascuna fase di calcolo il modello geometrico utilizzato e la rappresentazione ottenuta, relativa ai: carichi totali, pressioni neutre, rete di flusso, velocità di flusso e gradiente di flusso verticale. Le fasi analizzate hanno riguardato:

- Condizione di flusso stazionario con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-3} m/s;
- Condizione di flusso stazionario con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-5} m/s;
- Condizione transitoria con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-3} m/s (caso più sfavorevole);

Relativamente alle condizioni al contorno, il codice di calcolo utilizzato, impone nella zona di allagamento l'inserimento nei nodi superficiali di un carico idraulico pari a quello massimo di calcolo, mentre, nella zona di possibile sifonamento, i nodi superficiali sono considerati come punti di arrivo di un eventuale moto di filtrazione e quindi come punti su cui sono individuati i valori nulli di pressione neutra.

Le basi teoriche del codice utilizzato sono riportate in Appendice.

8.1 Condizione di flusso stazionario con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-3} m/s

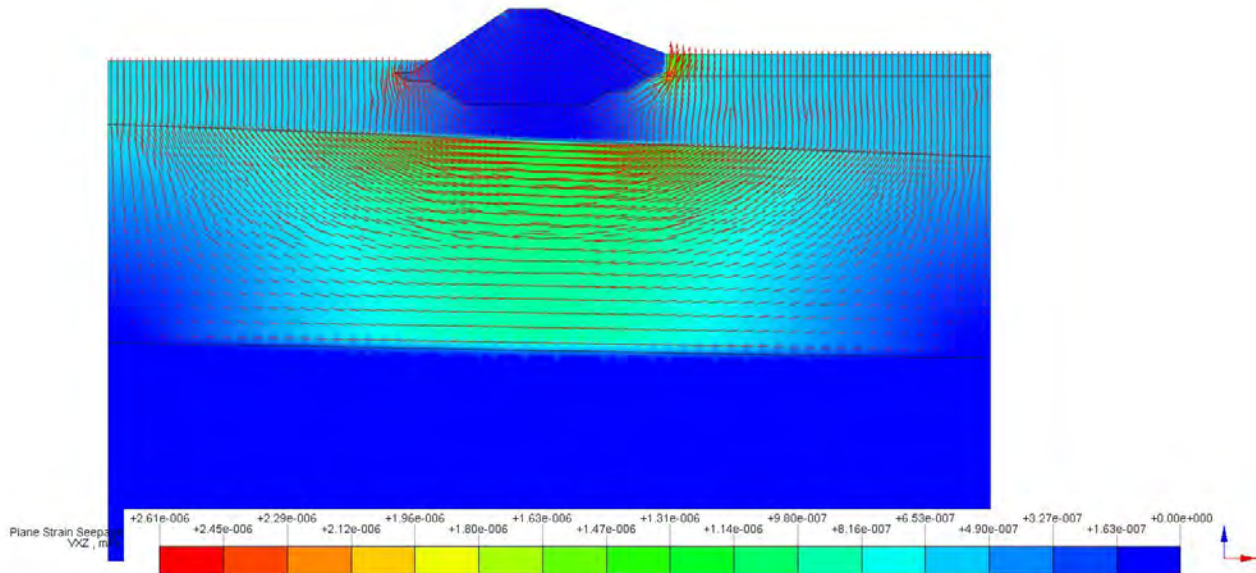


Figura 11 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Ground Element Seepage Results_Total Seepage Velocity (VXZ(V))

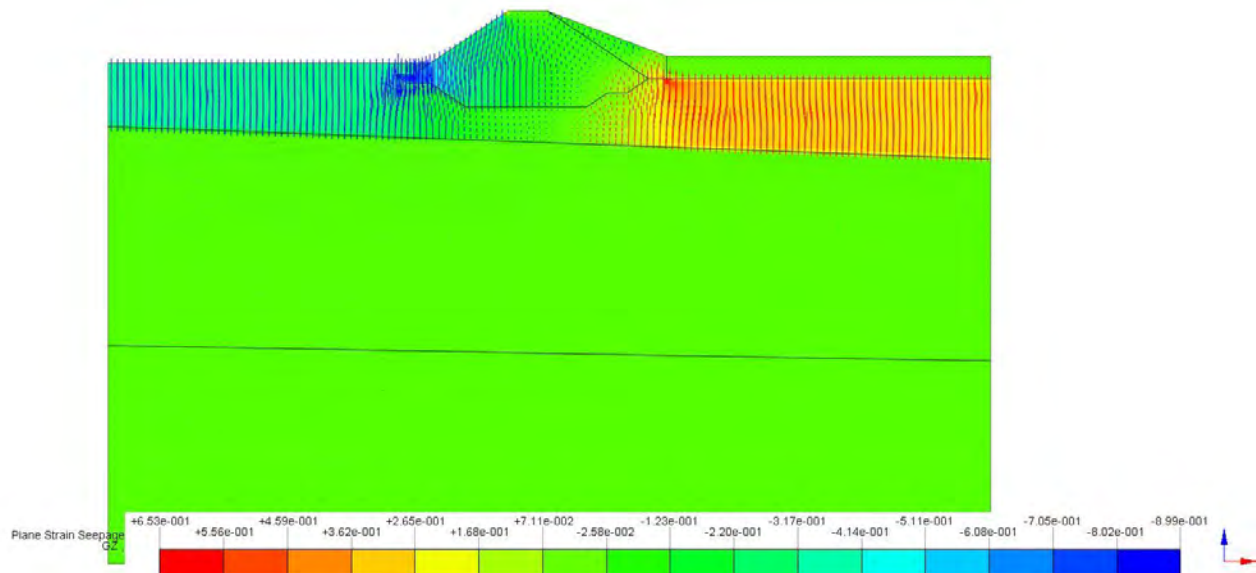


Figura 12 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Ground Element Seepage Results_Vertical Hydraulic Gradient (GZ(V))

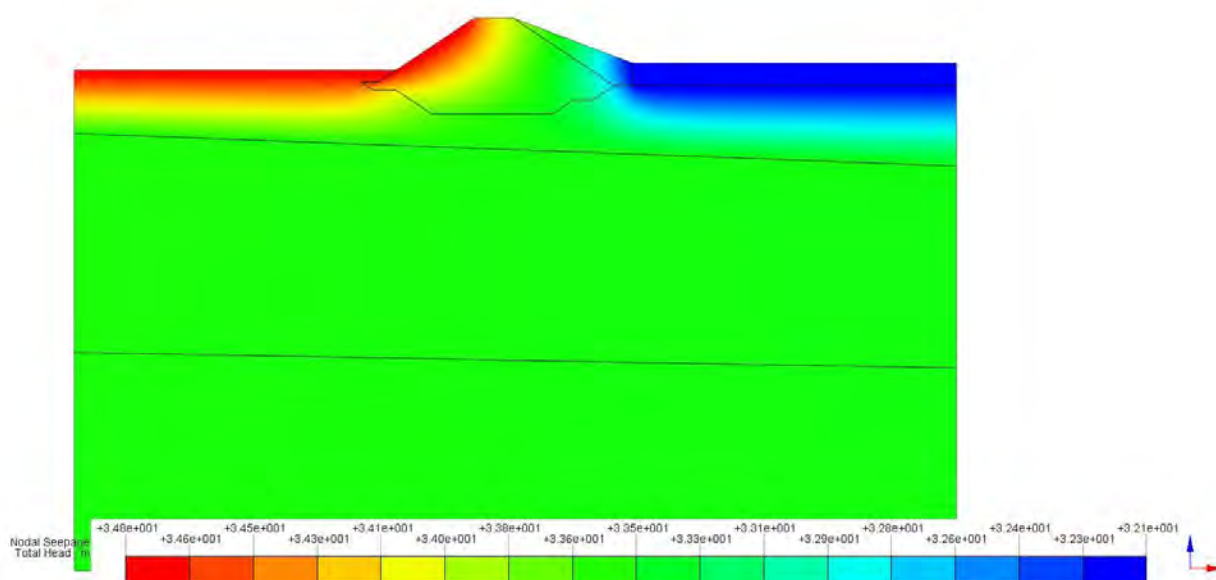


Figura 13 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Total Head

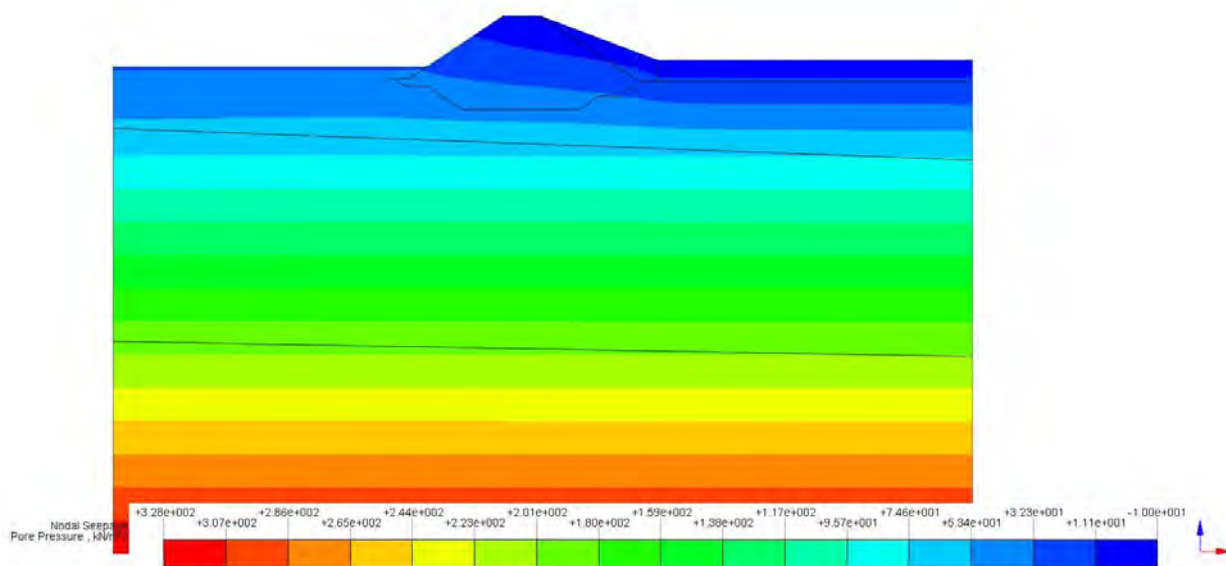


Figura 14 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Pore Pressure

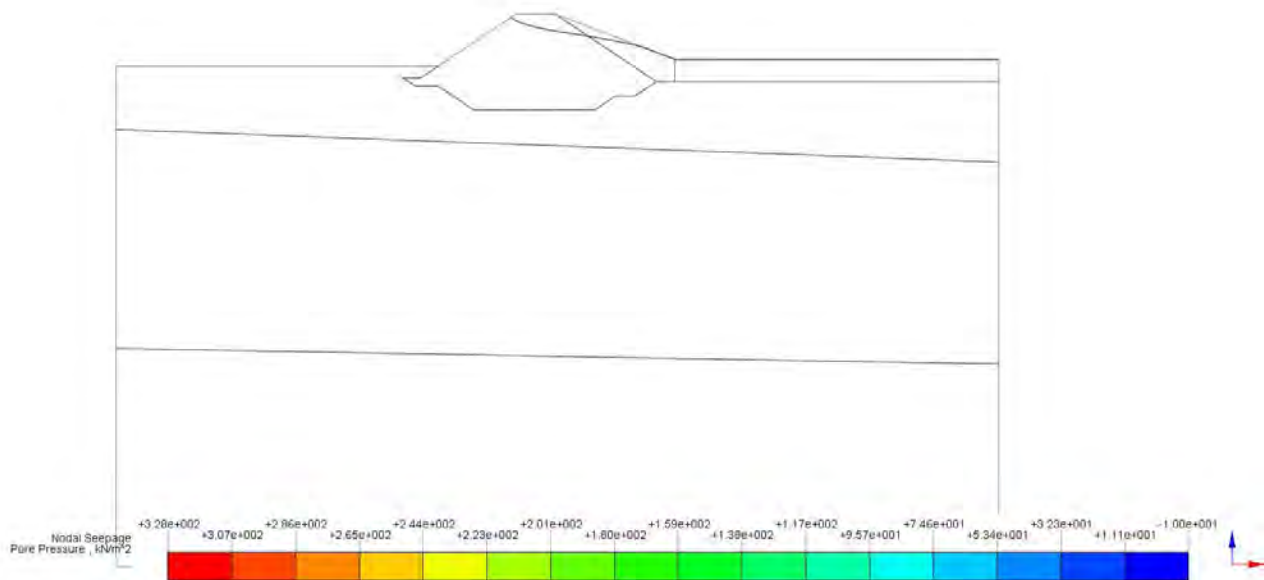


Figura 15 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Phreatic Line

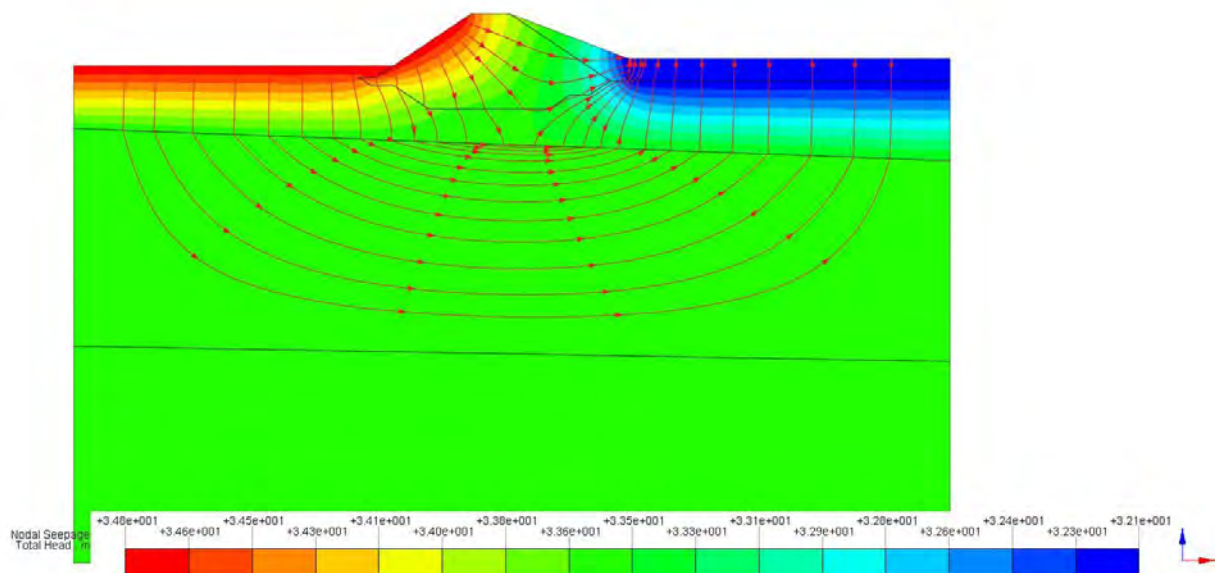


Figura 16 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Rete di flusso

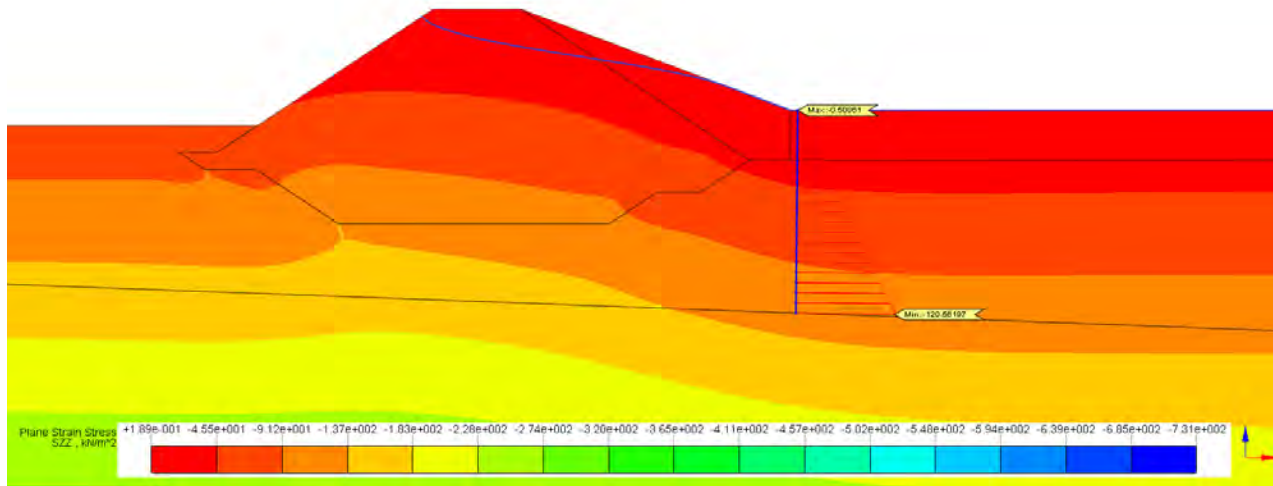


Figura 17 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Ground Model_Nonlinear Analysis_Andamento delle pressioni totali

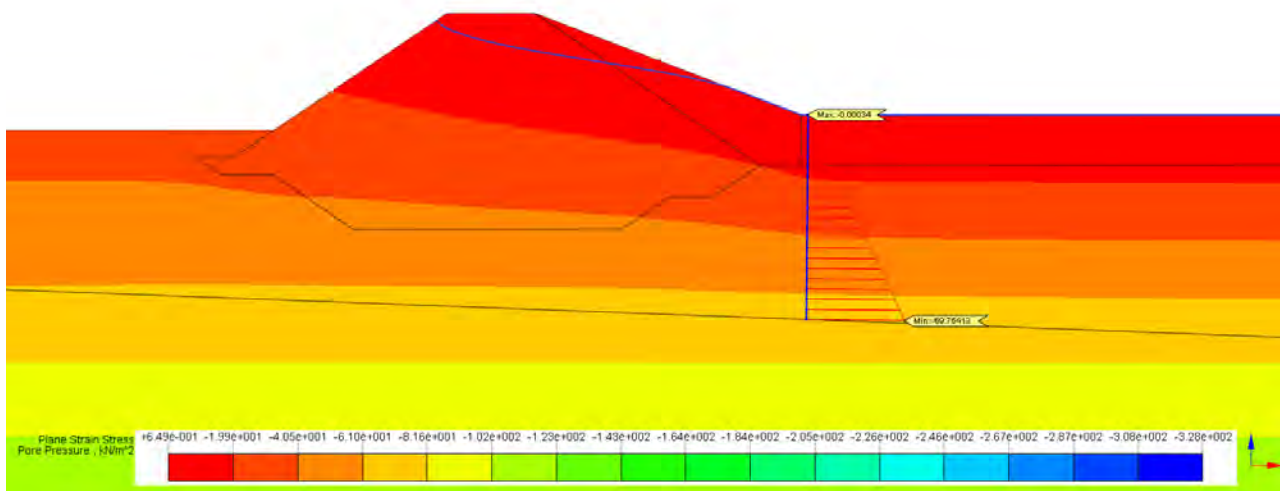


Figura 18 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-3}$)_Ground Model_Nonlinear Analysis -Andamento delle pressioni neutre

| D | X | Z | Pressioni neutre | Pressioni totali | Pressioni neutre maggiorate | Pressioni totali ridotte | FS |
|----|-------|-------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 35.7 | 32.1 | -3.360E-004 | -5.086E-001 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 35.7 | 31.81 | -2.865E+000 | -6.599E+000 | -4.2975 | -5.9391 | 1.38199 |
| 3 | 35.7 | 31.53 | -5.726E+000 | -1.191E+001 | -8.589 | -10.719 | 1.247992 |
| 4 | 35.7 | 31.24 | -8.590E+000 | -1.718E+001 | -12.885 | -15.462 | 1.2 |
| 5 | 35.69 | 30.95 | -1.149E+001 | -2.300E+001 | -17.235 | -20.7 | 1.201044 |
| 6 | 35.69 | 30.66 | -1.456E+001 | -2.970E+001 | -21.84 | -26.73 | 1.223901 |
| 7 | 35.69 | 30.38 | -1.903E+001 | -3.556E+001 | -28.545 | -32.004 | 1.121177 |
| 8 | 35.69 | 30.09 | -2.312E+001 | -4.184E+001 | -34.68 | -37.656 | 1.085813 |
| 9 | 35.68 | 29.8 | -2.698E+001 | -4.822E+001 | -40.47 | -43.398 | 1.07235 |
| 10 | 35.68 | 29.51 | -3.074E+001 | -5.443E+001 | -46.11 | -48.987 | 1.062394 |
| 11 | 35.68 | 29.23 | -3.440E+001 | -6.055E+001 | -51.6 | -54.495 | 1.056105 |
| 12 | 35.68 | 28.94 | -3.803E+001 | -6.662E+001 | -57.045 | -59.958 | 1.051065 |
| 13 | 35.67 | 28.65 | -4.163E+001 | -7.265E+001 | -62.445 | -65.385 | 1.047081 |
| 14 | 35.67 | 28.36 | -4.519E+001 | -7.864E+001 | -67.785 | -70.776 | 1.044125 |
| 15 | 35.67 | 28.08 | -4.873E+001 | -8.460E+001 | -73.095 | -76.14 | 1.041658 |
| 16 | 35.67 | 27.79 | -5.225E+001 | -9.056E+001 | -78.375 | -81.504 | 1.039923 |
| 17 | 35.66 | 27.5 | -5.577E+001 | -9.652E+001 | -83.655 | -86.868 | 1.038408 |
| 18 | 35.66 | 27.21 | -5.927E+001 | -1.025E+002 | -88.905 | -92.25 | 1.037624 |
| 19 | 35.66 | 26.93 | -6.277E+001 | -1.085E+002 | -94.155 | -97.65 | 1.03712 |
| 20 | 35.66 | 26.64 | -6.626E+001 | -1.145E+002 | -99.39 | -103.05 | 1.036825 |
| 21 | 35.65 | 26.35 | -6.975E+001 | -1.206E+002 | -104.625 | -108.54 | 1.037419 |

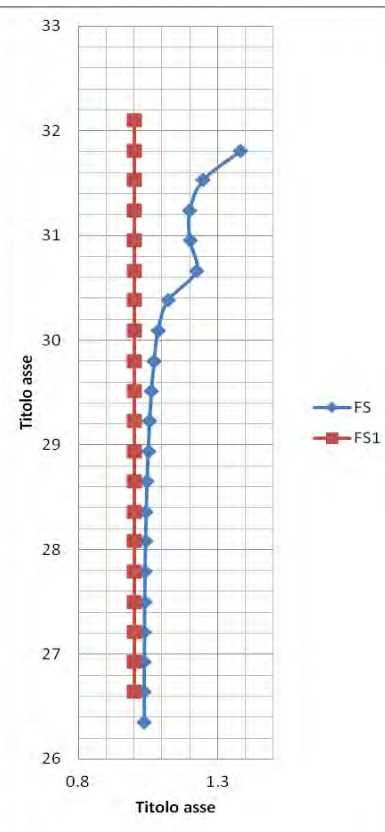


Figura 9 Risultati analisi del coefficiente di sicurezza al sifonamento

8.2 Condizione di flusso stazionario con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-5} m/s

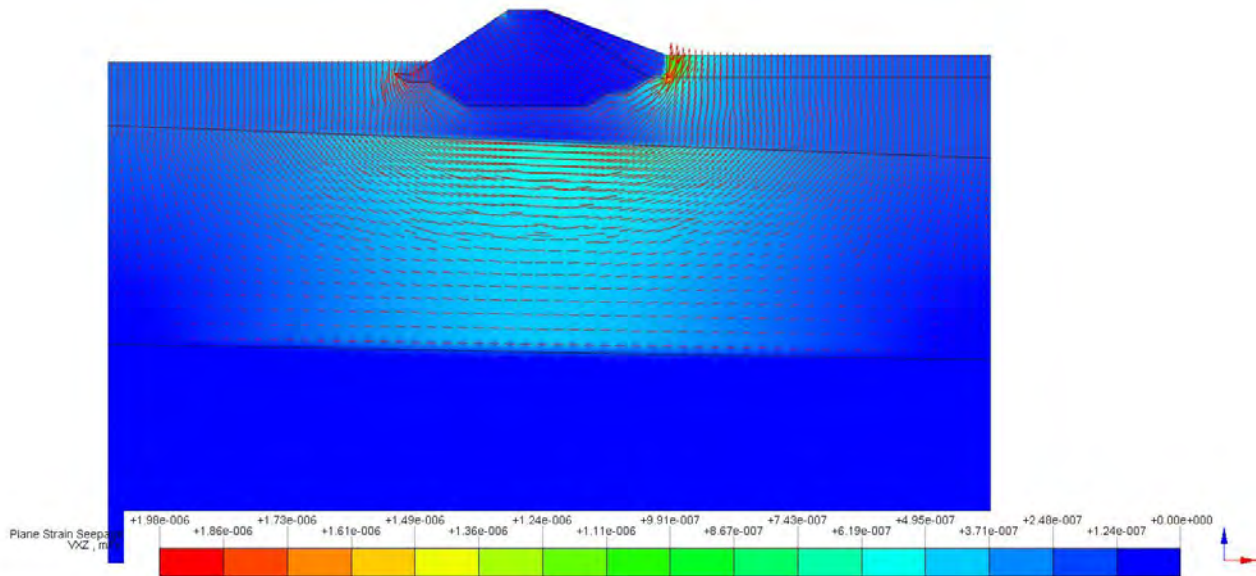


Figura 20 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Ground Element Seepage Results_Total Seepage Velocity (VXZ(V))

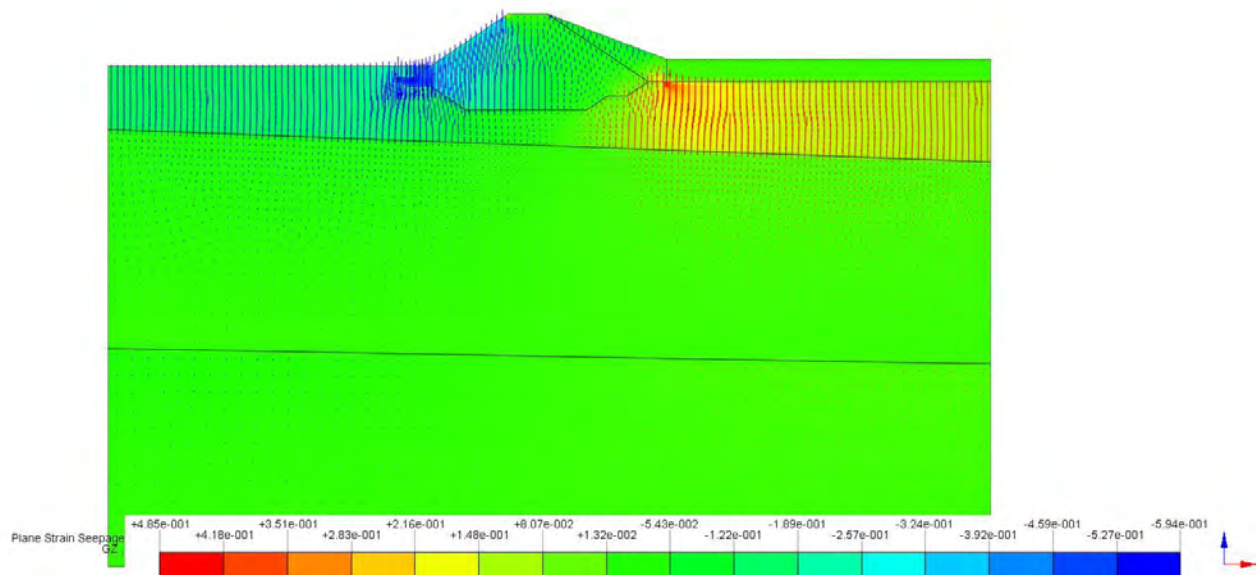


Figura 21 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Ground Element Seepage Results_Vertical Hydraulic Gradient (GZ(V))

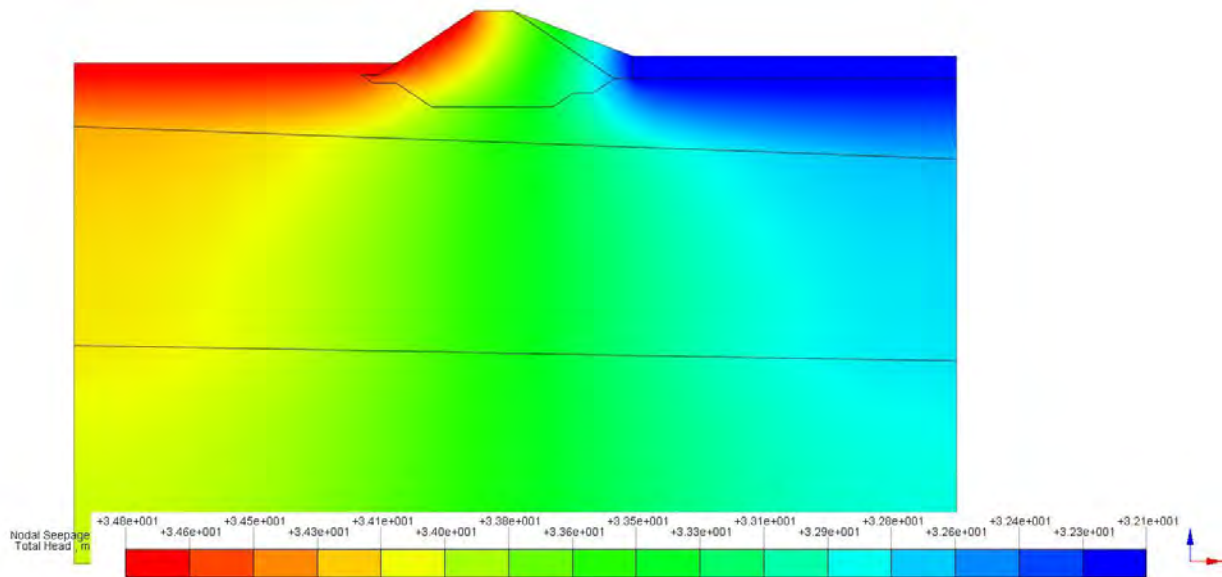


Figura 22 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Total Head

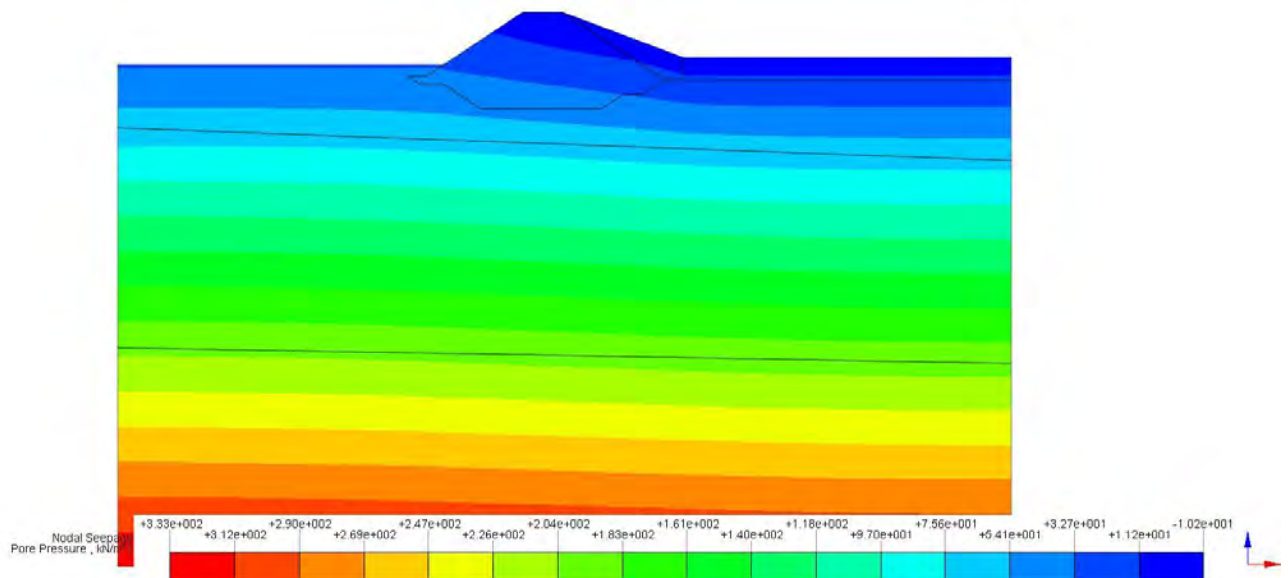


Figura 23 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Pore Pressure

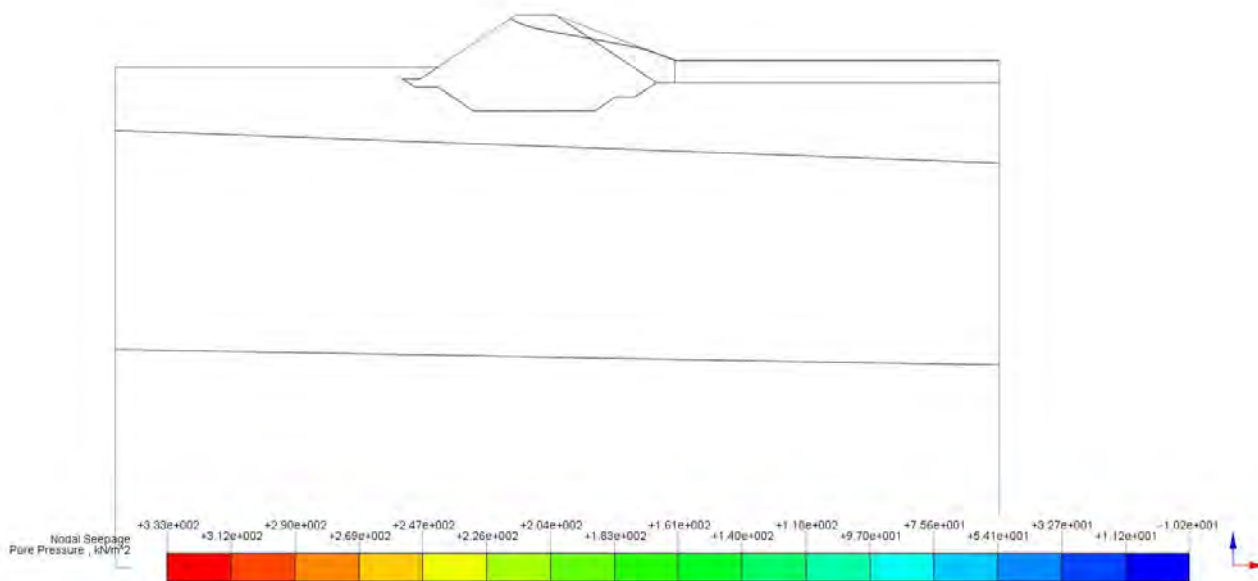


Figura 24 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Phreatic Line

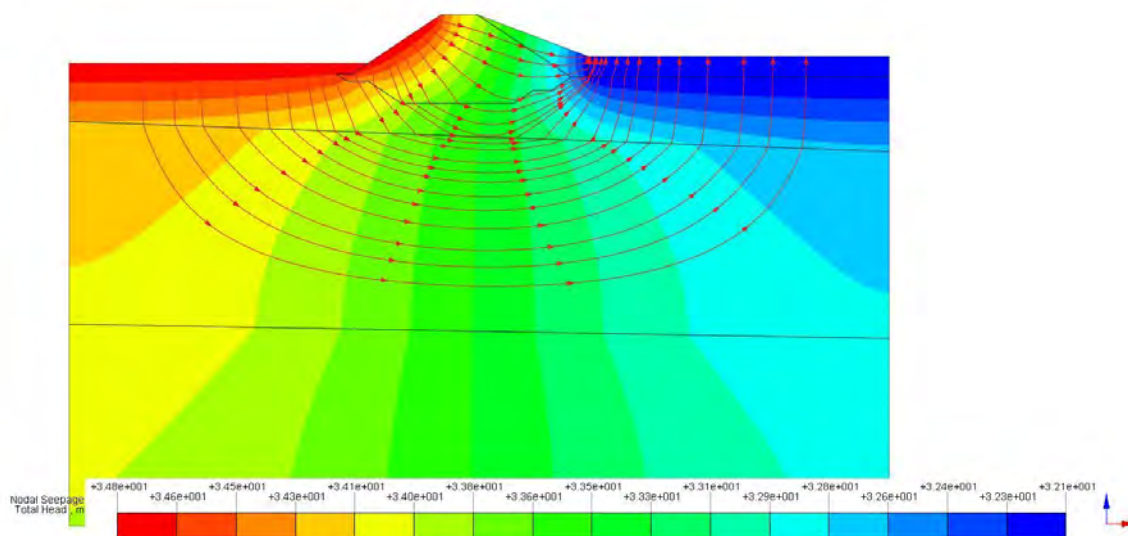


Figura 25 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Seepage (Steady State) Analysis_Nodal Seepage Results_Rete di flusso

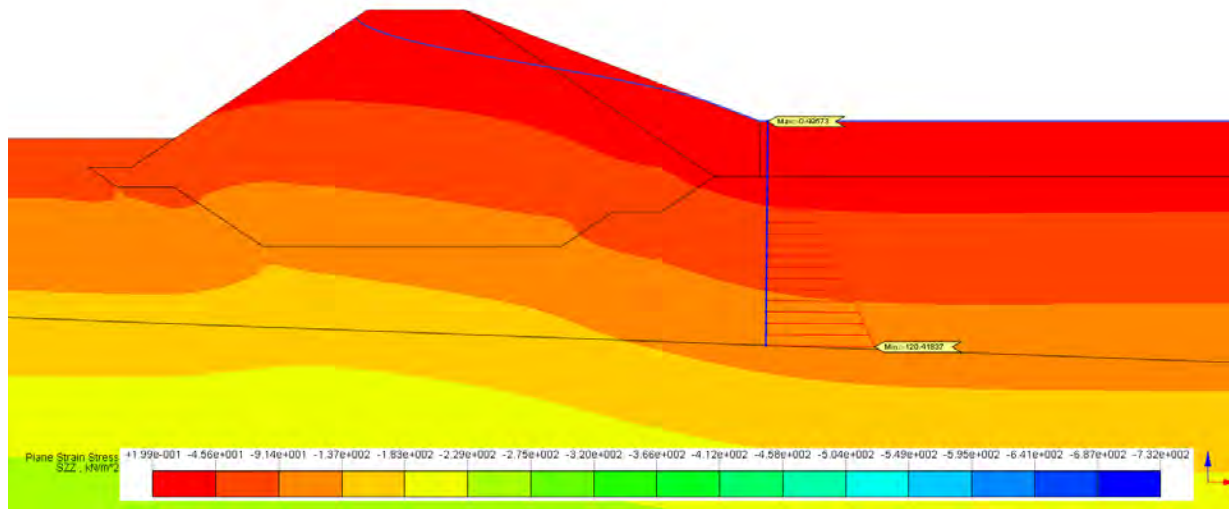


Figura 26 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Ground Model_Nonlinear Analysis_ Andamento delle pressioni totali

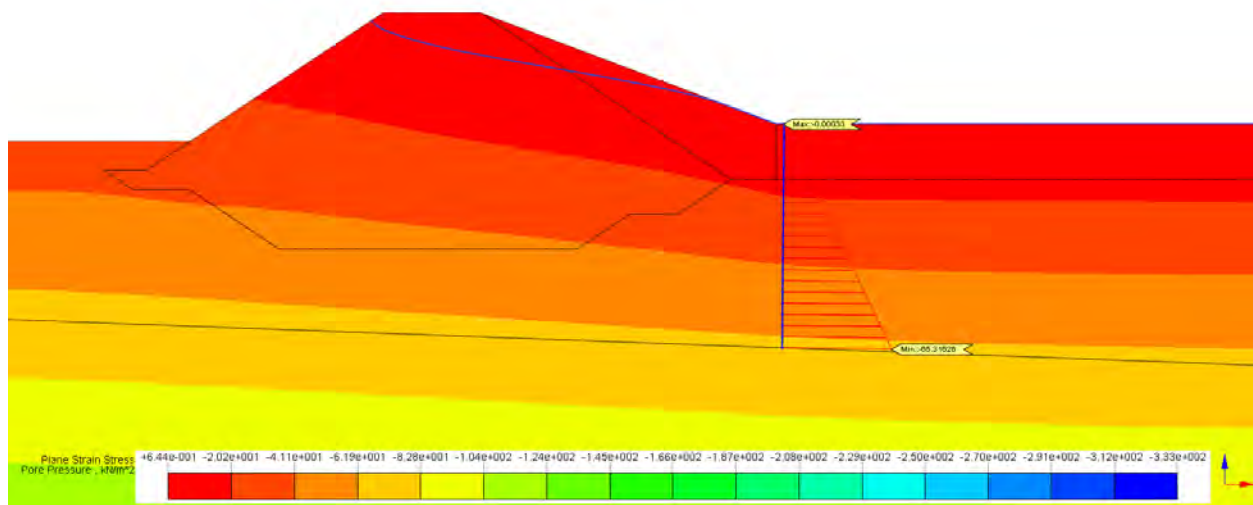


Figura 27 Analisi steady state (ghiaie $k=10^{-5}$)_Ground Model_Nonlinear Analysis_ Andamento delle pressioni neutre

| ID | X | Z | Pressioni neutre | Pressioni totali | Pressioni neutre maggiorate | Pressioni totali ridotte | FS |
|----|-------|-------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 35.7 | 32.1 | -3.333E-004 | -5.086E-001 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 35.7 | 31.81 | -2.853E+000 | -6.599E+000 | -4.2795 | -5.9391 | 1.387802 |
| 3 | 35.7 | 31.53 | -5.703E+000 | -1.191E+001 | -8.5545 | -10.719 | 1.253025 |
| 4 | 35.7 | 31.24 | -8.555E+000 | -1.718E+001 | -12.8325 | -15.462 | 1.204909 |
| 5 | 35.69 | 30.95 | -1.143E+001 | -2.300E+001 | -17.145 | -20.7 | 1.207349 |
| 6 | 35.69 | 30.66 | -1.444E+001 | -2.970E+001 | -21.66 | -26.73 | 1.234072 |
| 7 | 35.69 | 30.38 | -1.847E+001 | -3.556E+001 | -27.705 | -32.004 | 1.155171 |
| 8 | 35.69 | 30.09 | -2.220E+001 | -4.184E+001 | -33.3 | -37.656 | 1.130811 |
| 9 | 35.68 | 29.8 | -2.576E+001 | -4.822E+001 | -38.64 | -43.398 | 1.123137 |
| 10 | 35.68 | 29.51 | -2.922E+001 | -5.443E+001 | -43.83 | -48.987 | 1.117659 |
| 11 | 35.68 | 29.23 | -3.262E+001 | -6.055E+001 | -48.93 | -54.495 | 1.113734 |
| 12 | 35.68 | 28.94 | -3.598E+001 | -6.662E+001 | -53.97 | -59.958 | 1.110951 |
| 13 | 35.67 | 28.65 | -3.931E+001 | -7.265E+001 | -58.965 | -65.385 | 1.108878 |
| 14 | 35.67 | 28.36 | -4.261E+001 | -7.864E+001 | -63.915 | -70.776 | 1.107346 |
| 15 | 35.67 | 28.08 | -4.588E+001 | -8.460E+001 | -68.82 | -76.14 | 1.106364 |
| 16 | 35.67 | 27.79 | -4.915E+001 | -9.056E+001 | -73.725 | -81.504 | 1.105514 |
| 17 | 35.66 | 27.5 | -5.240E+001 | -9.652E+001 | -78.6 | -86.868 | 1.105191 |
| 18 | 35.66 | 27.21 | -5.564E+001 | -1.025E+002 | -83.46 | -92.25 | 1.10532 |
| 19 | 35.66 | 26.93 | -5.887E+001 | -1.085E+002 | -88.305 | -97.65 | 1.105826 |
| 20 | 35.66 | 26.64 | -6.210E+001 | -1.145E+002 | -93.15 | -103.05 | 1.10628 |
| 21 | 35.65 | 26.35 | -6.532E+001 | -1.206E+002 | -97.98 | -108.54 | 1.107777 |

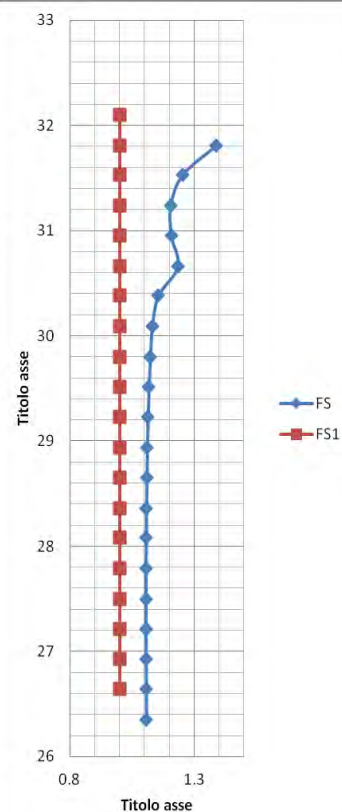


Figura 28 Risultati analisi del coefficiente di sicurezza al sifonamento

8.3 Condizione transitoria con permeabilità delle ghiaie pari a 10^{-3} m/s

Time 86400 sec. (24 ore)

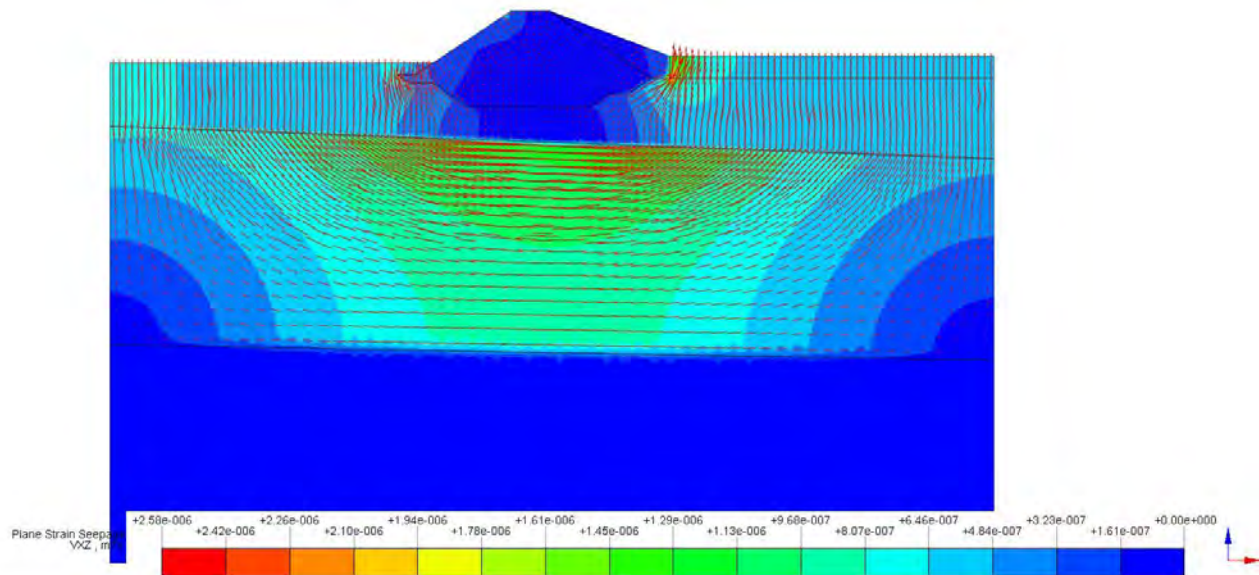


Figura 29 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Ground Element Seepage Results_Total Seepage Velocity (VXZ(V))

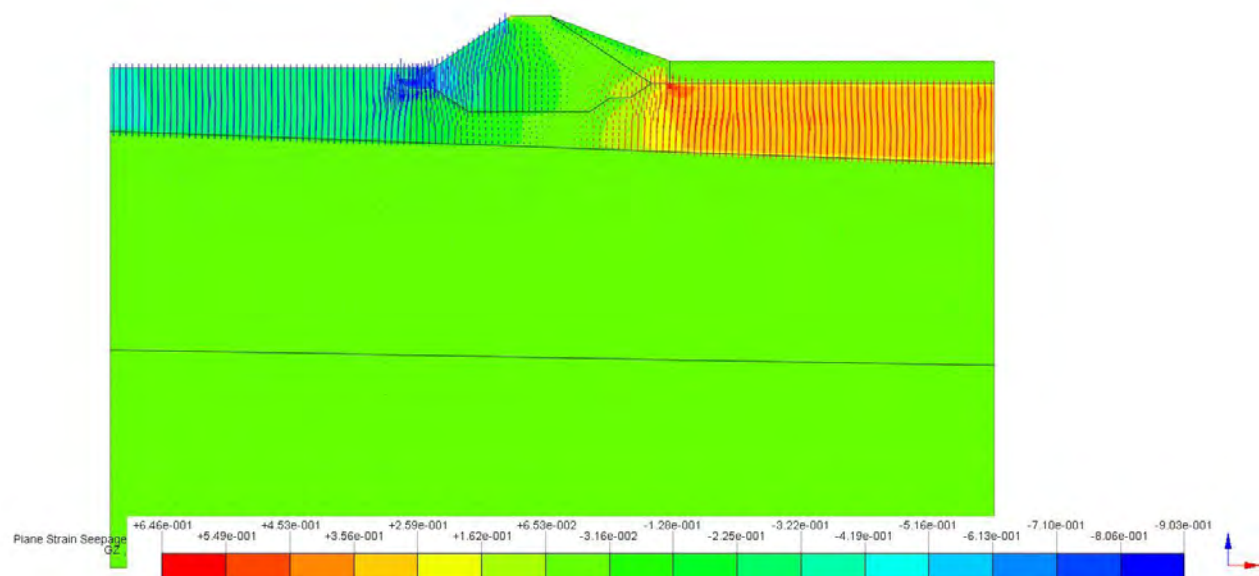


Figura 30 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Ground Element Seepage Results_Vertical Hydraulic Gradient (GZ(V))

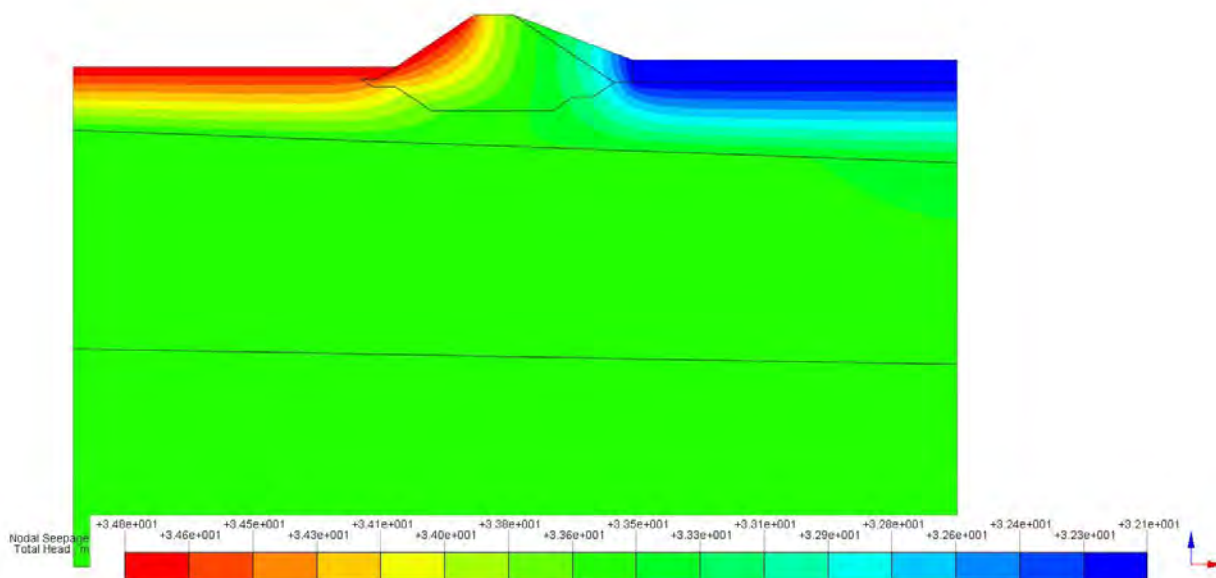


Figura 31 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Nodal Seepage Results_Total Head

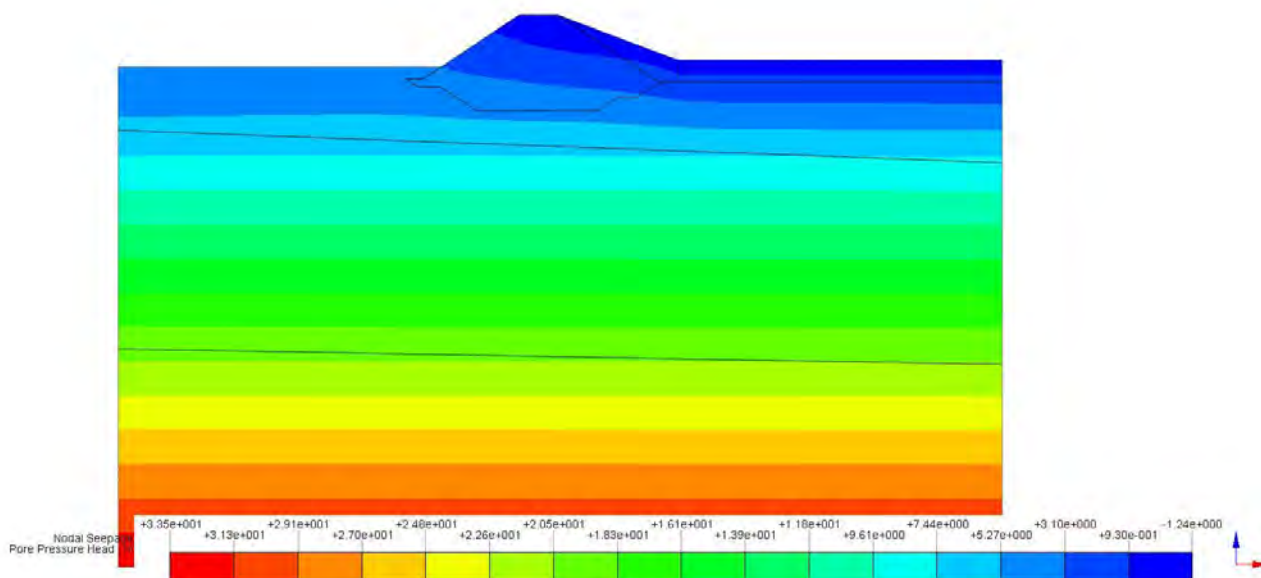


Figura 32 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Nodal Seepage Results_Pore Pressure Head

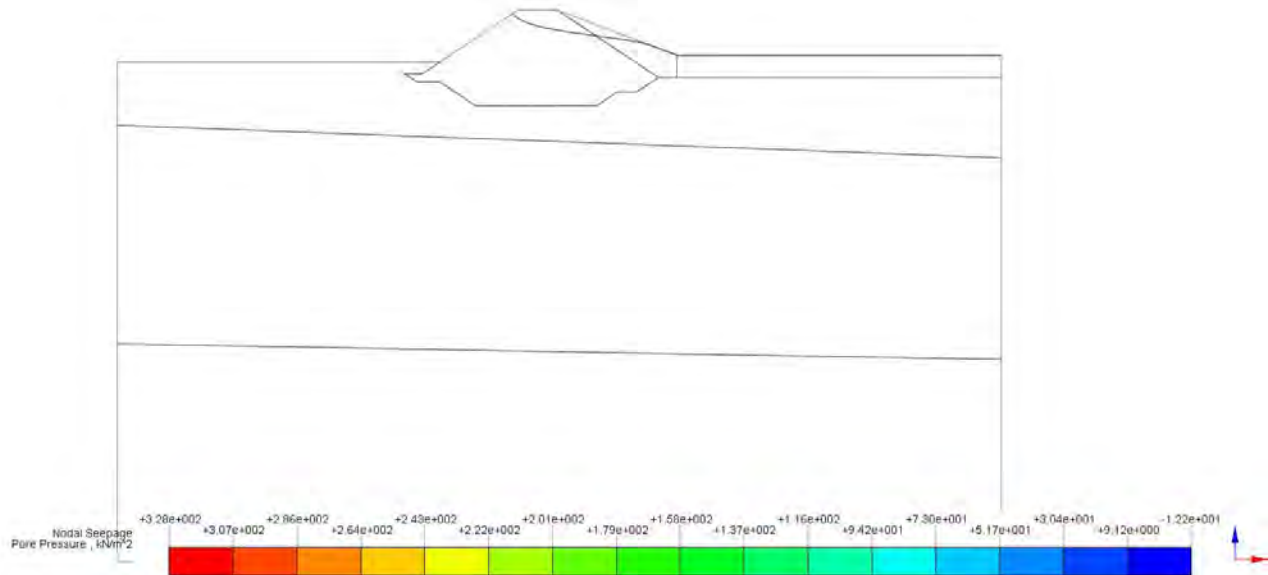


Figura 33 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Nodal Seepage Results_Phreatic Line

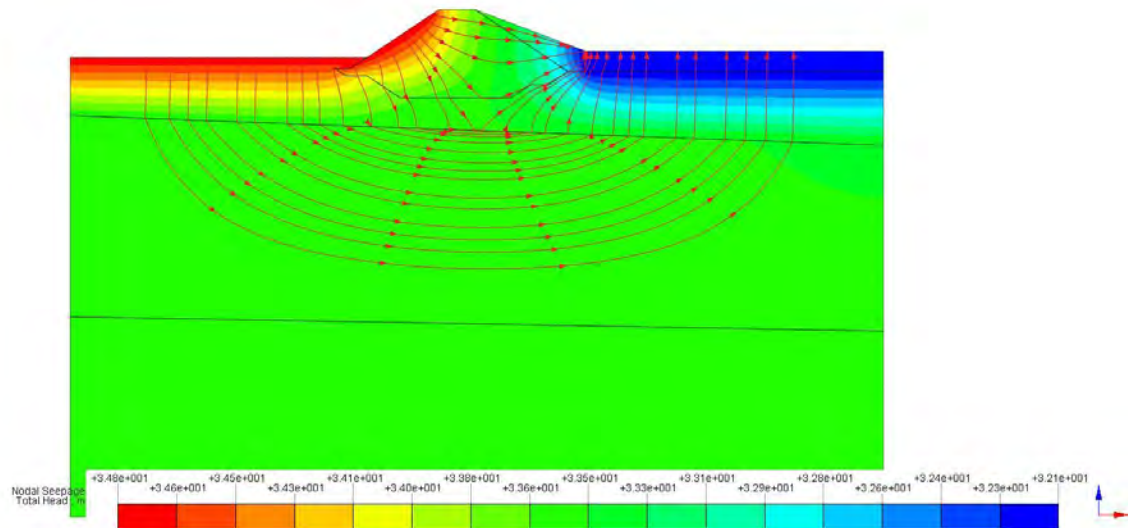


Figura 34 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:86400]_Nodal Seepage Results_Rete di flusso

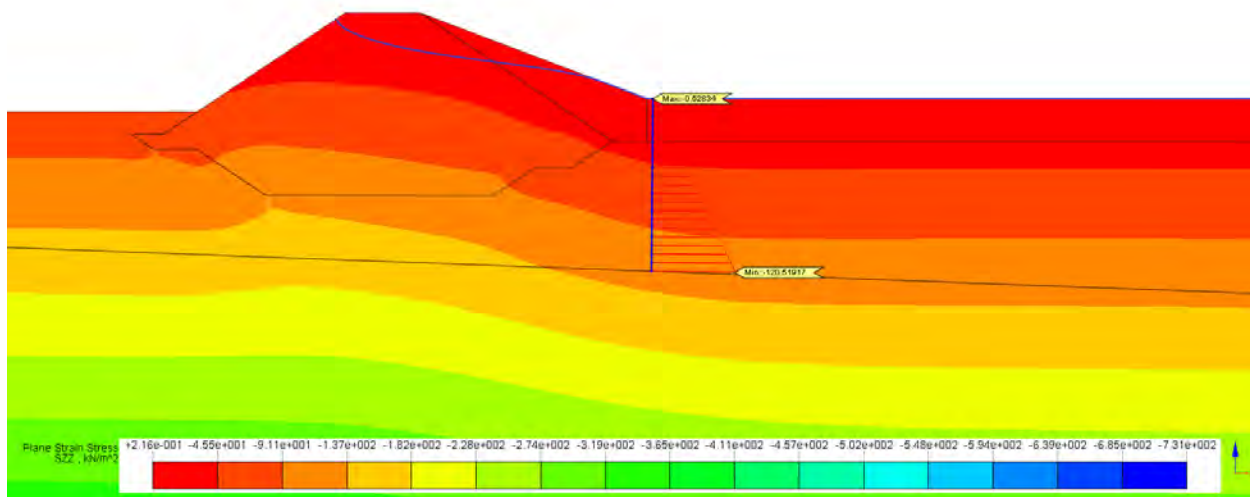


Figura 35 Analisi Transient state2_Ground Model_Nonlinear Analysis_Andamento delle pressioni totali

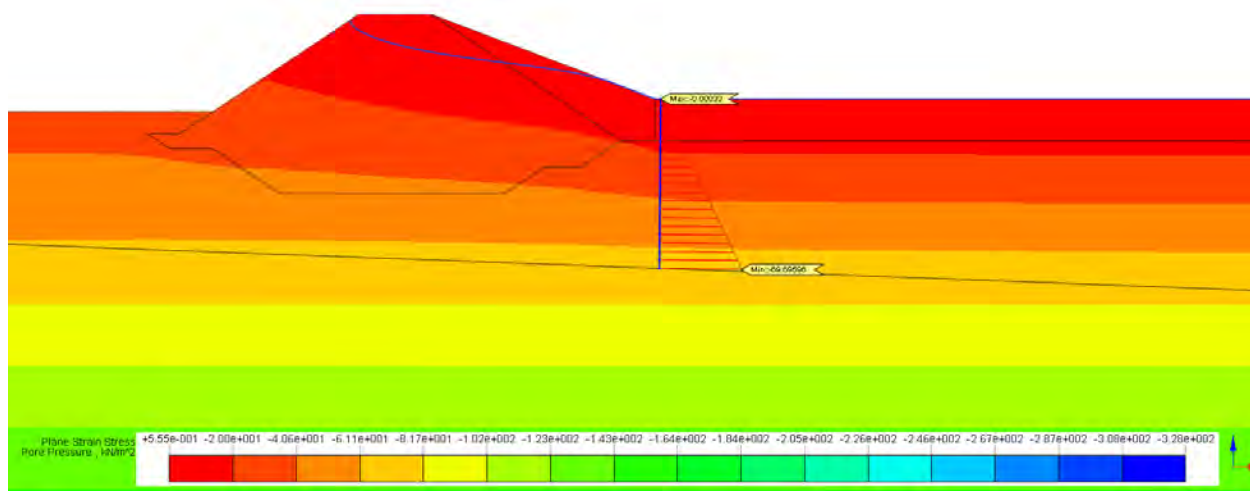


Figura 36 Analisi Transient state2_Ground Model_Nonlinear Analysis_Andamento delle pressioni neutre

| ID | X | Z | Pressioni neutre | Pressioni totali | Pressioni neutre maggiorate | Pressioni totali ridotte | FS |
|----|-------|-------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 35.7 | 32.1 | -3.339E-004 | -5.086E-001 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 35.7 | 31.81 | -2.864E+000 | -6.599E+000 | -4.296 | -5.9391 | 1.382472 |
| 3 | 35.7 | 31.53 | -5.726E+000 | -1.191E+001 | -8.589 | -10.719 | 1.247992 |
| 4 | 35.7 | 31.24 | -8.589E+000 | -1.718E+001 | -12.8835 | -15.462 | 1.20014 |
| 5 | 35.69 | 30.95 | -1.148E+001 | -2.300E+001 | -17.22 | -20.7 | 1.202091 |
| 6 | 35.69 | 30.66 | -1.455E+001 | -2.970E+001 | -21.825 | -26.73 | 1.224742 |
| 7 | 35.69 | 30.38 | -1.901E+001 | -3.556E+001 | -28.515 | -32.004 | 1.122357 |
| 8 | 35.69 | 30.09 | -2.309E+001 | -4.184E+001 | -34.635 | -37.656 | 1.087224 |
| 9 | 35.68 | 29.8 | -2.694E+001 | -4.822E+001 | -40.41 | -43.398 | 1.073942 |
| 10 | 35.68 | 29.51 | -3.069E+001 | -5.443E+001 | -46.035 | -48.987 | 1.064125 |
| 11 | 35.68 | 29.23 | -3.436E+001 | -6.055E+001 | -51.54 | -54.495 | 1.057334 |
| 12 | 35.68 | 28.94 | -3.798E+001 | -6.662E+001 | -56.97 | -59.958 | 1.052449 |
| 13 | 35.67 | 28.65 | -4.157E+001 | -7.265E+001 | -62.355 | -65.385 | 1.048593 |
| 14 | 35.67 | 28.36 | -4.513E+001 | -7.864E+001 | -67.695 | -70.776 | 1.045513 |
| 15 | 35.67 | 28.08 | -4.867E+001 | -8.460E+001 | -73.005 | -76.14 | 1.042942 |
| 16 | 35.67 | 27.79 | -5.219E+001 | -9.056E+001 | -78.285 | -81.504 | 1.041119 |
| 17 | 35.66 | 27.5 | -5.571E+001 | -9.652E+001 | -83.565 | -86.868 | 1.039526 |
| 18 | 35.66 | 27.21 | -5.921E+001 | -1.025E+002 | -88.815 | -92.25 | 1.038676 |
| 19 | 35.66 | 26.93 | -6.271E+001 | -1.085E+002 | -94.065 | -97.65 | 1.038112 |
| 20 | 35.66 | 26.64 | -6.620E+001 | -1.145E+002 | -99.3 | -103.05 | 1.037764 |
| 21 | 35.65 | 26.35 | -6.970E+001 | -1.206E+002 | -104.55 | -108.54 | 1.038164 |

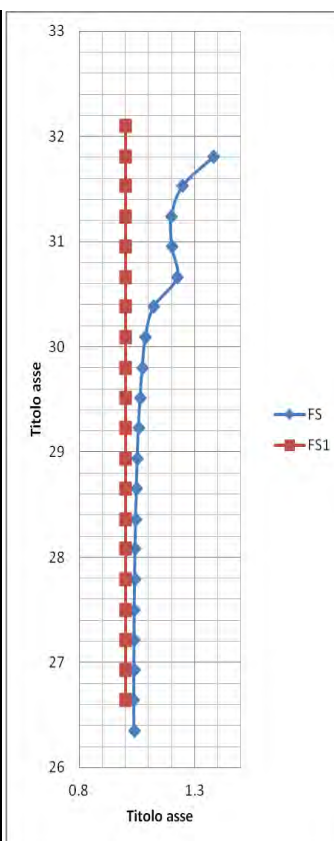


Figura 37 Risultati analisi del coefficiente di sicurezza al sifonamento

Time 187200 sec. (52 ore)

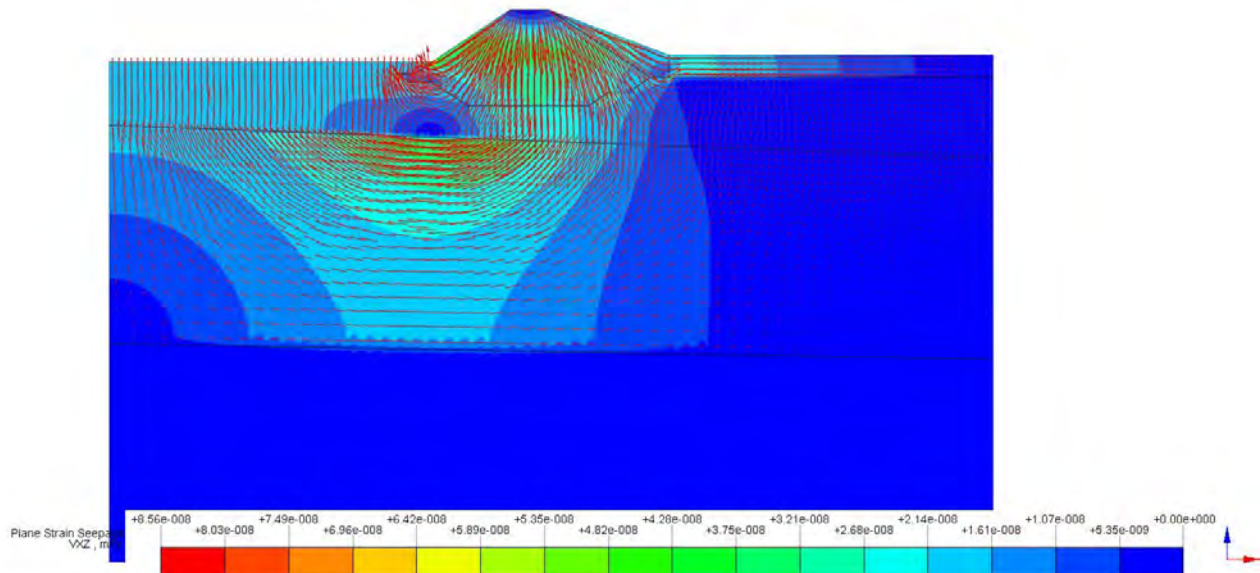


Figura 38 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Ground Element Seepage Results_Total Seepage Velocity (VXZ(V))

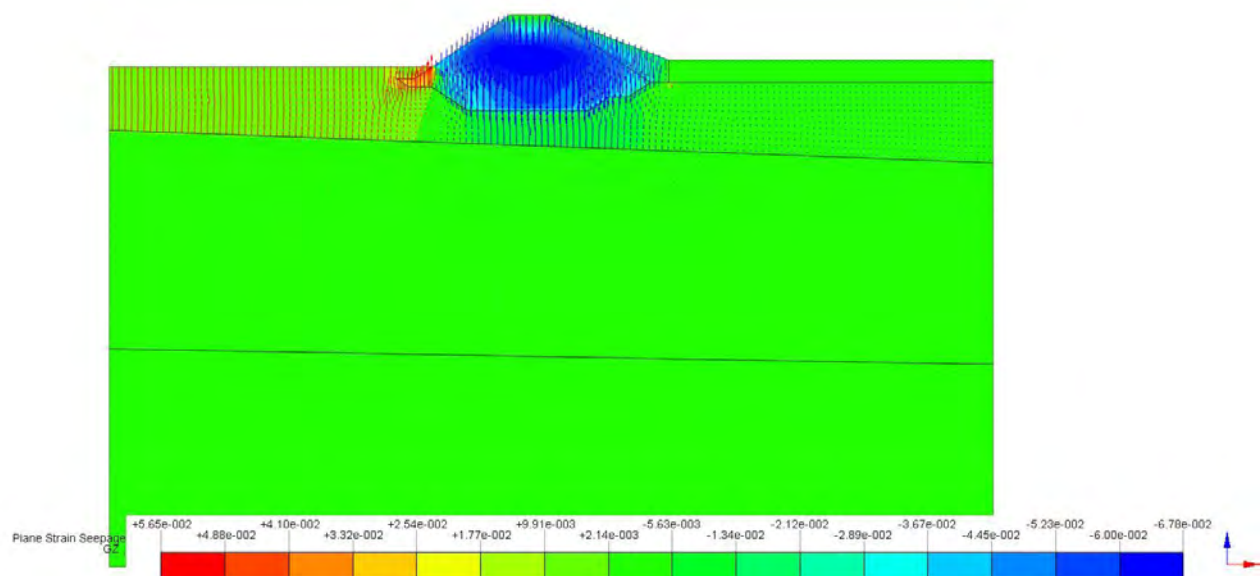


Figura 39 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Ground Element Seepage Results_Vertical Hydraulic Gradient (GZ(V))

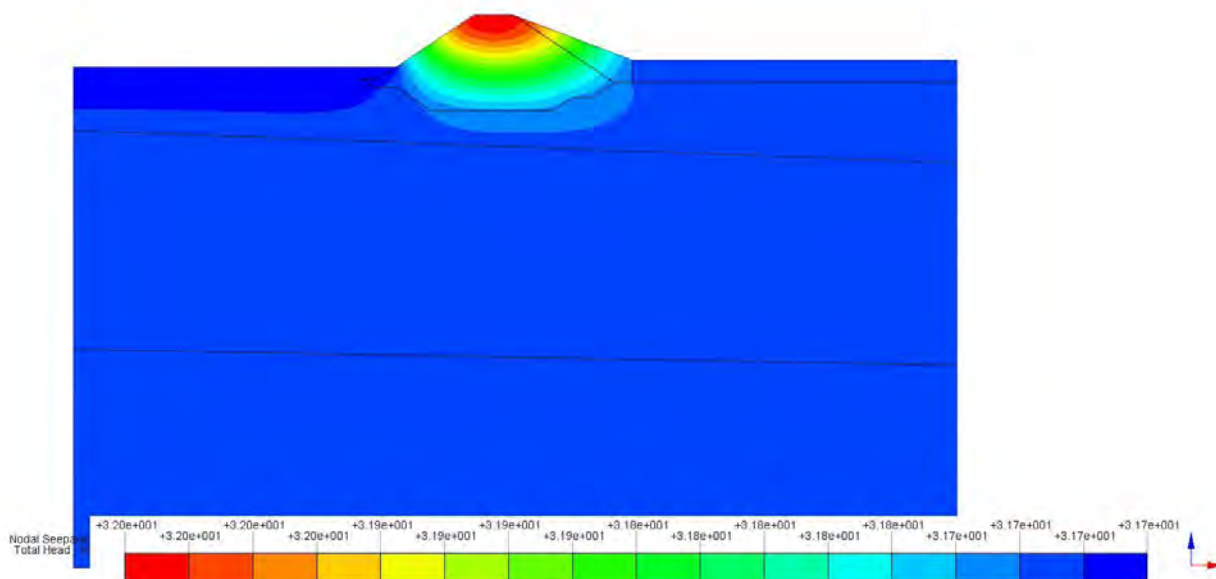


Figura 40 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Nodal Seepage Results_Total Head

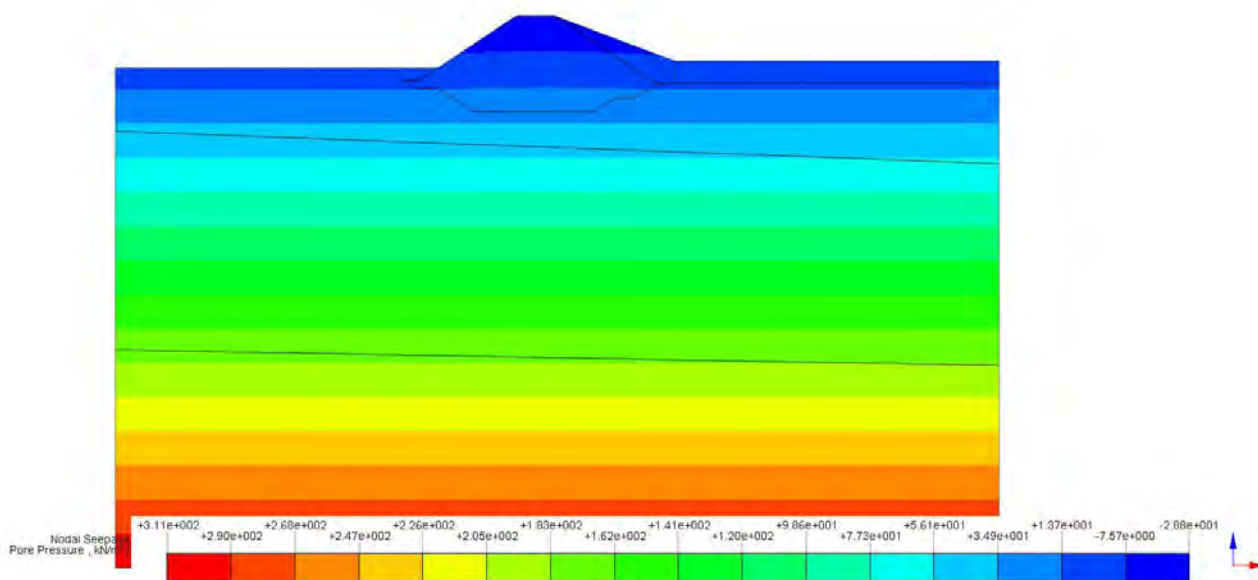


Figura 41 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Nodal Seepage Results_Pore Pressure

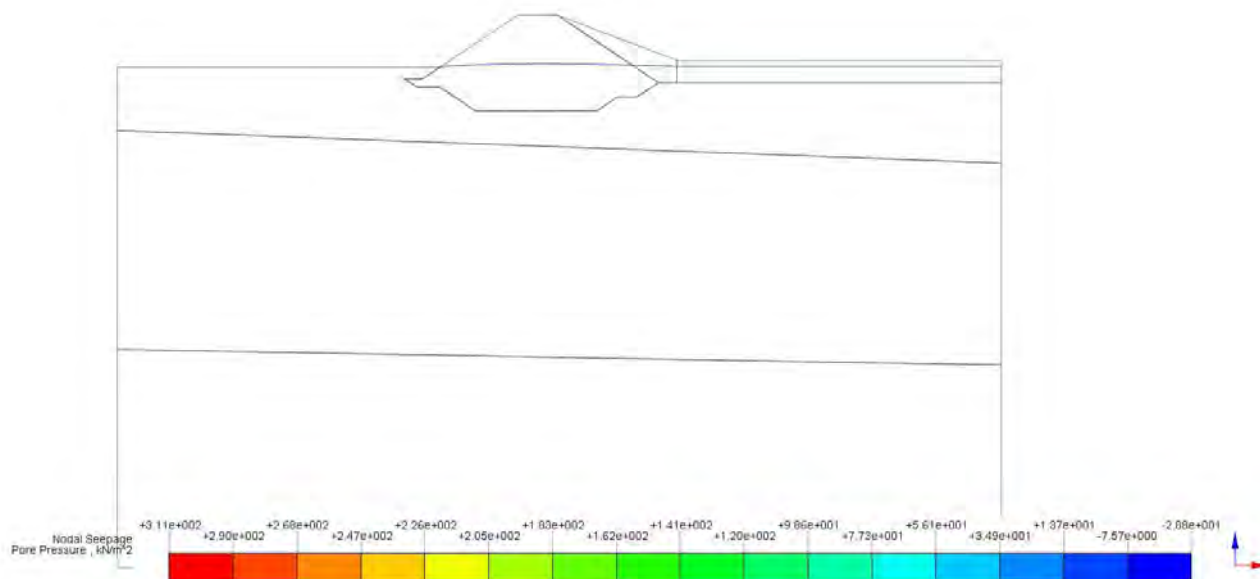


Figura 42 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Nodal Seepage Results_Phreatic Line

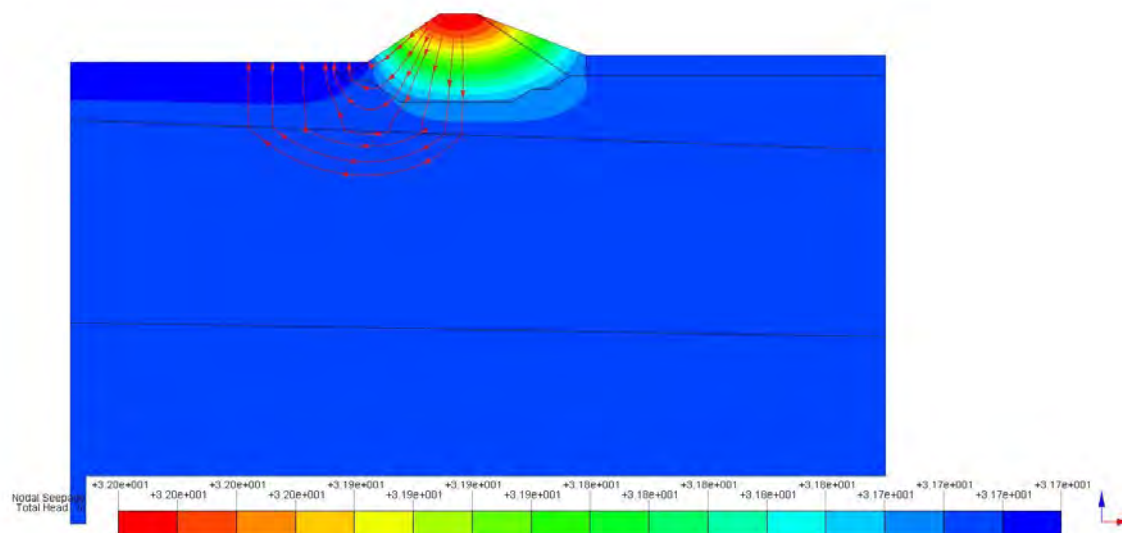


Figura 43 Analisi Transient state2_Seepage (Transient) Analysis [Time:187200]_Nodal Seepage Results_Rete di flusso

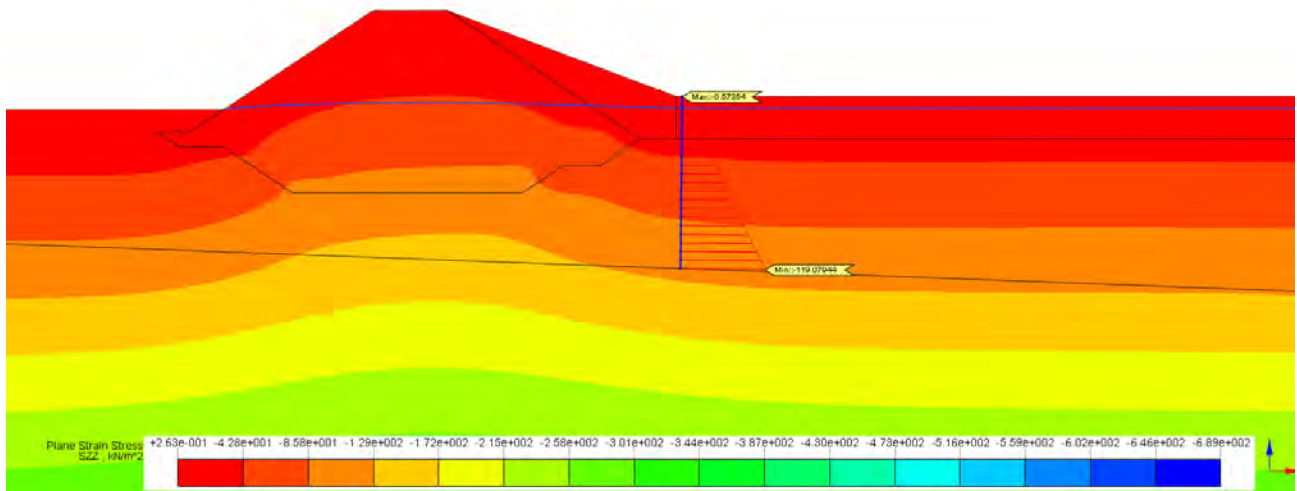


Figura 44 Analisi Transient state2_Ground Modul [Time:187200]_Nonlinear Analysis_Pressioni totali

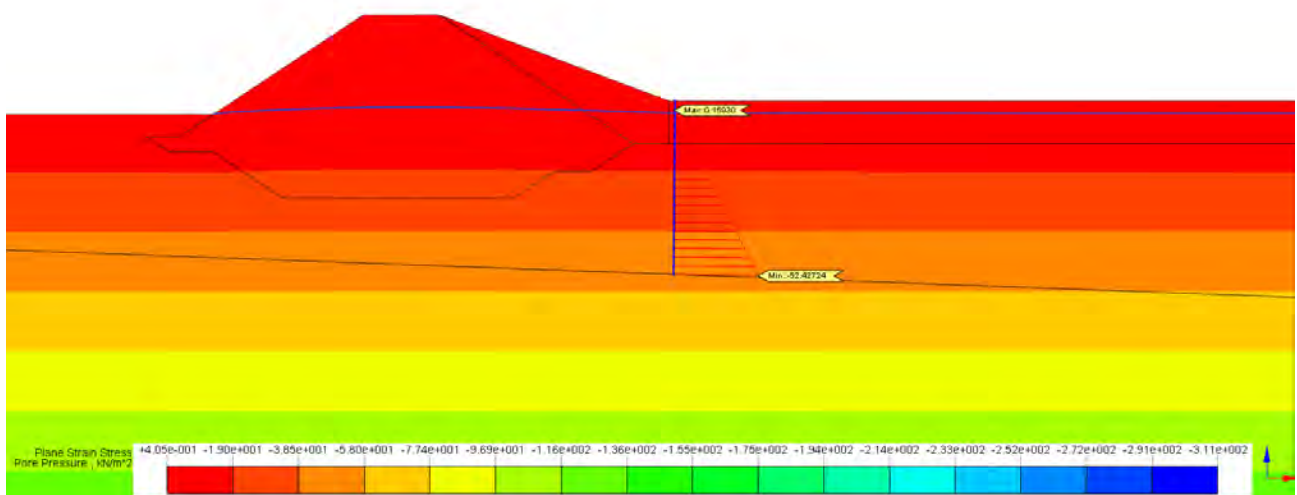


Figura 45 Analisi Transient state2_Ground Modul [Time:187200]_Nonlinear Analysis_Pressioni neutre

| ID | X | Z | Pressioni neutre | Pressioni totali | Pressioni neutre maggiorate | Pressioni totali ridotte | FS |
|----|-------|-------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 35.7 | 32.1 | 0.000E+000 | -5.086E-001 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 35.7 | 31.81 | 1.593E-001 | -6.599E+000 | 0.23895 | 0 | 0 |
| 3 | 35.7 | 31.53 | -1.836E+000 | -1.191E+001 | -2.754 | -10.719 | 3.892157 |
| 4 | 35.7 | 31.24 | -4.576E+000 | -1.718E+001 | -6.864 | -15.462 | 2.252622 |
| 5 | 35.69 | 30.95 | -7.397E+000 | -2.300E+001 | -11.0955 | -20.7 | 1.865621 |
| 6 | 35.69 | 30.66 | -1.022E+001 | -2.970E+001 | -15.33 | -26.73 | 1.74364 |
| 7 | 35.69 | 30.38 | -1.305E+001 | -3.556E+001 | -19.575 | -32.004 | 1.634943 |
| 8 | 35.69 | 30.09 | -1.587E+001 | -4.184E+001 | -23.805 | -37.656 | 1.581853 |
| 9 | 35.68 | 29.8 | -1.869E+001 | -4.822E+001 | -28.035 | -43.398 | 1.547994 |
| 10 | 35.68 | 29.51 | -2.151E+001 | -5.443E+001 | -32.265 | -48.987 | 1.518271 |
| 11 | 35.68 | 29.23 | -2.432E+001 | -6.055E+001 | -36.48 | -54.495 | 1.493832 |
| 12 | 35.68 | 28.94 | -2.713E+001 | -6.662E+001 | -40.695 | -59.958 | 1.473351 |
| 13 | 35.67 | 28.65 | -2.995E+001 | -7.265E+001 | -44.925 | -65.385 | 1.455426 |
| 14 | 35.67 | 28.36 | -3.276E+001 | -7.864E+001 | -49.14 | -70.776 | 1.440293 |
| 15 | 35.67 | 28.08 | -3.557E+001 | -8.460E+001 | -53.355 | -76.14 | 1.427045 |
| 16 | 35.67 | 27.79 | -3.838E+001 | -9.056E+001 | -57.57 | -81.504 | 1.415737 |
| 17 | 35.66 | 27.5 | -4.119E+001 | -9.652E+001 | -61.785 | -86.868 | 1.405972 |
| 18 | 35.66 | 27.21 | -4.400E+001 | -1.025E+002 | -66 | -92.25 | 1.397727 |
| 19 | 35.66 | 26.93 | -4.681E+001 | -1.085E+002 | -70.215 | -97.65 | 1.390728 |
| 20 | 35.66 | 26.64 | -4.962E+001 | -1.145E+002 | -74.43 | -103.05 | 1.384522 |
| 21 | 35.65 | 26.35 | -5.243E+001 | -1.206E+002 | -78.645 | -108.54 | 1.380126 |

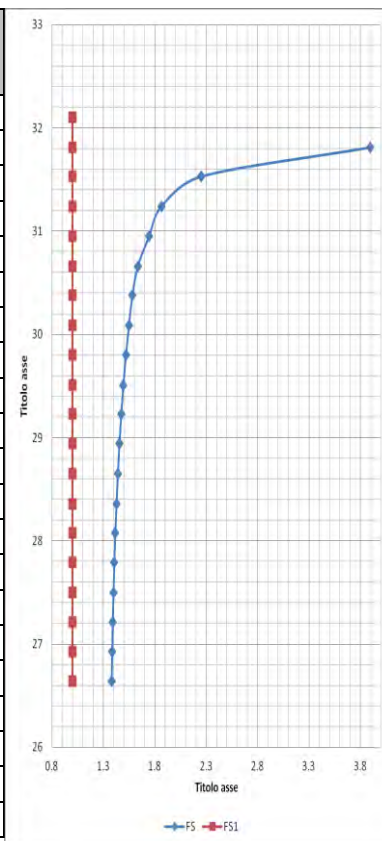


Figura 46 Risultati analisi del coefficiente di sicurezza al sifonamento

9. Risultati delle verifiche di stabilità

Le verifiche sono state effettuate in accordo alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 gennaio 2008 utilizzando l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2 + M2 + R2).

Il metodo di calcolo utilizzato è quello dell'equilibrio limite di Janbu.

Le analisi sono state eseguite in differenti condizioni relative alla presenza di moti di filtrazione, in particolare, nelle fasi di massimo invaso e successivo rapido svaso, utilizzando input sismici anche nelle fasi di filtrazione e comunque nelle condizioni più conservative:

- Analisi LEM lato fiume (Condizione di massimo invaso);
- Analisi LEM lato protetto (Condizione di massimo invaso);
- Analisi LEM lato fiume (Condizione di repentino svaso);
- Analisi LEM lato protetto (Condizione di repentino svaso);
- Analisi LEM lato fiume (Sisma+Massimo invaso);
- Analisi LEM lato protetto (Sisma+Massimo invaso);

Lo schema dell'argine adottato è stato adeguato alle condizioni reali geometriche dello stesso senza considerare, a svantaggio della sicurezza, alcune opere realizzate allo scopo di proteggerlo dall'erosione superficiale, quali, il materasso tipo reno che agirebbe positivamente nel calcolo della stabilità generale.

Le modellazioni sono state condotte avvalendosi del codice di calcolo espletato nel software della MIDAS SoilWorks modulo Slope. Affinchè siano definite le procedure di calcolo sviluppate dal programma viene riportato prima dei risultati numerici un estratto del manuale del modulo di stabilità dei pendii.

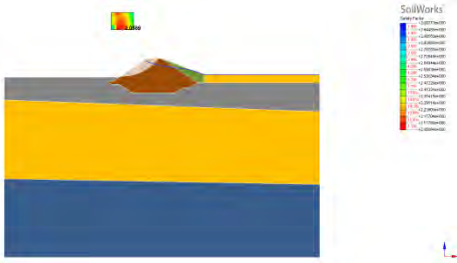
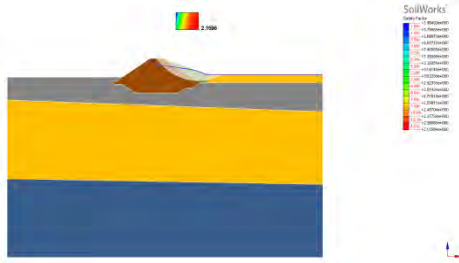

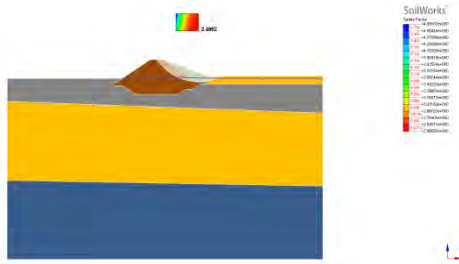
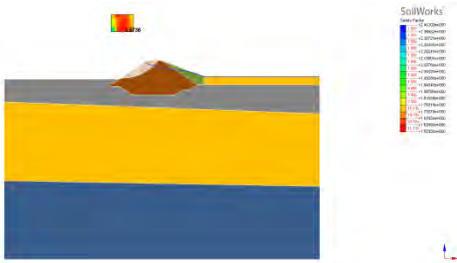
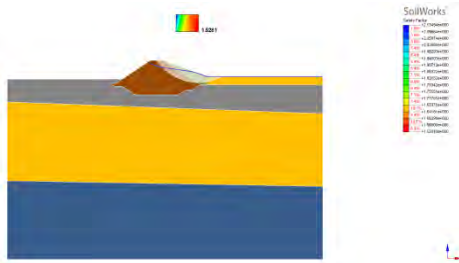
| Analisi LEM lato fiume (condizione di massimo invaso) | | | Analisi LEM lato protetto (condizione di massimo invaso) | | |
|---|-------|------------|--|-------|------------|
|  | | |  | | |
| Standard safety factor | 1.300 | Evaluation | Standard safety factor | 1.300 | Evaluation |
| Analysis safety factor | 2.059 | OK | Analysis safety factor | 2.160 | OK |
| Analisi LEM lato fiume (condizione di rapido svaso) | | | Analisi LEM lato protetto (condizione di rapido svaso) | | |
|  | | |  | | |
| Standard safety factor | 1.300 | Evaluation | Standard safety factor | 1.300 | Evaluation |
| Analysis safety factor | 2.581 | OK | Analysis safety factor | 2.496 | OK |
| Analisi LEM lato fiume (Sisma+Massimo invaso) | | | Analisi LEM lato protetto (Sisma+Massimo invaso) | | |
|  | | |  | | |
| Standard safety factor | 1.300 | Evaluation | Standard safety factor | 1.300 | Evaluation |
| Analysis safety factor | 1.574 | OK | Analysis safety factor | 1.528 | OK |

Figura 47 Risultati finali delle analisi di stabilità relative alle condizioni più conservative

9.1 Risultati analisi LEM lato fiume (Condizione di massimo invaso)

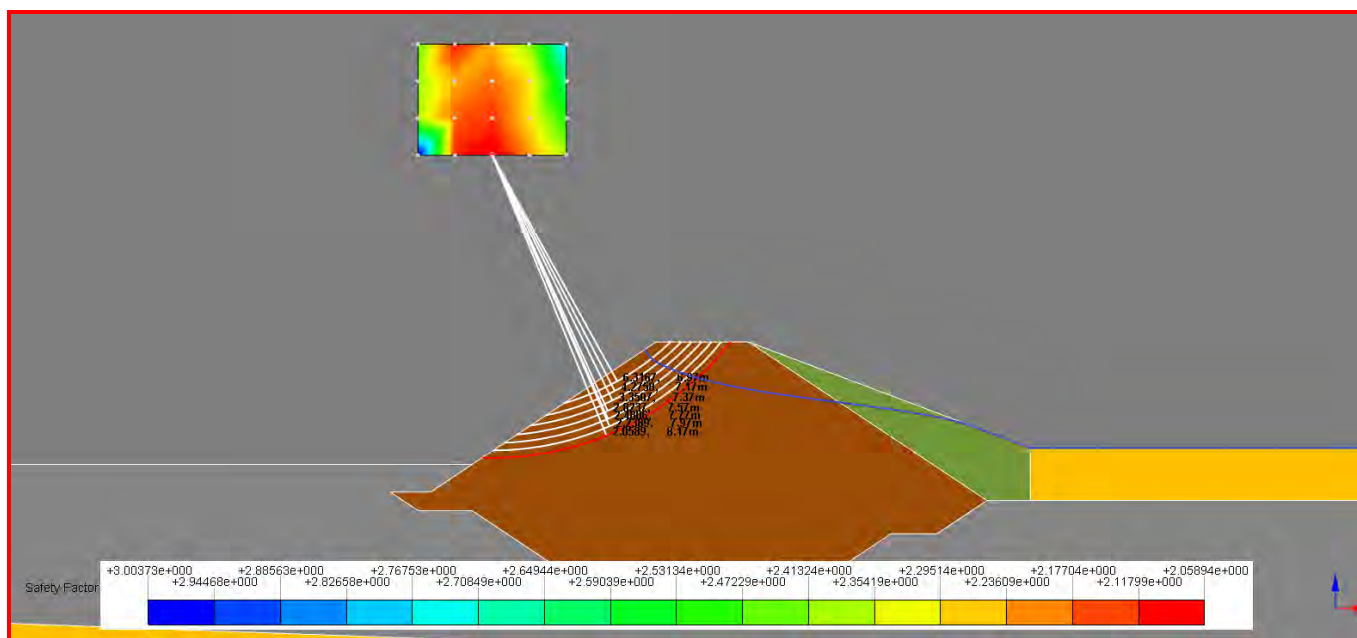


Figura 48 Superfici con fattore di sicurezza minimo

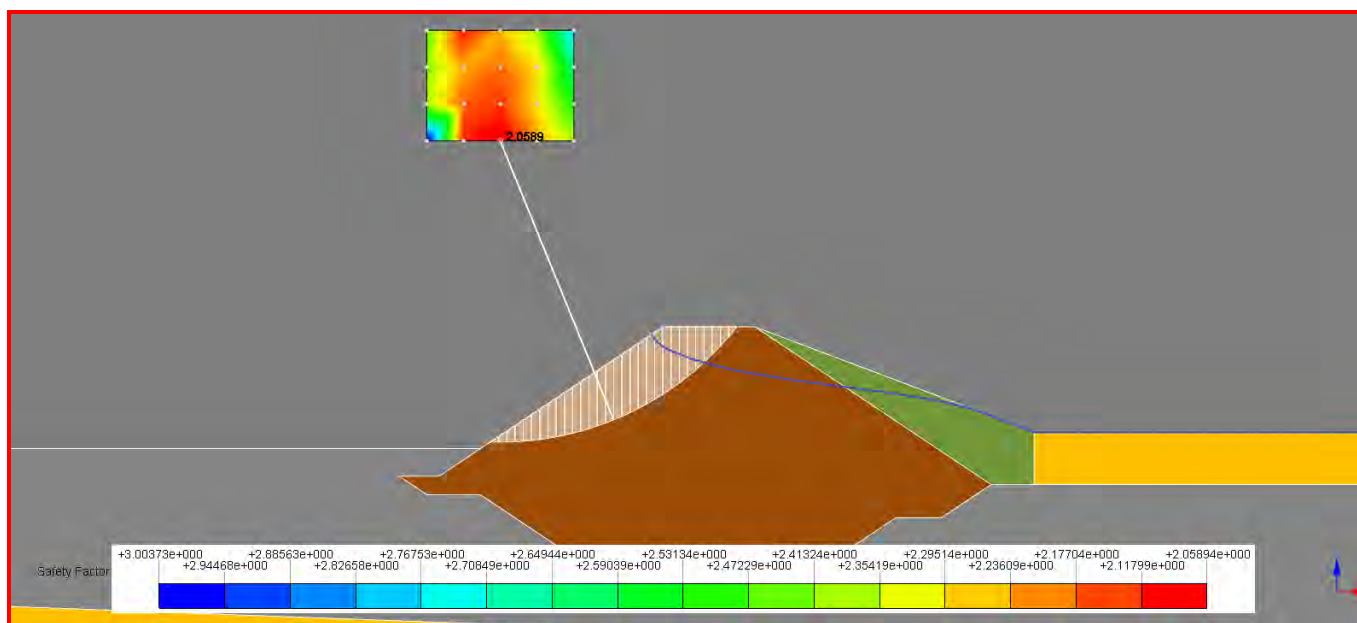


Figura 49 Superficie con fattore di sicurezza minore

9.2 Risultati analisi LEM lato protetto (Condizione di massimo invaso)

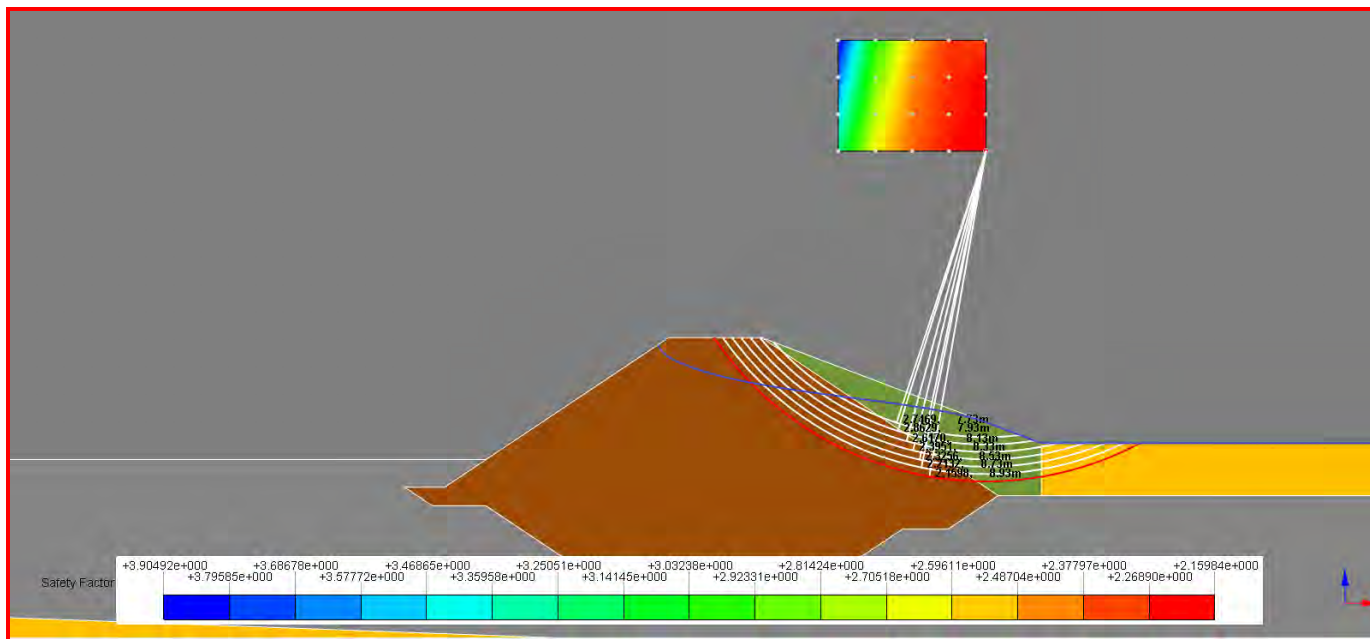


Figura 50 Superfici con fattore di sicurezza minimo

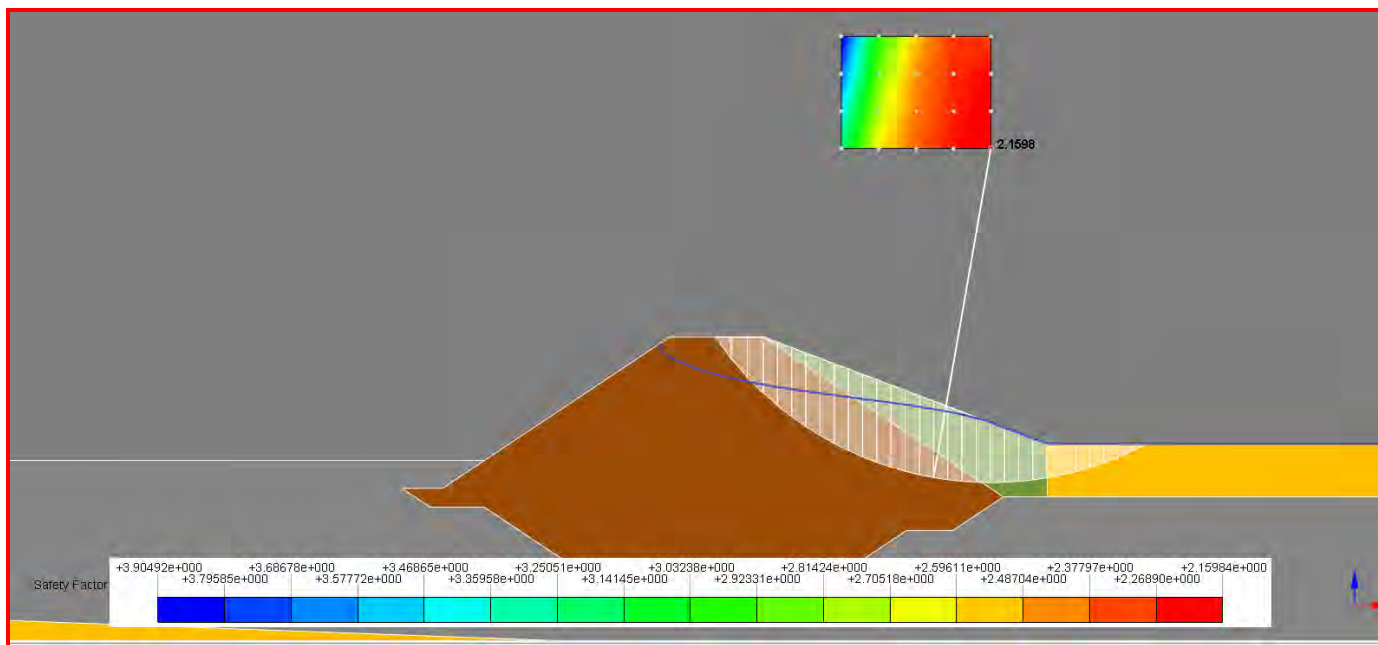


Figura 51 Superficie con fattore di sicurezza minore

9.3 Risultati analisi LEM lato fiume (Condizione di repentino svaso)

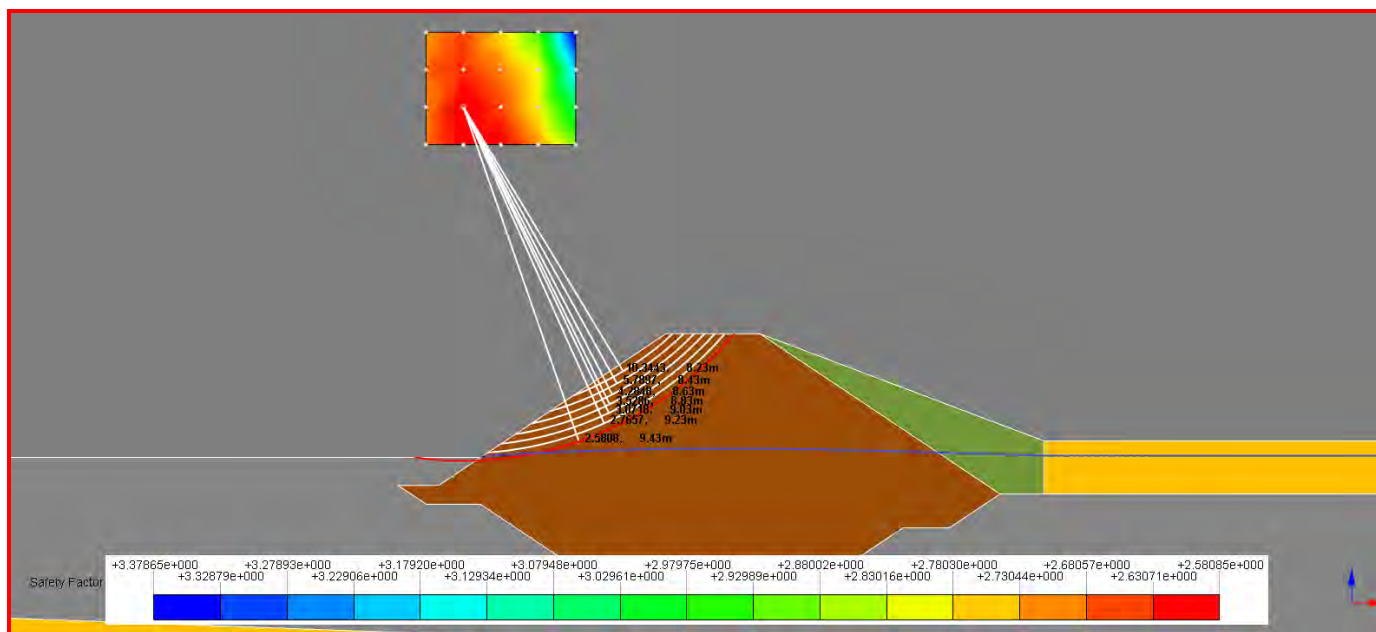


Figura 52 Superfici con fattore di sicurezza minimo

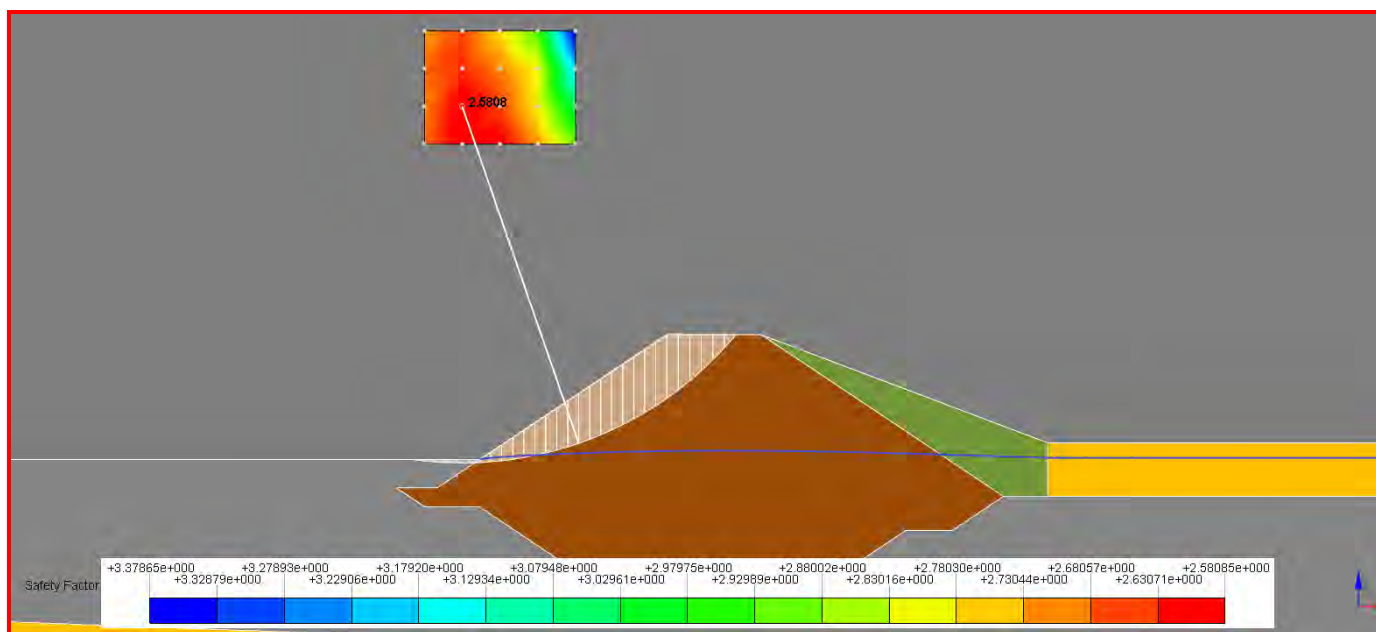


Figura 53 Superficie con fattore di sicurezza minore

9.4 Risultati analisi LEM lato protetto (Condizione di repentino svaso)

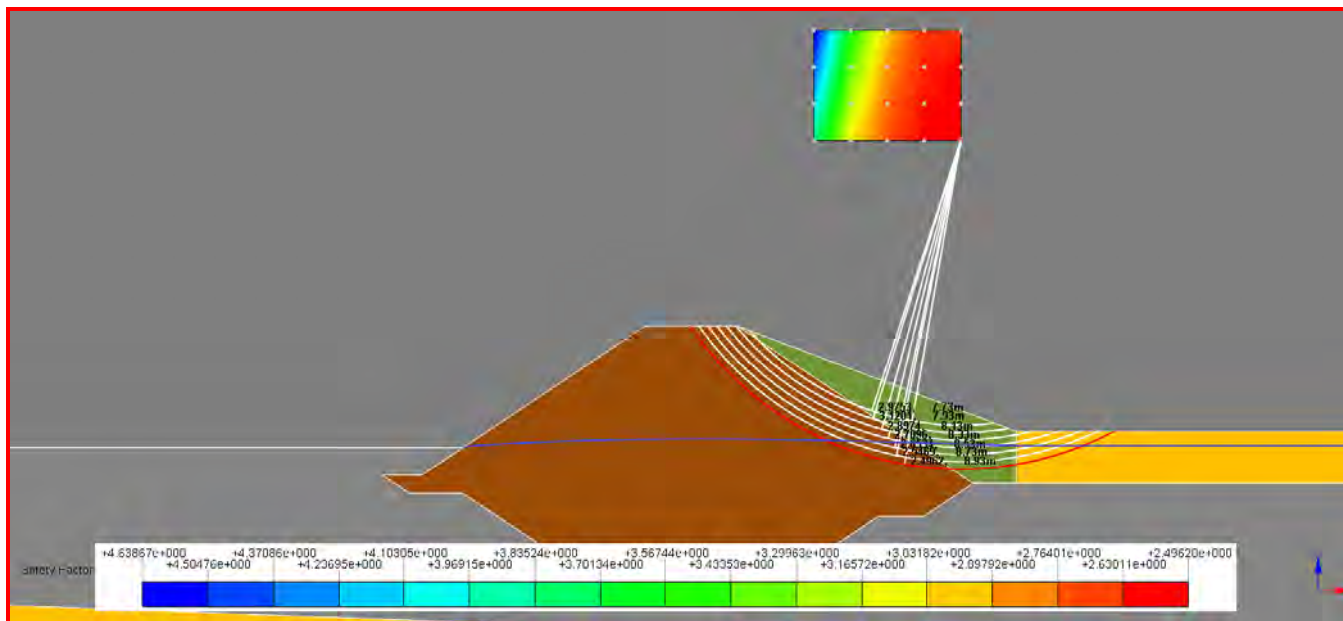


Figura 54 Superfici con fattore di sicurezza minimo

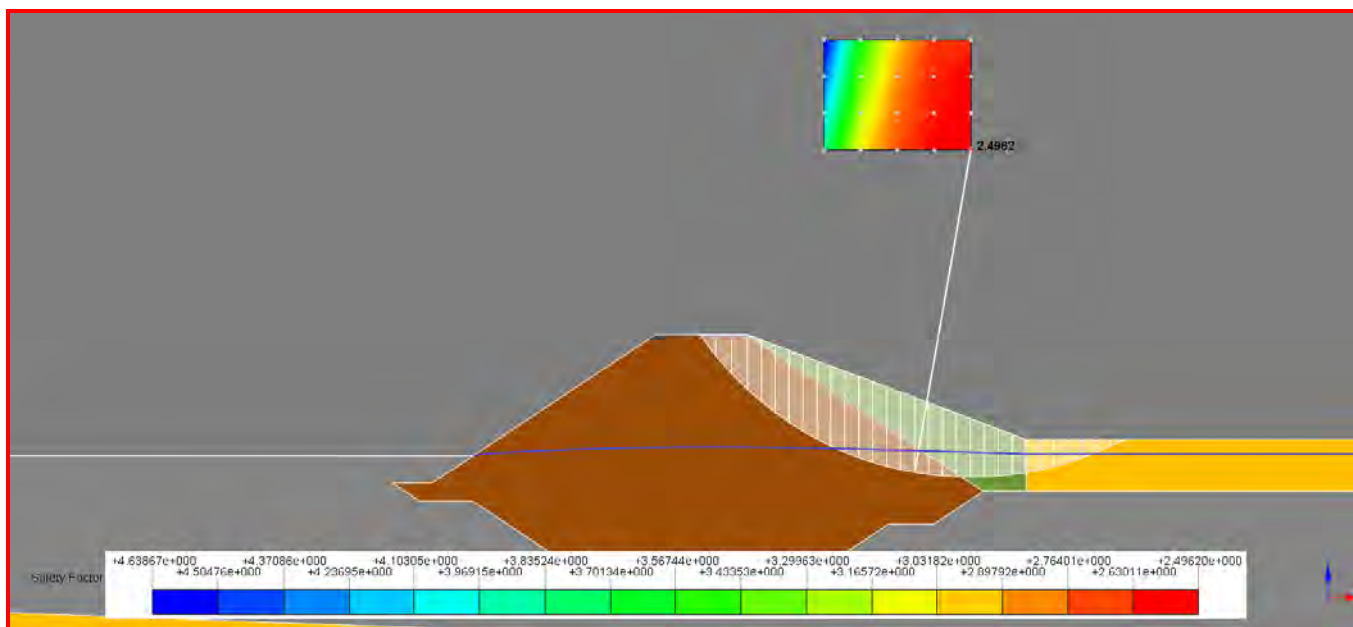


Figura 55 Superficie con fattore di sicurezza minore

9.5 Risultati analisi LEM lato fiume (Sisma+massimo invaso)

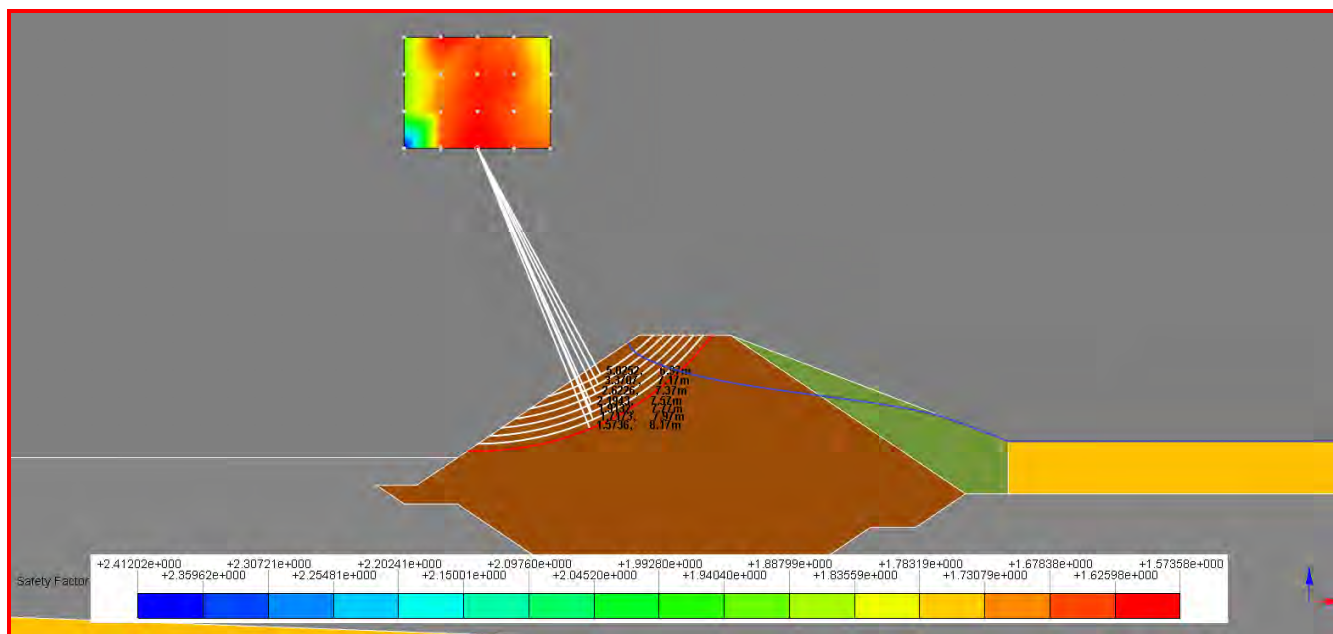


Figura 56 Superfici con fattore di sicurezza minimo

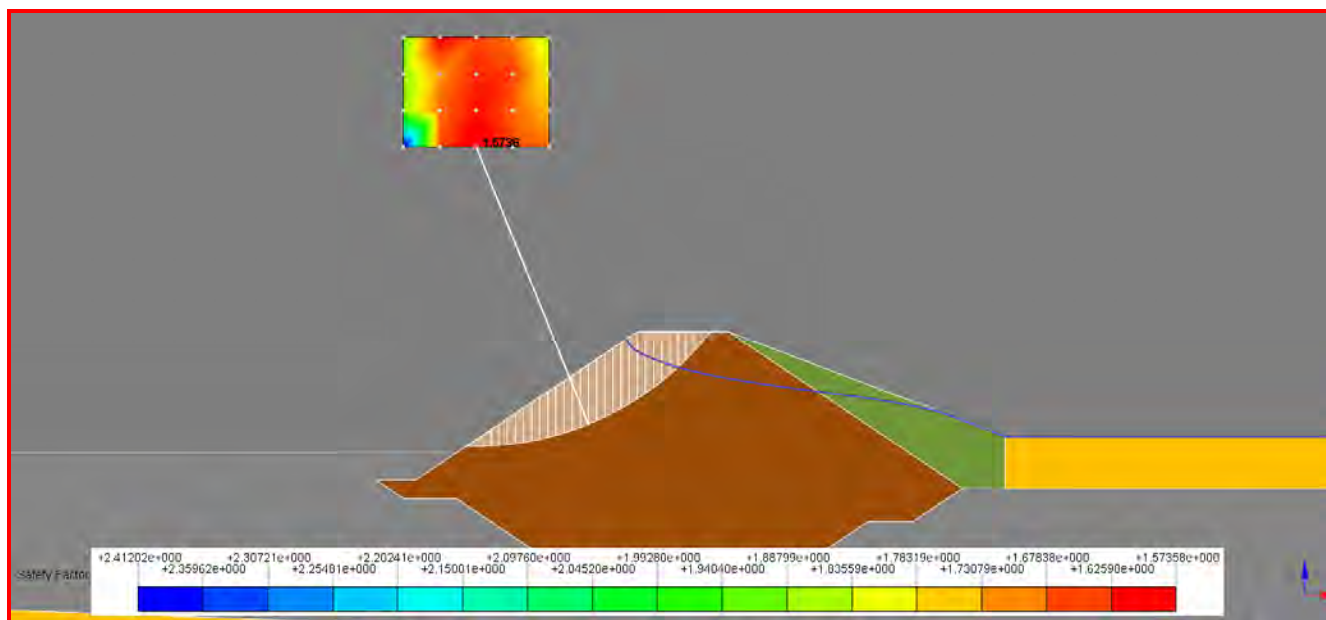


Figura 57 Superficie con fattore di sicurezza minore

9.6 Risultati analisi LEM lato protetto (Sisma+massimo invaso)

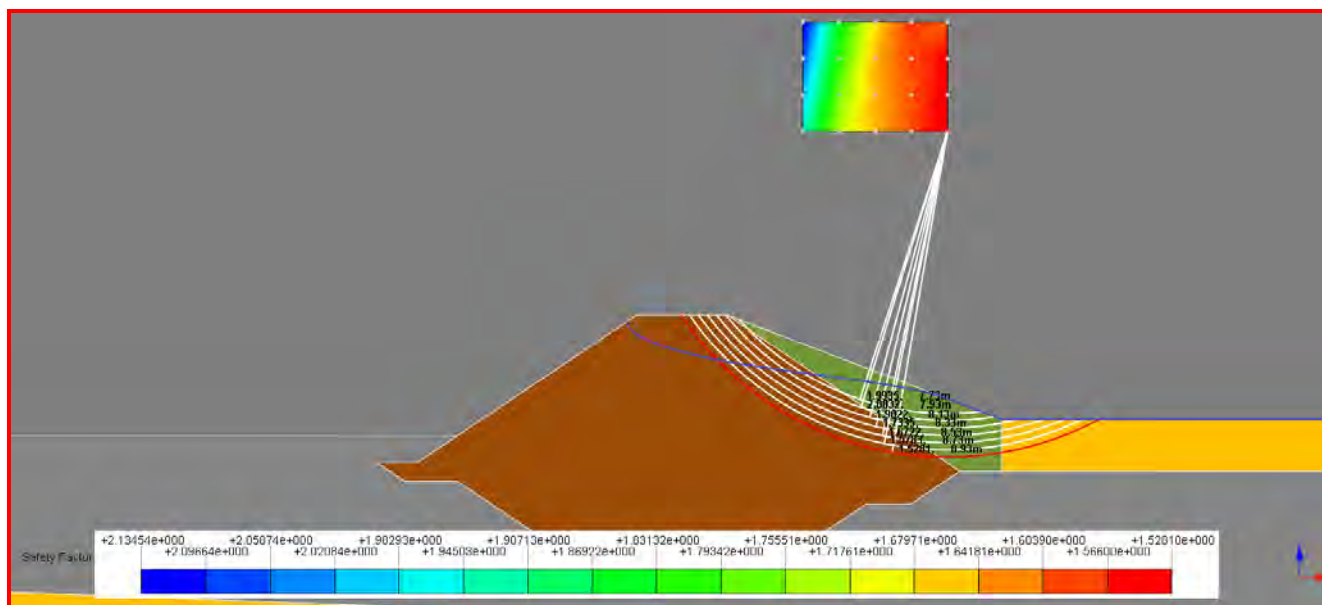


Figura 58 Superfici con fattore di sicurezza minimo

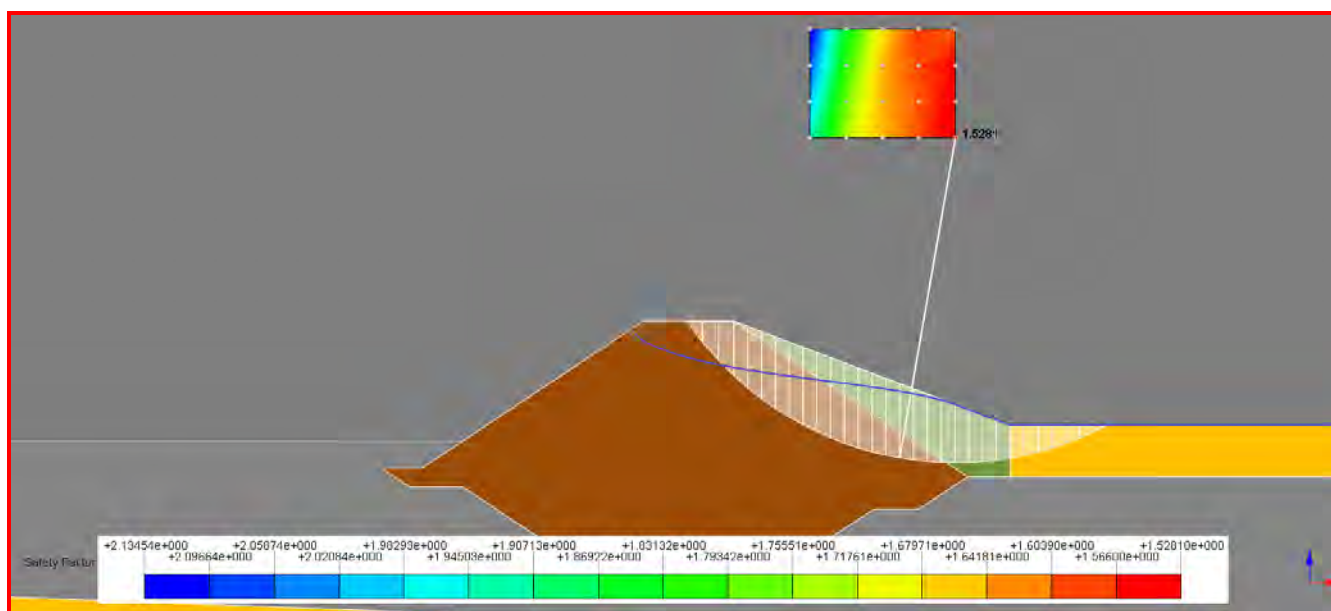


Figura 59 Superficie con fattore di sicurezza minore

10. Considerazioni conclusive

La presente relazione ha inteso indagare e chiarire alcune problematiche relative alla stabilità di un argine sia dal punto di vista puramente idraulico sia geotecnico. Il rilevato indagato si riferisce alla sezione più svantaggiosa individuata nell'ambito delle opere di protezione idraulica in prossimità dell'area commerciale Megalò.

L'argine suddetto è costituito principalmente da un nucleo a bassa permeabilità ammorsato su di un terreno limoso-sabbioso non autoctono di medio-bassa permeabilità. Tutto il sistema, di origine antropica, poggia su di un substrato ghiaioso eterogeneo, le cui caratteristiche di permeabilità sono estremamente variabili.

Nell'area è presente una superficie piezometrica posizionata mediamente a circa 2.80 m dal p.c. con gradiente idraulico quasi assente.

Le verifiche sono state impostate al fine di analizzare le condizioni più conservative e relative al caso di massimo invaso: allo scopo sono stati indagati i più probabili moti di filtrazione, variando le condizioni di permeabilità delle ghiaie, per valutare il potenziale di sifonamento lungo una verticale passante per la base del rilevato sul lato protetto.

I risultati ottenuti evidenziano come in nessun caso siano stati ottenuti valori dei fattori di sicurezza inferiori a quelli di normativa (NTC 2008 cap. 6.2.3.2). Come ben evidenziato nei grafici e tabelle del capitolo 8, le tensioni totali verticali litostatiche, ridotte per un coefficiente 0.9, sono risultate sempre superiori alle pressioni neutre, per tutti i casi esaminati, aumentate del coefficiente 1.5. La condizione più sfavorevole è risultata, come ovvio, quella relativa alla condizione di massimo invaso in cui il coefficiente di sicurezza è comunque sempre >1 .

Le precedenti analisi, relative alla verifica al sifonamento dell'argine nella sezione più svantaggiosa, hanno trovato una diretta validazione nell'osservazione diretta di quanto accaduto durante l'ultima piena straordinaria del fiume Pescara nei giorni 1 e 2 dicembre 2013. Tale osservazione ha permesso di monitorare i fenomeni derivanti dall'esondazione in termini di altezza della piena e presenza di sifonamento all'interno dell'area protetta dall'argine in oggetto per tutta la durata dell'evento. In particolare l'altezza di esondazione della piena riferita al piede dell'argine esaminato, lato fiume, è stata pari a 2.60 m. Non sono stati riscontrati processi di sifonamento nell'area del piazzale interno all'argine per l'intero periodo transitorio della piena, come ben evidenziato dalla documentazione fotografica prodotta. Non sarebbe stato possibile in caso contrario, il drenaggio delle acque di pioggia verso la falda acquifera sottostante che, peraltro, non ha subito variazione significativa durante la piena, così come

dimostrato dal modello. Le foto si riferiscono a momenti differenti della piena osservando le condizioni presenti a valle (lato fiume) e a monte (lato interno) dell'argine.

Foto 1: ore 8:00 del 2 dicembre 2013. La piena conseguente l'esondazione del fiume Pescara aumenta nel corso della notte tra il 1 e 2 dicembre, raggiungendo l'altezza di circa 2 m dal piede dell'argine lato fiume.

Foto 2: ore 8:00 del 2 dicembre 2013. In condizioni meteorologiche avverse, caratterizzate ancora da forti precipitazioni, l'area del piazzale, privo di pavimentazione e sistemi di smaltimento delle acque, si presentava ricoperto da uno strato d'acqua di pochi cm di altezza, derivanti esclusivamente alle precipitazioni in corso.

Foto 3: ore 14:30 del 2 dicembre 2013. La piena ha raggiunto il suo massimo livello, stimato in 2.60 m dal piede dell'argine lato fiume, in condizioni meteorologiche nettamente migliorate.

Foto 4: ore 14:30 del 2 dicembre 2013. Nell'area del piazzale a fronte del massimo livello di piena, si evidenzia che lo strato di acqua piovana precedentemente rilevata era stata facilmente assorbita e drenata verso il basso, dai materiali costituenti la piattaforma.

Foto 5: ore 7:30 del 3 dicembre 2013. La piena è in fase di decrescita, con altezza al piede dell'argine di circa 1.5 m.

Foto 6: ore 7:30 del 3 dicembre 2013. Lo strato di acqua di pioggia risulta quasi completamente assorbita e drenata verso il basso.

Foto 7: condizione finale. Il fiume Pescara è rientrato all'interno dell'alveo di magra.

Foto 8: condizione finale. Il piazzale privo di pavimentazione e sistemi di smaltimento delle acque bianche completamente drenato

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6





Foto 7



Foto 8

Anche dalle immagini sopra riportate si evince chiaramente la totale assenza di fenomeni di sifonamento nell'argine indagato.

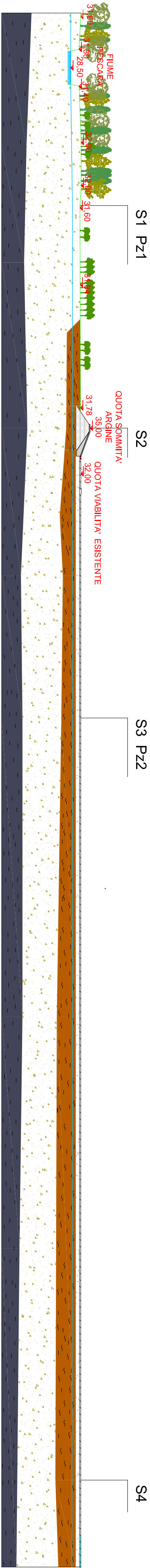
Relativamente alle analisi di stabilità eseguite su entrambi i lati del rilevato, in condizioni differenti di filtrazione interna, si può concludere che pur utilizzando coefficienti riduttivi dei parametri meccanici e combinando anche l'azione sismica nella condizione peggiore di massimo invaso sono sempre stati ottenuti coefficienti di sicurezza >1.1 . La condizione più sfavorevole è relativa alla combinazione sisma-massimo invaso per il lato interno (FS = 1.528).

Il Tecnico

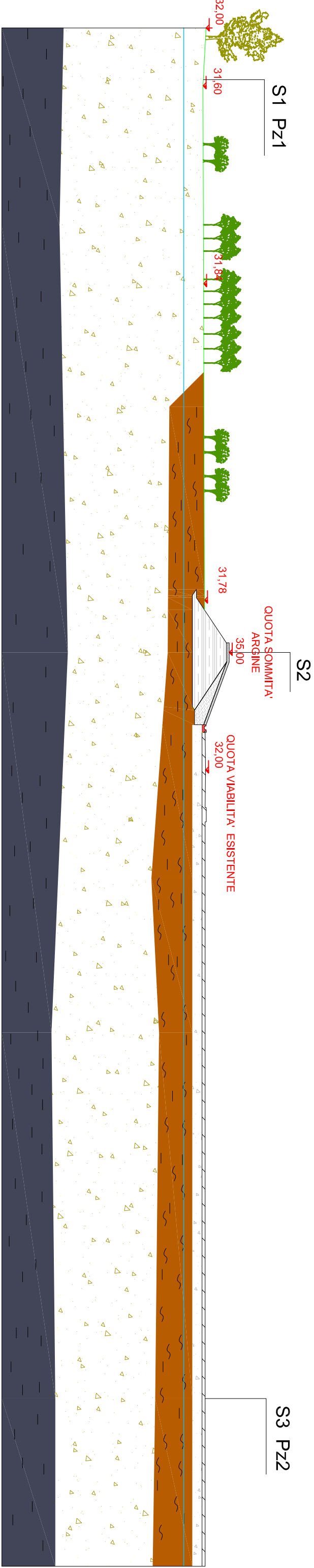
Ing Pietromartire Lorenzo

ALLEGATO I
(Sezione geologica)

SEZIONE GEOLOGICA




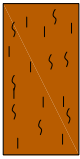

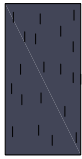
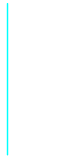
DETTAGLIO SEZIONE



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

| | | |
|--|----------------------|---------|
| Progetto: Realizzazione di edifici "NO FOOD" | | |
| Località: Santa Filomena, comuni di Chieti e Cepagatti (PE) | | |
| Data: 13/09/2012 | Scala: 1:1000, 1:500 | Tav.: 1 |

LEGENDA

-  Pavimentazione costituita da misto di cava
-  Limi e limi argillosi (materiale di riporto)
-  Ghiaie eterometriche in matrice limoso-sabbioso molto addensate
-  "Argille grigio azzurre ". Limo argilloso-sabbioso molto consistente
-  Falda acquifera

N.B. Il limite tra le ghiaie e la formazione di base costituita da limi argillosi di colore grigio è stato definito da sondaggi eseguiti in precedente campagne geognostiche nella medesima area ed in siti limitrofi.

ALLEGATO II
(Prove Lefranc)

NOTE :

| | | |
|---------------|---|--------------------------------|
| COMMITTENTE : | SIRECC S.r.l. | CODICE SONDAGGIO: S2-PZ |
| OPERA : | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI EDIFICI COMMERCIALI NO FOOD | PROVA N° : LEF1 |
| | | DATA : 10/09/2012 |
| LOCALITA' : | CHIETI - Loc.tà S. Filomena | GEOLOGO: |

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC

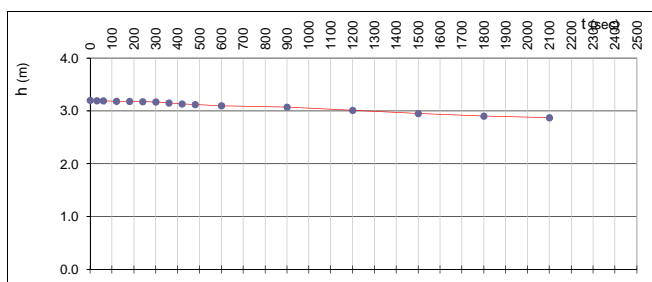
CARICO VARIABILE

Normativa di Riferimento: Raccomandazioni A.G.I. 1977

DATI GENERALI

| | | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| PROF. TASCA DI PROVA (m) : | 2.8-3.30 m | L : tratto di prova (m) | 0.5 |
| LIVELLO ACQUA NEL FORO Inizio prova : | 6.03 m dal p.c. | A : area foro (πr^2) | 0,012 m² |
| RIVESTIMENTO | Prof.: 2.8 m dal p.c. | h_1 : altezza boccaforo | 0,40 m |
| Diametro Interno: 111 mm | Esterno: 127 mm | h' : carico idrico | 3.20 m |
| PERFORAZIONE (h_2) a rotazione | | C : coefficiente di forma; | 0.5 |
| Profondità: 3.3 m | Diametro: 101 mm | | |

ANDAMENTO DELLA PROVA

[illegible]

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' :

$$K = (A / C \Delta t) * (\ln h'_1/h'_2) = 5,19 \text{ E-07 m/sec}$$

NOTE :

NOTE :

ALLEGATO III
(Stratigrafie di sondaggio)



LABORATORIO AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n.
8685 del 26/09/2011

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Normativa di riferimento: **Raccomandazioni A.G.I., 1977-Eurocodice 7**

| | | | |
|---------------|---|-------------------------|---|
| COMMITTENTE : | SIRECC SRL | CODICE SONDAGGIO | S1 - PZ |
| OPERA : | Progetto per la realizzazione di edifici commerciali no food | COORDINATE TOPOGRAFICHE | QUOTA s.l.m. |
| LOCALITA' : | Chieti Scalo(CH) | DATA | Inizio 11/09/2012 Fine 11/09/2012 |

| | | | |
|----------------|--|-------------------|----------------------------|
| SCALA : | TIPO SONDA : | GEOLOGO : | OPERATORI : |
| 1 : 100 | METODO PERFORAZIONE : Carotaggio continuo | Cavallucci | Marinucci-Renzella |
| | | CAMPIONATORE : | DIAMETRO FORO |
| | | | Iniziale/Finale 127/101 mm |

| CAROTIERE | PROFONDITA' DAL P.C. | POTENZA DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE | RECUPERO CAROTAGGIO (%) | | | | POCKET PENETROMETER (kPa) | | | TORE VANE (kPa) | | FALDA | PROVE LEFRANC | PROVE LUGHEON | PROVE S.P.T. | | | PIEZOMETRO | TUBO APERTO | TUBI DI RIVESTIMENTO |
|-----------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------|----|----|----|---------------------------|-----|-----|-----------------|-----|-------|---------------|---------------|--------------|-------|---------|------------|-------------|----------------------|
| | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 300 | 500 | 50 | 150 | | | | tipo | Prof. | N colpi | | | |
| | (mt.) | (mt.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.0 | 2.0 | | Terreno di riporto costituito da sabbia limosa a granulometria fine-finissima con ghiaia. Il deposito si presenta di colore giallo - avana. I clasti, di natura calcarea e forma arrotondata, hanno un Ø medio tra 2-3 centimetri, con un massimo di 10 centimetri. Tra 1.8 e 2.0 metri di profondità è presente un livello a prevalenza limosa di colore marrone. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10.2 | | | Ghiaia in matrice sabbiosa colore avana - grigie. I clasti, poligenici e di prevalente natura calcarea, hanno Ø medio di 2 - 3 cm e talora raggiungono dimensioni massime di 10 centimetri. Essi sono di forma appiattita e sub-arrotondati talora sub angolari. La matrice è costituita da sabbia medio-grossolana di colore marrone. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

note :

| STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO | | | | | |
|---|--|--|---|------------------------|--------------|
| Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I., 1977-Eurocodice 7 | | | | | |
| COMMITTENTE : SIRECC SRL | | | CODICE SONDAGGIO S2 | | |
| OPERA : Progetto per la realizzazione di edifici commerciali no food | | | COORDINATE TOPOGRAFICHE X Y | | QUOTA s.l.m. |
| LOCALITA' : Chieti Scalo(CH) | | | DATA Inizio 10/09/2012 | Fine 10/09/2012 | |

| | | | |
|---------------|--|---|--------------|
| COMMITTENTE : | SIRECC SRL | CODICE SONDAGGIO | S2 |
| OPERA : | Progetto per la realizzazione di edifici commerciali no food | COORDINATE TOPOGRAFICHE X Y | QUOTA s.l.m. |
| LOCALITA' : | Chieti Scalo(CH) | DATA Inizio 10/09/2012 Fine 10/09/2012 | |

| CAROTIERE | | PROFONDITA' DAL P.C. | POTENZA DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE | RECUPERO CAROTAGGIO (%) | | | | POCKET PENETROMETER (kPa) | | | TORE VANE (kPa) | | FALDA | PROVE LEFRANC | PROVE LUGEON | PROVE S.P.T. | | | PIEZOMETRO TUBO APERTO | TUBIDI RIVESTIMENTO |
|-----------|-------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------|----|----|----|---------------------------|-----|-----|-----------------|-----|-------|---------------|--------------|--------------|-------|---------|------------------------|---------------------|
| (mt.) | (mt.) | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 300 | 500 | 50 | 150 | | | | tipo | Prof. | N colpi | | |

| |
|--------|
| note : |
| |

| | | | |
|--|---|--------------------------|--|
| <h1 style="margin: 0;">STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO</h1> <p style="margin: 0;">Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I., 1977-Eurocodice 7</p> | | | |
| COMMITTENTE : | SIRECC SRL | CODICE SONDAGGIO | S3 |
| OPERA : | Progetto per la realizzazione di edifici commerciali no food | COORDINATE TOPOGRAFICHE | QUOTA s.l.m. |
| | | X Y | |
| LOCALITA' : | Chieti Scalo(CH) | DATA Inizio | 11/09/2012 Fine 11/09/2012 |

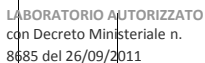
| | | | | |
|---------------|--|--------------------------------|--------|--------------|
| COMMITTENTE : | SIRECC SRL | CODICE SONDAGGIO | | S3 |
| OPERA : | Progetto per la realizzazione di edifici commerciali no food | COORDINATE TOPOGRAFICHE X Y | | QUOTA s.l.m. |
| LOCALITA' : | Chieti Scalo(CH) | DATA | Inizio | 11/09/2012 |
| | | | Fine | 11/09/2012 |

| | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| COORDINATE TOPOGRAFICHE | | QUOTA s.l.m. |
| X | Y | |
| DATA | Inizio 11/09/2012 | Fine 11/09/2012 |

| | | | | |
|------|--------|-------------------|------|-------------------|
| DATA | Inizio | 11/09/2012 | Fine | 11/09/2012 |
|------|--------|-------------------|------|-------------------|

| CAROTIERE | | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSA | RECUPERO CAROTAGGIO (%) | POCKET PENETROMETER (kPa) | TORE VANE (kPa) | FALDA | PROVE LEFRANC | PROVE LUGEON | PROVE S.P.T. | | | PIEZOMETRO TUBO APERTO | TUBI DI RIVESTIMENTO |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------|---------------|--------------|--------------|-------|---------|------------------------|----------------------|
| PROFONDITA' DAL P.C. | POTENZA DELLA FORMAZIONE | | | | | | | | | tipo | Prof. | N colpi | | |
| (mt.) | (mt.) | | | 20 40 60 80 | 100 300 500 | 50 150 | | | | | | | | |

Semplice



| |
|--|
| |
|--|