

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI ASCOLI PICENO

Medaglia d'Oro al Valor Militare per attività Partigiana

*SETTORE VIABILITA'*

*COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO*

*AMMODERNAMENTO ED AMPLIAMENTO DELLA  
S.P. 238 EX S.S. 433 VALDASO*

*2° STRALCIO  
DAL BIVIO CON LA S.P. 183 FAVETO  
AL BIVIO CON LA S.V. CANUTICA*

*PROGETTO DEFINITIVO*

*Ascoli Piceno - Dicembre 2008*

*Allegato R.3.3*

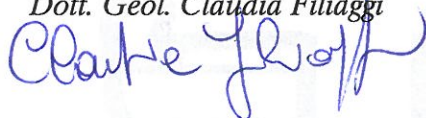
*CONSULENZA SPECIALISTICA*

*Assistenza alla progettazione stradale : Dott. Ing. Donato Pescatore*

*Consulenza specialistica per la geotecnica delle gallerie: UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE  
Responsabile Scientifico Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli*

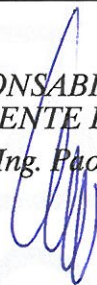
*PROGETTAZIONE GEOLOGICA*

*Dott. Geol. Claudia Filiaggi*



*IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO VIABILITA'*

*Ing. Paolo Tartaglini*





## PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

Ammodernamento ed Ampliamento della SP 238  
ex SS 433 Valdaso – 2° stralcio: dal bivio con la SP  
Faceto al bivio con la SV Canutica.

### PROGETTO DEFINITIVO

CONSULENZA SPECIALISTICA: aspetti geotecnici

Revisione 01

25 Settembre 2009

Responsabile scientifico

Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli

Il Direttore del Dipartimento

Prof. Ing. Giacomo Moriconi



## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| SOMMARIO.....   | I  |
| 1. INTRODUZIONE.....  | 1  |
| 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....                              | 3  |
| 2.1 Normativa tecnica.....                                    | 3  |
| 2.2 *Documenti di riferimento.....                            | 4  |
| 3. QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....                       | 5  |
| 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....                          | 6  |
| 5. RILEVATI E TRINCEE.....                                    | 10 |
| 5.1 Analisi dei cedimenti delle sezioni in rilevato.....      | 11 |
| 5.2 Opere di contenimento.....                                | 16 |
| 5.2.1 Muri in C.A. – situazioni di progetto.....              | 17 |
| 5.2.1.1 Stabilità locale.....                                 | 17 |
| 5.2.2 Verifiche geotecniche.....                              | 18 |
| 5.2.2.1 Scorrimento sul piano di fondazione.....              | 18 |
| 5.2.2.2 Ribaltamento al piede.....                            | 19 |
| 5.2.2.3 Carico limite fondazione/terreno.....                 | 19 |
| 5.2.3 Verifica muro di sostegno H=5m.....                     | 21 |
| 6. GALLERIE ARTIFICIALI.....                                  | 27 |
| 6.1 Metodologia di lavoro.....                                | 27 |
| 6.2 Caratteristiche generali.....                             | 27 |
| 6.3 Fasi di lavorazione per la realizzazione delle opere..... | 27 |
| 6.4 Descrizione delle tratte in galleria.....                 | 29 |
| 6.4.1 Galleria Faveto.....                                    | 29 |
| 6.4.2 Galleria Montefalcone.....                              | 29 |
| 6.5 Verifiche opere di sostegno.....                          | 29 |
| 6.5.1 Opere in progetto.....                                  | 31 |
| 6.5.1.1 Paratia a sbalzo agli imbocchi.....                   | 31 |
| 6.5.1.2 Galleria artificiale.....                             | 32 |
| Paratia contrastata in testa $L_{palo}=13.5m$ .....           | 32 |
| 7. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE.....                        | 37 |
| 7.1 Il metodo delle strisce.....                              | 38 |
| 7.2 Azioni in condizioni sismiche.....                        | 39 |
| 7.3 Stabilità globale dei rilevati.....                       | 40 |
| 7.4 Muro di sostegno - Sezione 94.....                        | 43 |
| 7.5 Contenimento a valle del rilevato – Sezione 123.....      | 44 |
| 8. ALLEGATI.....  | 46 |
| 8.1 GALLERIE ARTIFICIALI.....                                 | 46 |
| 8.1.1 Sbalzo statica.....                                     | 46 |
| 8.1.2 Sbalzo sismica.....                                     | 51 |
| 8.1.3 Faveto statica.....                                     | 56 |
| 8.1.4 Faveto sismica.....                                     | 60 |
| 8.1.5 Montefalcone statica.....                               | 65 |
| 8.1.6 Montefalcone sismica.....                               | 69 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 8.2   | ALLEGATO VERIFICHE DI STABILITA' .....         | 74 |
| 8.2.1 | Rilevato - Sezione 156 - STATICA.....          | 74 |
| 8.2.2 | Rilevato - Sezione 156 - SISMICA.....          | 76 |
| 8.2.3 | Muro di sostegno - Sezione 94 - STATICA .....  | 79 |
| 8.2.4 | Muro di sostegno - Sezione 94 - SISMICA.....   | 82 |
| 8.2.5 | Muro di sostegno - Sezione 123 - STATICA ..... | 85 |
| 8.2.6 | Muro di sostegno - Sezione 123 - SISMICA.....  | 87 |



## 1. INTRODUZIONE

Con convenzione n. 114/08 Registro atti privati del Servizio Viabilità del 17/01/2008, la **Provincia di Ascoli Piceno** ha affidato allo scrivente **Dipartimento di Fisica ed Ingegneria dei Materiali e del Territorio dell'università Politecnica delle Marche** un incarico per la consulenza specialistica e di assistenza alla progettazione geotecnica per il progetto definitivo di "**ammodernamento ed ampliamento della s.p. n. 238 ex SS 433 Valdaso** – 2° stralcio: dal bivio con la s.p. n. 183 Faveto al bivio con la s.v. Cantica.

La presente relazione costituisce pertanto il prodotto della attività della consulenza, in ottemperanza a quanto previsto dall'Art. 2 del testo della Convenzione di incarico. In particolare, vengono presentate analisi e considerazioni di carattere tecnico-costruttivo per il dimensionamento e la verifica geotecnica dei manufatti previsti dal progetto definitivo della SP 238 Ex SS 433 Valdaso, tenendo conto delle problematiche per l'inserimento territoriale della nuova infrastruttura viaria, con specifico riferimento al tratto che va dalla galleria artificiale Faveto al fosso Vignola, nel Comune di Montefalcone Appennino.

Il presente elaborato tiene conto dei risultati della campagna di indagini eseguita dalla Labortec s.r.l. su incarico della Provincia di Ascoli Piceno in data 20-09-2007, sulla base dei quali sono state stabilite le condizioni geotecniche di progetto per una serie di specifiche situazioni:

### Rilevati e trincee

Vengono esaminate le condizioni di stabilità delle scarpate dei rilevati e delle trincee per stabilire le pendenze di progetto e la tipologia delle opere di sostegno, quando necessarie. Per quanto riguarda i rilevati inoltre, si forniscono le caratteristiche geotecniche dei materiali da utilizzare per la loro costruzione ed una valutazione dei cedimenti in relazione alle esigenze di funzionalità dell'infrastruttura stradale.



### Gallerie

Sono previsti in progetto n. 2 tratti in galleria artificiale; per ognuno di essi viene svolto il dimensionamento geotecnico delle opere di sostegno provvisionali agli scavi, considerando le relative fasi costruttive, e delle opere di sostegno in corrispondenza degli imbocchi; inoltre si forniscono le indicazioni per la riprofilatura definitiva del terreno sovrastante.

### Stabilità dei pendii

Dalla ricognizione geomorfologia del terreno lungo lo sviluppo del tracciato, risultano individuate alcune aree a rischi di instabilità. Tali aree sono state oggetto di specifiche indagini nell'ambito della campagna geognostica recente.

Tutte le situazioni critiche sono state quindi individuate ed analizzate, per definire le relative condizioni di stabilità globale in relazione ai requisiti di sicurezza imposti dalla Normativa e, ove necessario, sono state previste opere di contenimento o consolidamento.



## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa tecnica

In base ad una precisa richiesta dell'Amministrazione Provinciale, le analisi di progetto sono state sviluppate con il quadro normativo coerente con il vecchio D.M. 16.01.1996, tenendo conto di quanto è stato in aggiunta stabilito con l'emanazione dell'Ordinanza O.P.C.M. 3274 del 2003.

In particolare risultano adottati i seguenti riferimenti normativi per i diversi aspetti della progettazione:

- a) Legge 02.02.1974 n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.",
- b) D.M. Min. LL.PP. 16.01.1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.",
- c) Circolare Min. LL.PP. 10.04.1997 n.65 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. Min. LL.PP. 16.01.1996.",
- d) D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali, le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.",
- e) Circolare Min. LL.PP. 24.09.1988 n.30483 "Legge 02.02.1974 n.64, art.1 – D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988. Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.",
- f) Circolare Min. LL.PP. 09.01.1996 n.218 "Legge 02.02.1974 n.64 – D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica."



g) OPCM n°3274 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

## **2.2 Documenti di riferimento**

a) Progetto esecutivo "SP 238 Ex SS 433 Valdaso, 2° Stralcio. Tratto Galleria artificiale Faceto - Fosso Vignola";

b) LABORTEC C.S.M. s.r.l.: "Indagine geologica e geotecnica su S.P. Val D'Aso 2° stralcio". 20-09-2007.

c) Progetto definitivo per l'Ammodernamento e ampliamento della s.p. n. 238 ex SS 422 Valdaso – 2° stralcio . Relazione Geologica.





### **3. QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO**

Il tracciato stradale interessato dall'intervento si sviluppa in prossimità delle fasce di piede dei versanti collegati alla sponda sinistra del F. Aso.

Per quanto concerne il quadro geologico idrogeologico, si rimanda per maggior dettaglio alla relazione geologica che costituisce parte integrante del presente progetto.

In sintesi, la formazione di base che costituisce l'area intervento appartiene ai depositi del Messiniano nella litofacies pelitico arenacea ed arenaceo pelitica.

I depositi pelitico arenaci affiorano localmente, seppur nei termini più alterati, al piede delle scarpate che delimitano il lato monte dell'attuale sede stradale.

La porzione Ovest dell'area comprendente il tratto di strada interessato dall'intervento, è costituita da depositi alluvionali terrazzati del F. Aso estesi a valle dell'attuale sede stradale e da coltri eluvio colluviali rappresentati da sabbie limoso argillose e detriti calcarei e di arenaria dispersi.

Proseguendo in direzione Est, lungo il tracciato interessato dall'intervento, la carta geologica evidenzia la presenza pressoché continua delle coltri eluvio colluviali caratterizzate anche da granulometria medio fine ( limi argilloso sabbiosi con detriti calcarei e di arenaria dispersi ) particolarmente in corrispondenza delle porzioni di versante dove prevale componente pelitico arenacea.



#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il piano di indagini comprende prove in sito ed analisi di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi.

Complessivamente sono stati eseguiti 18 sondaggi geognostici con perforazione a carotaggio continuo diametro  $\phi 101$  mm e con il prelievo di campioni indisturbati; inoltre sono state eseguite 2 prove penetrometriche statiche tipo CPT.

I risultati dei sondaggi e delle prove di laboratorio sono stati utilizzati per ricostruire il profilo stratigrafico di dettaglio in corrispondenza delle varie opere da realizzare, integrando fra loro tutti i dati geologici e geotecnici a disposizione.

Il programma delle prove di laboratorio sui campioni di terreno è stato stabilito in funzione delle analisi geotecniche necessarie per la progettazione, in modo da poter contare sempre sulla migliore caratterizzazione meccanica possibile.

Rimandando per maggior dettaglio agli allegati relativi alle indagini, si riporta nel seguito il quadro sinottico dei risultati utilizzati per la progettazione.

| Sond. N° | Camp. N° | Camp. Tipo | Profondità (m) | w medio (%) | $\gamma$ medio (kN/m <sup>3</sup> ) | T <sub>u</sub> medio (kN/m <sup>2</sup> ) | FEDC SPEC. F.C.C. DEI GRAN. (Mg/m <sup>3</sup> ) | LIMITI DI ATTEMBERG |        |        | GRANULOMETRIA (Raccomandazioni A.G.I.) |            |          |             | TAGLIO DIRETTO |            | PROVA AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA |                  |                  | PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CIU) |            |    |
|----------|----------|------------|----------------|-------------|-------------------------------------|---|--|---------------------|--------|--------|--|------------|----------|-------------|----------------|------------|-------------------------------------|------------------|------------------|--|------------|----|
|          |          |            |                |             |                                     |   |  | LL (%)              | LP (%) | IP (%) | ghiaia (%)                             | sabbia (%) | limo (%) | argilla (%) | c' (kPa)       | $\phi$ (°) | Prov. N°                            | $\sigma_r$ (kPa) | $\epsilon_r$ (%) | c' (kPa)                                       | $\phi$ (°) |    |
|          |          |            |                |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S2       | C1       | I          | 12,00          | 17,6        | 20,98                               | 17,73                                     | 2,693  | 38                  | 18     | 20     | 7                                      | 18         | 43       | 34          | 11             | 27         | 1                                   | 103              | 3,14             |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 2                                   | 128              | 2,68             |  |            |    |
|          |          |            | 12,50          |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 3                                   | 134              | 3,73             |  |            |    |
| S3       | C1       | I          | 6,00           | 16,4        | 20,71                               | 17,50                                     | 2,678  | 36                  | 17     | 18     | 0                                      | 22         | 50       | 28          | 15             | 27         | 1                                   | 164              | 2,05             |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 2                                   | 179              | 2,87             |  |            |    |
|          |          |            | 6,50           |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 3                                   | 195              | 3,23             |  |            |    |
| S3       | C2       | I          | 12,00          | 17,6        | 20,72                               | 17,58                                     | 2,698  | 44                  | 19     | 25     | 0                                      | 19         | 40       | 42          |                |            |                                     |                  |                  | 18   | 24         |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S3       | C3       | I          | 25,50          | 15,9        | 20,59                               | 17,33                                     | 2,678  | 41                  | 17     | 24     | 1                                      | 11         | 47       | 41          |                |            |                                     |                  |                  |  | 30         | 24 |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S13      | C1       | I          | 6,00           | 19,3        | 20,56                               | 17,23                                     | 2,693  | 40                  | 19     | 22     | 0                                      | 12         | 58       | 32          | 5              | 25         | 1                                   | 46               | 4,28             |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 2                                   | 51               | 4,19             |  |            |    |
|          |          |            | 6,40           |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            | 3                                   | 58               | 4,20             |  |            |    |
| S16      | C1       | I          | 12,00          | 16,5        | 20,70                               | 17,92                                     | 2,693  | 42                  | 19     | 24     | 2                                      | 22         | 53       | 23          | 20             | 28         |                                     |                  |                  |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S17      | C1       | I          | 16,00          | 20,2        | 20,42                               | 18,99                                     | 2,693  | 42                  | 20     | 23     | 1                                      | 25         | 43       | 31          |                |            |                                     |                  |                  |  | 44         | 28 |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S15      | C1       | I          | 13,00          | 20,9        | 20,22                               | 18,72                                     | 2,681  | 31                  | 19     | 13     | 0                                      | 48         | 41       | 11          |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
| S15      | C1       | I          | 13,40          | 20,9        | 20,22                               | 18,72                                     | 2,681  | 31                  | 19     | 13     | 0                                      | 48         | 41       | 11          |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |
|          |          |            | -              |             |                                     |   |  |                     |        |        |  |            |          |             |                |            |                                     |                  |                  |  |            |    |

Risulta pertanto possibile distinguere una serie di diversi materiali, di cui si indicano nel seguito le rispettive proprietà geotecniche.



I campioni analizzati in laboratorio dal punto di vista meccanico e mineralogico hanno permesso di differenziare le coltri eluvio-colluviali in due distinti litotipi:

- LIMI MARRONI
- LIMI GRIGI

Riferendo i campioni analizzati al litotipo corrispondente, è pertanto possibile distinguere i parametri geotecnici dei due materiali nel modo seguente:

LIMI MARRONI

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 20              |
| $\varphi'$ (°)                  | 27              |
| $c'$ (KPa)                      | 5               |
| $k_o$ (-)                       | 1-sen $\varphi$ |
| $E'$ (MPa)                      | 6 (carico)      |
| $E'$ (MPa)                      | 15 (scarico)    |
| $E_u$ (MPa)                     | 8 (carico)      |

LIMI GRIGI

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 20                            |
| $\varphi'$ (°)                  | 25                            |
| $c'$ (KPa)                      | 20                            |
| $k_o$ (-)                       | 1-sen $\varphi$ (nc) ÷ 1 (OC) |
| $E'$ (MPa)                      | 10 (carico)                   |
| $E'$ (MPa)                      | 25 (scarico)                  |
| $E_u$ (MPa)                     | 12 (carico)                   |

Al di sotto delle coltri superficiali si ritrovano per quasi l'intero sviluppo del tracciato i depositi di origine alluvionale a cui è possibile assegnare le proprietà geotecniche sintetizzate nella seguente tabella:

DEPOSITI ALLUVIONALI

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18 |
| $\varphi'$ (°)                  | 36 |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| $c'$ (kPa) | 0                       |
| $k_o$ (-)  | $1 - \sin \varphi$ (nc) |
| $E'$ (MPa) | 30                      |

In aggiunta ai materiali precedenti, in corrispondenza della galleria Montefalcone, il tracciato interessa una conoide riconducibile ad una paleofrana, le cui caratteristiche meccaniche possono essere stabilite solo sulla base della classificazione dei terreni, così come sono state riconosciute a seguito della loro osservazione diretta nel corso della campagna di indagine e dall'assetto naturale del deposito:

CONOIDE

|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 19.5                             |
| $\varphi'$ (°)                  | 40                               |
| $c'$ (kPa)                      | 0                                |
| $k_o$ (-)                       | $1 - \sin \varphi$ (nc) ÷ 1 (oc) |
| $E'$ (MPa)                      | 30                               |

MATERIALI DA COSTRUZIONE dei rilevati.

Per il corpo dei rilevati si prevede l'impiego di terre sciolte, appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, A2-6 ed A2-7, qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre".

Il criterio di qualità per rilevati di strade extraurbane prevede la compattazione per strati di 30cm ad una compattazione relativa pari al valore RC=90% AASHO modificata. A tale grado di compattazione è possibile associare un valore di densità relativa  $D_r$  adottando la relazione empirica di Lee and Singh (1971):

$RC = 80 + 0.2 D_r$ , valida per  $D_r > 40\%$ . Sulla base di tale relazione, al terreno costituente il rilevato si attribuisce quindi valore di densità relativa  $D_r$  pari al 50%. Dalla densità relativa si può stimare l'angolo di resistenza al taglio di picco  $\varphi'$  facendo riferimento al metodo proposto da Bolton (cfr. Bolton M.D., 1986, The strength and dilatancy of sands, Geotechnique, **36**, 65-78).



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

Risulta:

$$\varphi' = \varphi_{cv}' + m \cdot DI$$

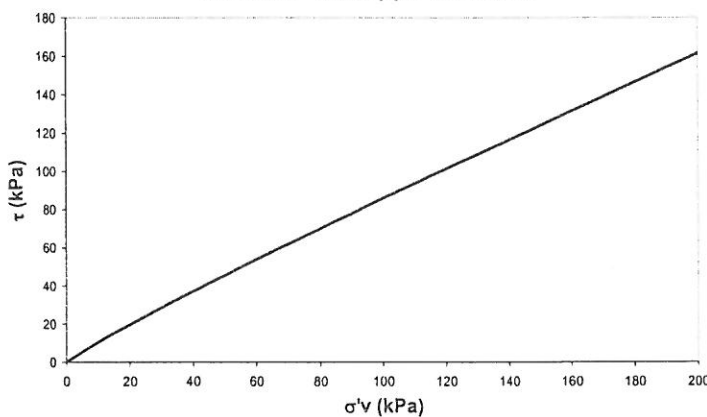
$$DI = Dr \cdot [Q - \ln(pf')] - 1$$

essendo:

- $\varphi'_{cv}$  = angolo di attrito a volume costante (ovvero l'attrito intrinseco) ( $^{\circ}$ )
- Q = fattore che dipende dalla composizione mineralogica e dalla forma delle particelle di sabbia; per i grani presenti si può assumere un valore pari a 10 (quarzo o feldspato)
- $pf' = 1,4 \cdot \sigma_{ff}'$  (in kPa)
- $\sigma_{ff}'$  = tensione efficace normale alla superficie di rottura (in kPa)
- m = costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalente (m=5 in condizioni piane) ( $^{\circ}$ )
- Dr = densità relativa (-).

Nel caso in oggetto, assumendo che venga utilizzato un materiale avente  $\varphi_{cv}'$  almeno pari a  $33^{\circ}$ , tenendo conto della variazione dello stato tensionale con la profondità, l'involuppo di rottura del materiale costituente il rilevato è curvilineo, come rappresentato nel grafico e con i valori della tabella seguenti:

Rilevato - involuppo di rottura



| $\sigma'v$<br>(kPa) | $\varphi'$<br>( $^{\circ}$ ) | $\tau$<br>(kPa) |
|---------------------|------------------------------|-----------------|
| 0                   | 0                            | 0,00            |
| 10                  | 46                           | 10,50           |
| 20                  | 45                           | 19,77           |
| 30                  | 44                           | 28,62           |
| 40                  | 43                           | 37,22           |
| 60                  | 42                           | 53,88           |
| 80                  | 41                           | 70,04           |
| 120                 | 40                           | 101,37          |
| 200                 | 39                           | 161,45          |

Per il rilevato, si adottano inoltre i seguenti parametri geotecnici:



RILEVATO STRADALE

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18           |
| $\varphi'$ (°)                  | vedi tabella |
| $c'$ (kPa)                      | 0            |
| $k_0$ (-)                       | 1            |
| $E_{ed}$ (MPa)                  | 30           |
| $E'$ (MPa)                      | 27           |

**5. RILEVATI E TRINCEE**

Sulla base dei parametri geotecnici indicati in precedenza, si analizzano nel seguito le opere previste per la costruzione dei rilevati e per l'apertura delle trincee, secondo gli schemi di progetto; le analisi geotecniche sono le seguenti:

- analisi dei cedimenti dei rilevati;
- analisi di stabilità delle opere di sostegno degli scavi.

Le verifiche di stabilità globale relative alle opere in oggetto vengono invece presentate al successivo capitolo 7, sulle *Verifiche di Stabilità globale*.

Rilevati

Lungo il tracciato stradale sono previsti in progetto numerosi tratti in rilevato. Per ciascuna sezione da analizzare si è ricostruito il modello geotecnico di sottosuolo e definito uno schema sintetico di calcolo per verificare stabilità e funzionalità dell'infrastruttura stradale, tratto per tratto. Le sezioni critiche che si sono individuate sono le seguenti:

| Sez. | Progressiva | Altezza max | Tipo rilevato | Tipo di terreno in sup. |
|------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|
| 39   | 0+380       | 6.00 m.     | rilevato      | Limi marroni            |
| 107  | 1+220       | 4.50 m.     | rilevato      | Limi marroni            |
| 123  | 1+380       | 6÷7.00 m.   | rilevato      | Limi marroni            |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|     |       |           |                  |              |
|-----|-------|-----------|------------------|--------------|
| 127 | 1+420 | 3÷5.00 m. | rilevato         | Limi marroni |
| 156 | 1+710 | 8.00 m.   | rilevato allarg. | Limi marroni |

### Scavi

Con riferimento ai tratti in scavo, le sezioni più critiche sono quelle che ricadono dove affiorano i terreni con i parametri di resistenza meno favorevoli. Le sezioni analizzate risultano pertanto le seguenti:

| Sez. | Progressiva | Altezza max | Tipo rilevato | Tipo di terreno in sup. |
|------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|
| 52   | 0+510       | 5.00 m.     | scavo         | Limi marroni            |
| 94   | 0+984       | 5.00 m.     | scavo         | Limi marroni            |
| 136  | 1+510       | 3.00 m.     | scavo         | Limi marroni            |
| 162  | 1+770       | 7.00 m.     | scavo         | Limi marroni            |

## 5.1 Analisi dei cedimenti delle sezioni in rilevato

Si procede qui di seguito alla verifica dei rilevati nei confronti dei cedimenti.

Dal punto di vista teorico si può schematizzare il cedimento di un deposito coesivo saturo sottoposto all'azione di un carico di dimensioni finite secondo le seguenti componenti:

- a) cedimento immediato: data la bassa permeabilità del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovra-pressioni interstiziali; i materiali argillosi, generalmente saturi, si deformano volume costante.
- b) cedimento di consolidazione primaria: il trasferimento del carico, dall'acqua allo scheletro solido, comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità del deposito che consolida ed alle condizioni di drenaggio.

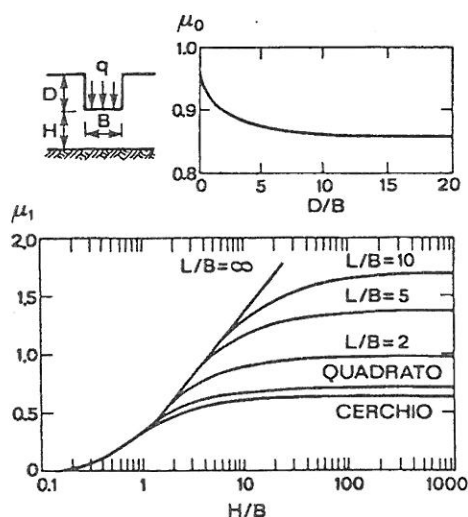
Il cedimento (solo immediato) dei terreni a grana grossa viene stimato in base alle soluzioni della teoria dell'elasticità; si adotta la seguente espressione:

$$s = \sum I_{wi} \frac{qB}{E_i'} (1 - \nu_i^2)$$

nella quale:

s = cedimento elastico

$I_{wi} = \mu_0 \mu_1$  = coefficiente di influenza relativo allo strato i-esimo (vedi figura)



$E_i'$  = modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo

H = altezza della suddivisione "i-esima" di terreno

$\nu$  = coefficiente di Poisson relativo allo strato i-esimo (viene assunto costante e pari a 0,3).

q = pressione unitaria applicata (rilevato + sovraccarico)

Con la stessa espressione è possibile valutare anche il cedimento immediato degli strati argillosi utilizzando, come modulo di deformabilità, il valore  $E_u$  ed imponendo per il coefficiente di Poisson il valore di 0.5 (deformazione a volume costante).

I cedimenti di consolidazione sono stati calcolati secondo la seguente relazione:





Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

$$s_c = \sum \frac{\Delta\sigma_{zi}}{E_{ed}} \Delta h_i$$

essendo:

$s_c$  = cedimento di consolidazione;

$E_{ed}$  = modulo edometrico dello strato i-esimo;

$\Delta\sigma_{zi}$  = incremento delle tensioni dello strato i-esimo in direzione z;

$\Delta h_i$  = spessore dello strato i-esimo.

L'area di carico è schematizzata come impronta di carico di rigidità nulla e gli incrementi tensionali indotti sono valutati per via elastica con il metodo di Boussinesque.

Una volta calcolate le tensioni verticali indotte alle varie profondità dalla presenza del rilevato sono stati calcolati gli assestamenti relativi al volume di terreno significativo, che si assume coincidere con quello interessato da una variazione di tensione verticale efficace del 10 % rispetto alla tensione litostatica e trascurando il contributo, certamente modesto, dovuto alla deformabilità della formazione. Le analisi dei cedimenti sono state condotte per le altezze massime del rilevato relative a ciascuna sezione.

Nei calcoli è stata considerata l'ipotesi di falda al piano campagna e un carico indotto dalla presenza del rilevato secondo l'espressione  $q=h\gamma$ , dove h corrisponde all'altezza massima del rilevato e  $\gamma$  è il peso per unità di volume del materiale che costituisce il rilevato.

Inoltre viene considerato il sovraccarico stradale sulla piattaforma pari a 20 kPa.

Sono state individuate due sezioni di riferimento, sez. 39 e sez. 123, corrispondenti alle due possibili stratigrafie, con le massime altezze di rilevato. Per ciascuna sezione si forniscono le schematizzazioni e il risultato del calcolo:

### SEZIONE 39



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

Progressiva 0+380  
Rilevato di altezza H=7.00 m  
Rilevato larghezza alla base B=18.00 m

Stratigrafia terreno di fondazione rilevato:

0.00 – 5.00 Limi marroni.

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 5 \text{ kPa} \quad \varphi' = 27^\circ$$

$$E_u = 9000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 8000 \text{ kPa}$$

5.00 – 15.00 Alluvioni.

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa} \quad \varphi' = 35^\circ$$

$$E' = 30000 \text{ kPa}$$

15.00 Formazione.

Cedimento totale stimato: 10 cm.

### SEZIONE 123

Progressiva 1+380  
Rilevato di altezza H=8.00 m.  
Rilevato larghezza B=18.00 m.

Stratigrafia terreno di fondazione rilevato:



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

0.00 – 80.00 Limi marroni.

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 5 \text{ kPa} \quad \varphi' = 27^\circ$$

$$E_u = 9000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 8000 \text{ kPa}$$

8.00 – 10.00 Limi grigi.

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 20 \text{ kPa} \quad \varphi' = 25^\circ$$

$$E_u = 12000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 10000 \text{ kPa}$$

12.00 Formazione.

Cedimento totale stimato: 19 cm.

La seguente tabella riporta inoltre i risultati del calcolo dei cedimenti, distinguendo fra la componente immediata e quella per consolidazione.

| Sez. | H rilevato<br>(m) | Ced. immed.<br>(cm) | Ced. di consol.<br>(cm) | Ced. totale<br>(cm) |
|------|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| 39   | 6.00              | 3.0                 | 8.0                     | 11.0                |
| 123  | 7.00              | 4.0                 | 15.0                    | 19.0                |

Stimando un tempo di esecuzione del rilevato circa pari ad un anno, si può ipotizzare che buona parte del cedimento potrà esaurirsi nel corso della realizzazione dell'opera. In particolare, sarà certamente esaurito il cedimento immediato e parte del cedimento di consolidazione.



In base alla teoria di Terzaghi è possibile stimare il valore del grado di consolidazione nel tempo, assumendo come coefficiente di consolidazione in direzione verticale il valore deducibile dai risultati delle prove edometriche.

Il decorso dei cedimenti nel tempo viene indicato nella tabella seguente, elaborata assumendo per il coefficiente di consolidazione il valore medio  $C_v = 3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ , che risulta dalle prove edometriche e percorso di filtrazione pari a 10m, giustificato per la presenza delle alluvioni permeabili alla base del pacchetto dei limi (sez. 123):

| Uv | Tv    | t-tempo    |      | s (t) |
|----|-------|------------|------|-------|
|    |       | sec        | mesi | cm    |
| 0  | 0     | 0,0        | 0,0  | 0,00  |
| 10 | 0,008 | 666666,7   | 0,3  | 1,48  |
| 20 | 0,031 | 2583333,3  | 1,0  | 2,97  |
| 30 | 0,071 | 5916666,7  | 2,3  | 4,45  |
| 40 | 0,126 | 10500000,0 | 4,1  | 5,94  |
| 50 | 0,197 | 16416666,7 | 6,3  | 7,42  |
| 60 | 0,287 | 23916666,7 | 9,2  | 8,91  |
| 70 | 0,403 | 33583333,3 | 13,0 | 10,39 |
| 80 | 0,567 | 47250000,0 | 18,2 | 11,87 |
| 90 | 0,848 | 70666666,7 | 27,3 | 13,36 |

Dall'analisi della tabella si desume che, in 13 mesi, nelle sezioni più critiche, si sviluppa un cedimento con valore compreso tra 9 e 10cm, pari al 70% del cedimento di consolidazione.

I cedimenti residui attesi dopo la costruzione risultano quindi inferiori a 5cm, così come previsto dalle norme tecniche ANAS.

## 5.2 Opere di contenimento

Le opere di contenimento sono state definite e dimensionate facendo riferimento alle seguenti problematiche geotecniche generali:

- conformazione e natura del terreno nell'area di intervento
- presenza o meno di edifici preesistenti che ricadono nella zona di influenza;
- volumi di scavo o rilevato relativi alla specifica opera di contenimento.



In particolare, non essendosi rilevati particolari problemi nella realizzazione degli scavi provvisori legati alla presenza di eventuali edifici, la tipologia costruttiva adottata per le strutture di sostegno di controripa è la seguente:

- per altezze fino a 5m – muri di sostegno in cls.
- per altezze superiori a 5m – paratie di pali accostati (vedi capitolo "gallerie artificiali")

Nel dimensionamento delle opere di sottoscarpa, le analisi hanno mostrato come grande importanza rivesta la morfologia del pendio a valle:

- se il piano campagna al piede del rilevato è orizzontale, si può procedere in analogia a quanto avviene per i muri di controripa;
- se il piano campagna è inclinato (condizione più frequente) occorre dimensionare l'opera per intercettare le superfici di scorrimento che interessano il piede del rilevato fino a circa 3-6 metri di profondità, in funzione della sua altezza e dell'acclività del pendio a valle. In tal caso si prevede di realizzare una paratia di pali al piede del rilevato.

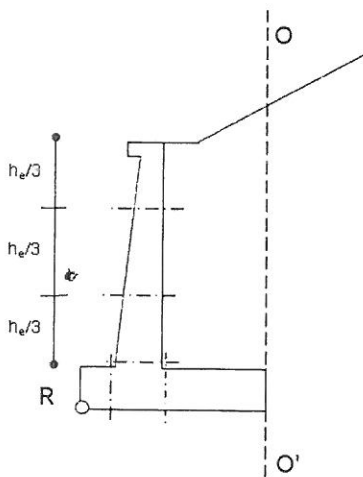
## 5.2.1 Muri in C.A. – situazioni di progetto

### 5.2.1.1 Stabilità locale

L'opera è dimensionata secondo i criteri previsti dal D.M. 11/03/1988, in modo da avere adeguati coefficienti di sicurezza rispetto ai seguenti possibili meccanismi di instabilità:

- scorrimento sul piano di fondazione
- ribaltamento
- capacità portante alla base

con valori del fattore di stabilità FS pari a 1.3, 1.5 e 2.0, rispettivamente.



## 5.2.2 Verifiche geotecniche

### 5.2.2.1 Scorrimento sul piano di fondazione

Le verifiche allo scorrimento sul piano di fondazione sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988.

Assumendo rispetto al piano di fondazione:

$N$  = Risultante delle azioni ortogonali

$H$  = Risultante delle azioni parallele

$\mu$  = Coefficiente di attrito/aderenza fondazione terreno

$\mu = \text{tg}(\varphi)$  per condizioni drenate (si trascura l'eventuale termine di coesione)

$S_{p_{dente}}$  = contributo di resistenza passiva per la presenza di un dente alla base

deve risultare per ogni combinazione di carico:

$$FS = \mu \times \frac{N}{H} + S_{p_{dente}} \geq 1.3$$

(cfr. §. D.4.2 del D.M. 11/03/1988)



### 5.2.2.2 Ribaltamento al piede

Le verifiche al ribaltamento rispetto al piede del muro sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988.

Assumendo che valga:

$M_{RIB}$  = Risultante momenti ribaltanti

$M_{STA}$  = Risultante momenti stabilizzanti

deve risultare per ogni combinazione di carico:

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq 1.5$$

(cfr. §. D.4.3 del D.M. 11/03/1988)

### 5.2.2.3 Carico limite fondazione/terreno

Le verifiche al carico limite fondazione/terreno sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988

Assumendo che valga:

$q_{LIM}$  = Capacità portante limite del terreno determinata per l'area efficace con il metodo di Meyerhof

$$q_{LIM} = cN_c d_c i_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma + q N_q d_q i_q$$

dove

c coesione del terreno in fondazione;

$\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;

$\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;

B larghezza della fondazione;

D profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.



I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \varphi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\varphi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 D/B \sqrt{K_p}$$

e da cui risulta,  $d_q = d_\gamma = 1$  per  $\varphi = 0$  e  $d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 D/B \sqrt{K_p}$  per  $\varphi > 0$

fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\varphi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_\gamma = (1 - \theta/\varphi)^2$$

Perché la fondazione del muro sia verificata deve risultare, per ogni combinazione di carico:

$$FS = \frac{N}{\frac{B_{\text{efficace}}}{q_{LM}}} \geq 2$$





### 5.2.3 Verifica muro di sostegno H=5m

L'interazione terreno-muro è modellata assumendo un angolo d'attrito  $\delta$  pari a  $2/3 \varphi$ , dal terreno a monte risulta pertanto anche una sollecitazione di compressione sul muro, che va ad aggiungersi a quella data dal peso proprio del muro stesso.

#### Ipotesi di calcolo

Quale sezione tipo è stato scelto il profilo della sezione 94. Essa coincide con il punto di massima altezza del muro e rappresenta pertanto la condizione di massima sollecitazione attesa per questo tipo di opera. Le spinte sul muro vengono calcolate sulla base dei parametri geotecnici non ridotti da coefficienti di sicurezza.

#### Parametri di input delle analisi

Il terreno è assunto omogeneo. È esclusa la presenza di falda nella parte a sbalzo in quanto il muro è drenato alla base e il riempimento a monte ha buone caratteristiche di drenaggio. La pendenza del terreno a monte è posta pari a  $\beta=12^\circ$ .

Alle unità litotecniche che interessano l'opera sono stati attribuiti i parametri geotecnici precedentemente indicati

| TERRENO      | NOTA       | $\gamma_d$ | $\gamma$ | $\varphi'$ | $c'$  |
|--------------|------------|------------|----------|------------|-------|
| -            | -          | $kN/m^3$   | $kN/m^3$ | °          | $kPa$ |
| LIMI GRIGI   | FONDAZIONE | 19.5       | 20       | 25         | 20    |
| LIMI MARRONI | SPINTA     | 19.5       | 20       | 27         | 5     |

dove:

$\gamma_d$ = peso per unità di volume del terreno secco

$\gamma$ = peso per unità di volume del terreno

$c'$ = coesione efficace



Per la verifica in condizioni sismiche si considerano gli effetti sismici secondo la normativa D.M. 16/01/1996 nel seguente modo:

1. si ipotizza che la spinta sismica sia applicata ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso. I coefficienti di spinta saranno determinati con la formulazione proposta da Mononobe-Okabe.

| TERRENO      | $K_a$ | $K_{ae}$ | $K_p$ | $K_{pe}$ |
|--------------|-------|----------|-------|----------|
| LIMI MARRONI | 0.401 | 0.477    | 0.376 | 0.364    |

2. verrà inoltre associata ai pesi del muro e del terreno sovrastante la zattera di base una forza d'inerzia orizzontale:

$$F_i = C \cdot W$$

essendo

$C = (S-2)/100$  il coefficiente d'intensità sismica;

$S = \text{grado di sismicità} = 9$

$W = \text{peso complessivo della struttura.}$



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

**SPINTA IN CONDIZIONI STATICHE**

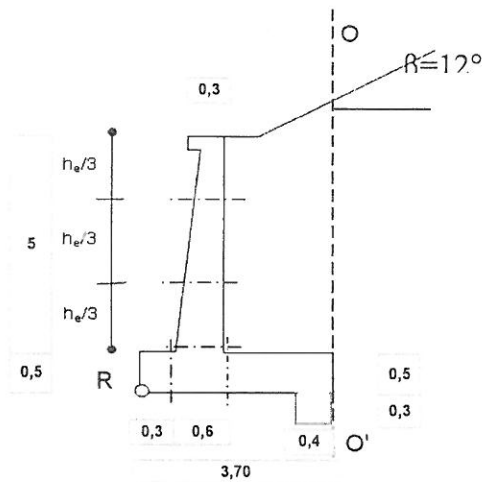
**TERRENI**

|                |            |                      |
|----------------|------------|----------------------|
| <b>RIEMPIM</b> | $\varphi'$ | 35 °                 |
|                | $c'$       | 0 kN/m <sup>2</sup>  |
|                | $\gamma$   | 18 kN/m <sup>3</sup> |

|               |                |                      |
|---------------|----------------|----------------------|
| <b>SPINTA</b> | $\varphi'$     | 27 °                 |
|               | $c'$           | 0 kPa                |
|               | $\gamma$       | 20 kN/m <sup>3</sup> |
|               | q sovraccarico | 0 kPa                |

|               |            |                      |
|---------------|------------|----------------------|
| <b>FONDAZ</b> | $\varphi'$ | 25 °                 |
|               | $c'$       | 20 kN/m <sup>2</sup> |
|               | $\gamma$   | 20 kN/m <sup>3</sup> |

|                               |                               |          |                 |
|-------------------------------|-------------------------------|----------|-----------------|
| <b>COEFFICIENTE DI SPINTA</b> | <b>Coefficiente di spinta</b> |          |                 |
|                               | $\varphi'$                    | 27       | 0,471239        |
|                               | $\psi$                        | 90       | 1,570796        |
|                               | $\delta$                      | 18       | 0,314159        |
|                               | $\beta$                       | 12       | 0,20944         |
|                               | $\vartheta$                   | 4,004173 | 0,069886        |
|                               | <b>Ka</b>                     | 0,401    | <b>Kp</b> 3,76  |
|                               | <b>Kae</b>                    | 0,477    | <b>Kpe</b> 3,64 |
|                               | <b>C</b>                      | 0,07     |                 |



**H** 5 m

Verifica al ribaltamento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

| z(m) | $\sigma_v$ (kPa) | u (kPa) | $\sigma'_v$ (kPa) | Ka/Kp | $\sigma'_{ha}$ (kPa) | $\sigma_{ha}$ (kPa) |
|------|------------------|---------|-------------------|-------|----------------------|---------------------|
| 0,00 | 0                | 0       | 0                 | 0,401 | 0,00                 | 0,00                |
| 0,00 | 0,00             | 0       | 0,00              | 0,401 | 0,00                 | 0,00                |
| 5,60 | 111,9032         | 0       | 111,9032          | 0,401 | 42,63                | 42,63               |
| 6,10 | 121,9032         | 5       | 116,9032          | 0,401 | 44,54                | 49,54               |
| 6,10 | 121,9032         | 5       | 116,9032          | 3,759 | 417,96               | 422,96              |
| 6,40 | 127,9032         | 8       | 119,9032          | 3,759 | 426,68               | 436,68              |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|                         |        |       |  |     |
|-------------------------|--------|-------|--|-----|
| Momento stabilizzante   | 709,41 | kNm/m |  |     |
| Momento instabilizzante | 287,69 | kNm/m |  |     |
| FS                      | 2,47   | >     |  | 1,5 |

Verifica allo scorrimento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

|                       |        |      |  |     |
|-----------------------|--------|------|--|-----|
| Forza stabilizzante   | 295,65 | kN/m |  |     |
| Forza instabilizzante | 142,31 | kN/m |  |     |
| FS                    | 2,08   | >    |  | 1,3 |

Verifica al carico limite

|            |          |          |          |  |
|------------|----------|----------|----------|--|
| $\varphi'$ | 25       | 0,436332 |          |  |
| $\lambda$  | 21,70624 | 0,378845 |          |  |
| e          | 0,670368 |          | 0,616667 |  |
| B          | 2,36     | 2,36 m   |          |  |
| L          | 100,00   | 100,00 m |          |  |
| D          | 0,50     | 0,50 m   |          |  |

|    |          |
|----|----------|
| Nq | 10,66214 |
| Nc | 20,72053 |
| Ng | 6,765505 |

|         |   |
|---------|---|
| sc      | 1 |
| sq , sg | 1 |

|         |          |
|---------|----------|
| dc      | 1,042424 |
| dq , dg | 1,021212 |

|         |      |
|---------|------|
| ic , iq | 0,58 |
| ig      | 0,02 |

|      |          |
|------|----------|
| qlim | 281,5063 |
| Qlim | 1041,573 |

|      |          |
|------|----------|
| Qamm | 520,7867 |
| W    | 357,5    |

|    |      |
|----|------|
| FS | 2,91 |
|----|------|



### SPINTA IN CONDIZIONI SISMICHE

Verifica al ribaltamento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

| z(m) | $\sigma_v$ (kPa) | u (kPa) | $\sigma'_v$ (kPa) | Ka/Kp | $\sigma'_{hae}$ (kPa) | $\sigma_{hae}$ (kPa) | $\Delta\sigma_{hae}$ (kPa) |
|------|------------------|---------|-------------------|-------|-----------------------|----------------------|----------------------------|
| 0,00 | 0                | 0       | 0                 | 0,478 | 0,00                  | 0,00                 |                            |
| 0,00 | 0,00             | 0       | 0,00              | 0,478 | 0,00                  | 0,00                 | 0,00                       |
| 5,60 | 111,9032         | 0       | 111,9032          | 0,478 | 50,91                 | 50,91                | 8,01                       |
| 6,10 | 121,9032         | 5       | 116,9032          | 0,478 | 53,18                 | 58,18                | 8,37                       |
| 6,10 | 121,9032         | 5       | 116,9032          | 3,644 | 405,10                | 410,10               |                            |
| 6,40 | 127,9032         | 8       | 119,9032          | 3,644 | 415,49                | 423,49               |                            |

Momento stabilizzante                      704,46    kNm/m

Momento instabilizzante                    464,24    kNm/m

FS    1,52       >       1,5

Verifica allo scorrimento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

Forza stabilizzante                            291,74    kN/m

Forza instabilizzante                        193,85    kN/m

FS    1,51       >       1,3



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

Verifica al carico limite

|                |          |          |          |
|----------------|----------|----------|----------|
| $\varphi'$     | 25       | 0,436332 |          |
| $\lambda$      | 28,46789 | 0,496858 |          |
| <b>e</b>       | 1,178042 |          | 0,616667 |
| <b>B</b>       | 1,34     | 1,34 m   |          |
| <b>L</b>       | 100,00   | 100,00 m |          |
| <b>D</b>       | 0,50     | 0,50 m   |          |
| <b>Nq</b>      | 10,66214 |          |          |
| <b>Nc</b>      | 20,72053 |          |          |
| <b>Ng</b>      | 6,765505 |          |          |
| <b>sc</b>      | 1        |          |          |
| <b>sq , sg</b> | 1        |          |          |
| <b>dc</b>      | 1,042424 |          |          |
| <b>dq , dg</b> | 1,021212 |          |          |
| <b>ic , iq</b> | 0,47     |          |          |
| <b>ig</b>      | 0,02     |          |          |
| <b>qlim</b>    | 241,4384 |          |          |
| <b>Qlim</b>    | 893,3219 |          |          |
| <b>Qamm</b>    | 446,661  |          |          |
| <b>W</b>       | 357,5    |          |          |
| <b>FS</b>      | 2,50     |          |          |



## 6. GALLERIE ARTIFICIALI

### 6.1 Metodologia di lavoro

La progettazione ha compreso un'analisi dei dati e requisiti di base e della documentazione relativa a studi eseguiti in precedenza nella tratta in oggetto. In particolare per gli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici si è fatto riferimento alla relazione tecnica illustrativa del progetto preliminare e alle relative indagini geognostiche che hanno consentito di:

- definire il quadro geologico, idrogeologico e geomeccanico con il grado di approfondimento necessario alla progettazione definitiva delle opere;
- analizzare le problematiche progettuali in relazione agli aspetti strettamente geotecnici.

### 6.2 Caratteristiche generali

Le opere in esame sono costituite da paratie a pali praticamente accostati, diametro  $D = 80$  cm e interasse  $i = 100$  cm con lunghezza variabile, contrastate in testa ed al fondo dello scavo mediante solettone in calcestruzzo armato; dal punto di vista idraulico la tenuta del solettone di copertura dovrà essere garantita mediante idonea impermeabilizzazione, mentre, fra i pali della paratia, saranno realizzati dreni verticali per l'allontanamento delle acque di falda intercettate.

Nella realizzazione delle opere si deve tenere presente il vincolo sul massimo spessore di ricoprimento che non dovrà mai superare il valore di 4.0 m dalla quota di estradosso del solettone.

Le gallerie sono provviste di marciapiedi transitabili da 1.50 m su ciascun lato.

Il franco minimo piano-viario/intradosso-copertura che viene adottato è di m. 5.00.

Il dettaglio della geometria e delle caratteristiche interne dei manufatti è riportato nel relativo elaborato tipologico.

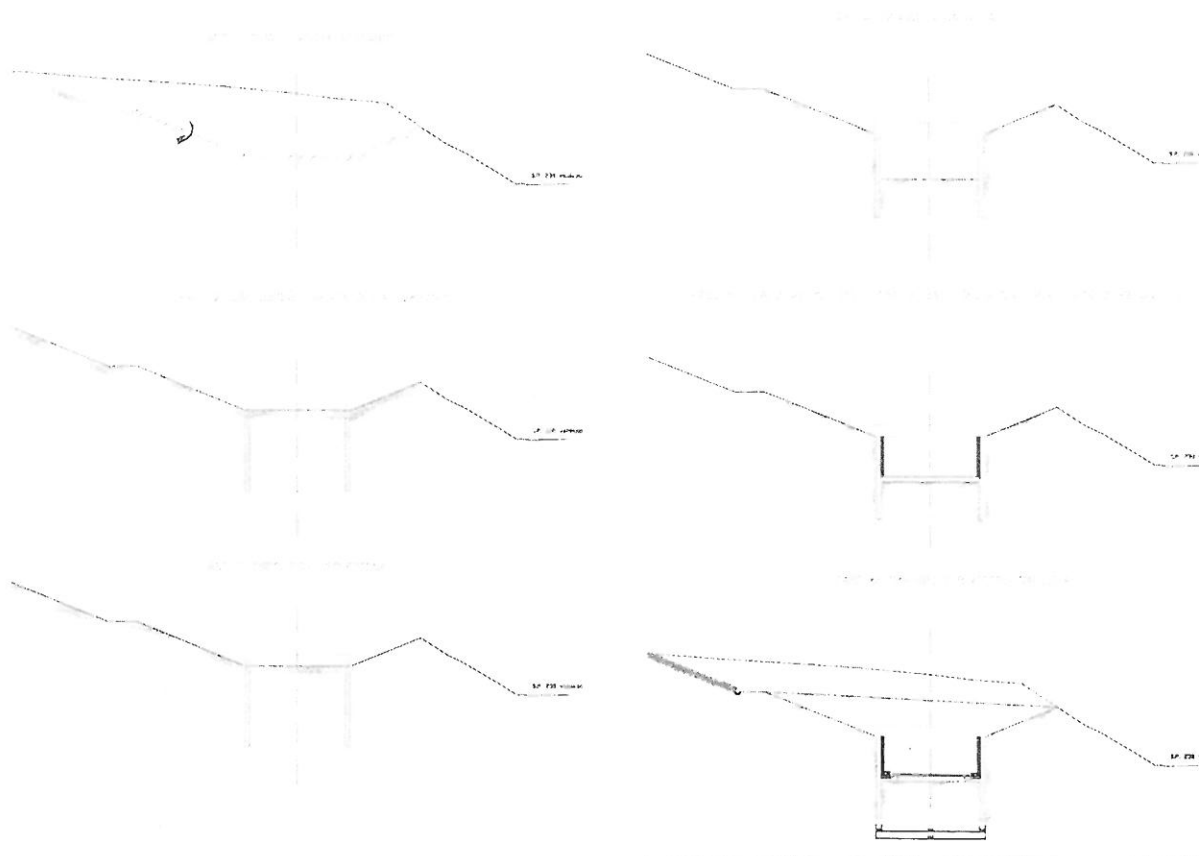
### 6.3 Fasi di lavorazione per la realizzazione delle opere

La realizzazione delle opere in esame è prevista secondo le seguenti fasi:



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

- Pre-escavo fino a quota intradosso solettone di copertura per la preparazione del piano di lavoro;
- Realizzazione delle paratie di pali;
- Getto travi di appoggio solettone di copertura e predisposizione degli appositi giunti;
- Posizionamento delle travi prefabbricate;
- Scavo del terreno al di sotto del solettone di copertura;
- Realizzazione del solettone di fondazione in continuità strutturale con i pali (armatura al taglio);
- Impermeabilizzazione con guaine;
- Messa in opera dei dreni verticali;
- Realizzazione delle pareti di rivestimento della paratia (controfodere).
- Rinterro.







## **6.4 Descrizione delle tratte in galleria**

### **6.4.1 Galleria Faveto**

L'opera in oggetto è ubicata dal km 0+690.00 al km 0+810.00 in località Faveto, per uno sviluppo complessivo di 120 metri circa.

Il progetto prevede una galleria a due corsie (sezioni tipo C1 dal D.M. 5.11.2001).

A partire dall'imbocco lato Ovest la galleria si sviluppa dopo un tratto di paratie a sbalzo di 30m di lunghezza, con un manufatto artificiale; per l'intero tratto di galleria è previsto il ritombamento della parte del manufatto che emerge dall'attuale piano di campagna.

### **6.4.2 Galleria Montefalcone**

L'opera in oggetto è ubicata dal km 1+560.00 al km 1+640.00 in località Faveto, per uno sviluppo complessivo di 80 metri circa.

Il progetto prevede una gallerie a due corsie (sezioni tipo C1 dal D.M. 5.11.2001).

La galleria si sviluppa a seguito di un tratto di paratie a sbalzo di circa 40m a partire dall'imbocco lato Ovest; per l'intero tratto di galleria è previsto il ritombamento della parte di manufatto che emerge dall'attuale piano di campagna.

Le caratteristiche e le modalità dell'intervento di sistemazione e riqualificazione superficiale sono descritte negli specifici elaborati di mitigazione e studio d'impatto ambientale.

## **6.5 Verifiche opere di sostegno**

Si illustra la metodologia seguita per il per il progetto e la verifica delle sezioni tipo della paratia di pali in c.a. che costituiscono le gallerie artificiali. In accordo al D.M 96, le verifiche vengono effettuate nei confronti degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi.

La valutazione del campo di spostamenti e sollecitazioni dell'opera di sostegno in condizione di esercizio sotto l'azione di carico statica viene condotta in base ai



parametri geotecnici caratteristici dei materiali, che consentono di valutare i coefficienti di spinta attiva ( $K_a$ ) e passiva ( $K_p$ ), tenendo conto della geometria del pendio di monte. In caso di presenza di falda che interessa il versante, sarà considerato il regime di pressioni congruente con gli interventi di drenaggio previsti per contenere la spinta idraulica entro valori accettabili. L'analisi dello stato di sollecitazione e del campo di spostamenti delle strutture che costituiscono l'opera di sostegno viene svolta con l'ausilio di un codice di calcolo ad elementi finiti.

In condizioni sismiche si ipotizza che l'incremento di spinta a monte, agisca su tutta la paratia, con lo stesso punto di applicazione della statica. I coefficienti di spinta sono determinati con la formulazione proposta da Mononobe-Okabe adottando un coefficiente sismico orizzontale, valutato ai sensi della Legge 64/74 e del DM 96, assumendo grado di sismicità  $S=9$  e quindi coefficiente sismico  $C = (S-2/100) = 0,07$ .

### 6.5.1 Opere in progetto

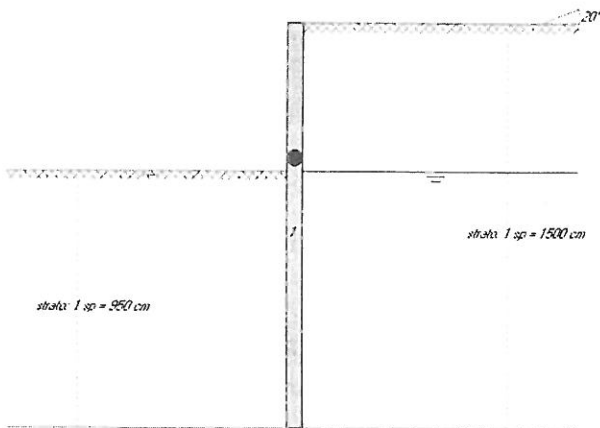
Le sezioni tipo sono:

#### 6.5.1.1 Paratia a sbalzo agli imbocchi

$L_{\text{palo}} \leq 15\text{m}$

condizione transitoria

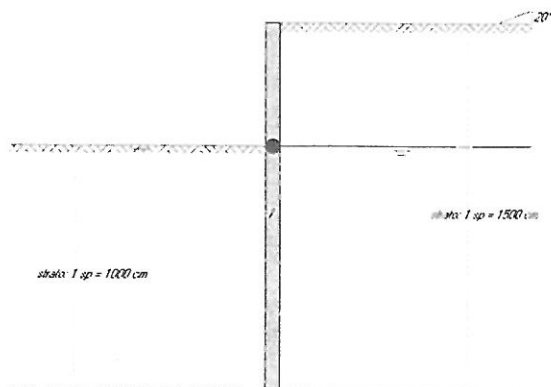
fino ad una altezza di scavo di 5,5m (quota piano di base del pacchetto stradale  
avente spessore 50cm);



Strato 1 - LIMI MARRONI

configurazione finale

fino ad una altezza di scavo di 5,0m (quota piano strada finito) + SISMA.



Strato 1 - LIMI MARRONI



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

### 6.5.1.2 Galleria artificiale

Paratia contrastata in testa  $L_{palo} = 13.5m$

configurazione transitoria

pre-escavo a monte e scavo al di sotto del solettone;



configurazione finale

ricopertura max 4m, pendio a monte 15° e scavo al di sotto del solettone + SISMA.





Per il calcolo delle sollecitazioni sulla paratia in condizioni statiche sono stati impiegati i seguenti parametri geotecnici per i terreni coinvolti:

| TERRENO      | $\gamma_d$        | $\gamma$          | $c'$ | $\varphi'$ |
|--------------|-------------------|-------------------|------|------------|
| -            | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kPa  | °          |
| LIMI MARRONI | 19.5              | 20                | 5    | 27         |
| LIMI GRIGI   | 19.5              | 20                | 20   | 25         |
| CONOIDE      | 19.0              | 19.5              | 0    | 40         |

dove:

$\gamma_d$  = peso per unità di volume del terreno secco

$\gamma$  = peso per unità di volume del terreno

$c'$  = coesione efficace

$\varphi'$  = angolo di attrito

Nella tabella seguente si riportano le progressive di pertinenza di ciascuna sezione per le due gallerie artificiali

| GALLERIA | Sezione tipo | Descrizione                 | progressiva inizio | progressiva fine |
|----------|--------------|-----------------------------|--------------------|------------------|
|          |              |                             | km                 | km               |
| FAVETO   | 1            | <u>Paratia</u> a            | 0+690              | 0+700            |
|          |              | <u>sbalzo</u>               | 0+812              | 0+817            |
|          | 2            | <u>galleria artificiale</u> | 0+700              | 0+812            |



|              |   |                    |       |       |
|--------------|---|--------------------|-------|-------|
| MONTEFALCONE | 1 | <u>Paratia</u> a   | 1+505 | 1+510 |
|              |   | <u>sbalzo</u>      | 1+645 | 1+650 |
|              | 2 | <u>galleria</u>    | 1+510 | 1+645 |
|              |   | <u>artificiale</u> |       |       |

In entrambe i casi, l'opera di sostegno è costituita da pali  $\phi 800$  disposti ad interasse 1m.

| d palo | A palo         | i | E     | J palo         | EJ palo          |
|--------|----------------|---|-------|----------------|------------------|
| m      | m <sup>2</sup> | m | MPa   | m <sup>4</sup> | kNm <sup>2</sup> |
| 0,8    | 0,5            | 1 | 30000 | 0,020106       | 603185           |

Per l'analisi del comportamento delle paratie sottoposte alla spinta delle terre, dell'acqua e dei sovraccarichi, è stato utilizzato il codice di calcolo BULKCAD 5.5. I risultati sono riassunti nella tabella seguente, dove sono elencati i massimi valori delle sollecitazioni previste, incluso lo sforzo assiale a cui andrà soggetto il puntone in testa paratia. I tabulati di calcolo sono riportati in forma completa nell'appendice, dove si riporta l'andamento delle sollecitazioni lungo il fusto del palo in funzione della profondità.

|             |         | $S_{max}$ | $z(S_{max})^*$ | $M_{max}$     | $z(M_{max})^*$ | N               |
|-------------|---------|-----------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
|             |         | [cm]      | [m]            | palo<br>[kNm] | [m]            | puntone<br>[kN] |
| SBALZO      | Statica | 9.4       | 0              | 457           | 9.06           | -               |
|             | Sismica | 8         | 0              | 473           | 8.4            | -               |
| G.A. FAVETO | Statica | 1.05      | 6.56           | 334           | 4.8            | 107             |
|             | Sismica | 1.83      | 6.48           | 584           | 4.23           | 263             |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|  |         |      |     |     |     |     |
|--|---------|------|-----|-----|-----|-----|
| G.A.   | Statica | 0.76 | 7.8 | 245 | 4.8 | 66  |
| MONTEFALCONE**   | Sismica | 1.37 | 6.8 | 473 | 3.6 | 280 |
| <p>* riferita alla quota di testa paratia</p> <p>** data l'entità del pre escavo il K0 è riferito ad un OCR = 3 per le ghiaie e OCR = 2 per i limi grigi</p> |         |      |     |     |     |     |

Nel seguito si riporta una sintesi grafica dei risultati in termini di spostamento (s) espresso in cm e di momento flettente (M) espresso in kN/m. Per maggior dettaglio si rimanda al documento "Tabulati delle sollecitazioni sulla paratia" allegati alla presente relazione.



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

In accordo al D.M. 09/01/1996 e successive circolari ministeriali (C.M.LL.PP. No. 252/1996), le caratteristiche di sollecitazione di calcolo (momento flettente di progetto)  $MS_d$  sono definite amplificando i valori nominali per il coefficiente moltiplicativo 1,5.

In tabella si riportano i momenti sollecitanti  $MS_d$  e quelli resistenti  $MR$  calcolati allo SLU sulla base delle armature di progetto.

|                   |         | $MS_d$ | armatura     | MR    |
|-------------------|---------|--------|--------------|-------|
|                   |         | [kNm]  | [-]          | [kNm] |
| SBALZO            | Statica | 685    | 16 $\phi$ 24 | 771   |
|                   | Sismica | 710    |              |       |
| G.A. FAVETO       | Statica | 501    | 20 $\phi$ 24 | 937   |
|                   | Sismica | 876    |              |       |
| G.A. MONTEFALCONE | Statica | 367    | 20 $\phi$ 24 | 937   |
|                   | Sismica | 710    |              |       |





## 7. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Nei confronti di un cinematismo di instabilità di tipo globale, le sezioni individuate come maggiormente critiche per quanto riguarda gli scavi ed i rilevati lungo lo sviluppo del tracciato di progetto e che si reputa necessario verificare nei confronti della stabilità sono le seguenti:

| Sez. | Progressiva |
|------|-------------|
| 39   | 0+380       |
| 52   | 0+510       |
| 94   | 0+984       |
| 120  | 1+350       |
| 123  | 1+380       |
| 136  | 1+510       |
| 156  | 1+710       |
| 162  | 1+770       |

Lo schema geometrico per le analisi viene individuato ricercando la sezione di massima pendenza in base alla planimetria di progetto.

I metodi di analisi oggi disponibili per la valutazione delle condizioni di stabilità di un pendio sono sostanzialmente classificabili in due categorie:

- metodo dell'equilibrio limite, secondo cui si devono valutare le condizioni di equilibrio di una porzione di materiale sotto le azioni esterne ed il peso proprio, quando lungo una particolare superficie (detta di rottura) si mobilita tutta la resistenza disponibile;
- analisi del continuo deformabile, con l'impiego di leggi costitutive adatte a descrivere il comportamento di un mezzo poroso, bifase; con questo metodo la condizione di stabilità (o di instabilità) del pendio viene valutata



attraverso l'intensità delle deformazioni ed eventualmente dal raggiungimento di una condizione vera e propria di collasso.

Nelle applicazioni più comuni, il metodo più diffuso ed affidabile è quello dell'equilibrio limite (metodo delle strisce), in genere utilizzato con schemi piani secondo diverse formulazioni (Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern & Price) basate su ipotesi semplificative del problema.

L'impiego dei metodi al continuo è riservato a situazioni per le quali vi è una approfondita conoscenza delle condizioni al contorno del problema e del comportamento meccanico dei materiali. Al crescere della complessità del modello, infatti, cresce anche la complessità dei parametri di input, ed allo stato delle conoscenze, non si ritiene opportuno applicare tale metodo per l'analisi del comportamento dei versanti nel problema in esame.

Tenendo conto di queste ipotesi di lavoro, sono state condotte una serie di analisi di stabilità, avvalendosi dell'impiego del codice di calcolo SLOPE\_W, sviluppato prima in ambito universitario e poi, a partire dagli anni '80, dalla GEO-SLOPE International di Calgary (Licenza Network GEO-SLOPE OFFICE Serial n°94190N, Università Politecnica delle Marche).

Il software consente di risolvere problemi di equilibrio limite di pendii in condizioni piane, tenendo conto degli effetti della filtrazione e della presenza di azioni sismiche in maniera pseudo-statica.

In allegato alla presente relazione sono presentati i tabulati di calcolo della verifica eseguita per ciascuna sezione. Nel seguito si forniscono alcuni dettagli sulla metodologia adottata per le analisi.

## 7.1 Il metodo delle strisce

Per la valutazione delle condizioni di stabilità si è adottato il metodo delle strisce nella formulazione di Spencer che tiene conto delle azioni normali e tangenziali che si sviluppano lungo la superficie laterale delle singole strisce imponendo sia l'equilibrio delle forze sia quello dei momenti.



La forma della funzione utilizzata nelle analisi per mettere in relazione le forze interconco, tangenziali e normali, è semi-sinusoidale.

## 7.2 Azioni in condizioni sismiche

La determinazione delle condizioni di stabilità nei confronti dell'azione sismica è di tipo pseudo-statico; le risultanti orizzontali (FH) e verticali (FV) delle forze d'inerzia vengono dunque applicate al baricentro della massa potenzialmente instabile (W).

Le forze di inerzia da considerare nel calcolo sono le seguenti:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot W = 0,07 \cdot W$$

essendo

R = coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata = 1

C = (S-2)/100 il coefficiente d'intensità sismica;

S = grado di sismicità = 9

I = coefficiente di protezione sismica = 1

W = peso complessivo del concio.

$$F_v = C \cdot m \cdot W = 0,14 \cdot W$$

essendo

C = (S-2)/100 il coefficiente d'intensità sismica;

m = coefficiente sismico = 2

S = grado di sismicità = 9

W = peso complessivo del concio.



### 7.3 Stabilità globale dei rilevati

Si verifica la stabilità globale della scarpata del rilevato senza opera di protezione al piede, ovvero la parte di scarpata sovrastante l'opera di contenimento.

Si sono considerate le seguenti condizioni di carico:

- Altezza del rilevato 8m (**sezione 156**);
- Sovraccarico sulla piattaforma stradale:
  - a) caso statico pari a 20 kPa
  - b) caso sismico pari a 10 kPa

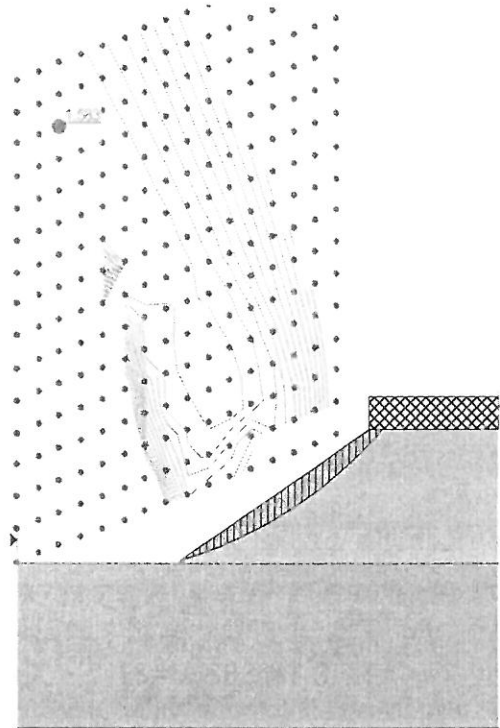
Per il terreno che costituisce il corpo del rilevato ed il terreno sottostante (LIMI MARRONI) si sono considerati i parametri geotecnici già definiti in precedenza.

Circa la geometria della sezione si considera il rilevato di forma trapezoidale.

Nelle pagine seguenti sono presentate le verifiche di stabilità della scarpata del rilevato, svolte con il sistema dell'equilibrio limite.

Il coefficiente di sicurezza ottenuto, da confrontare con il valore minimo di 1,3, è il seguente:

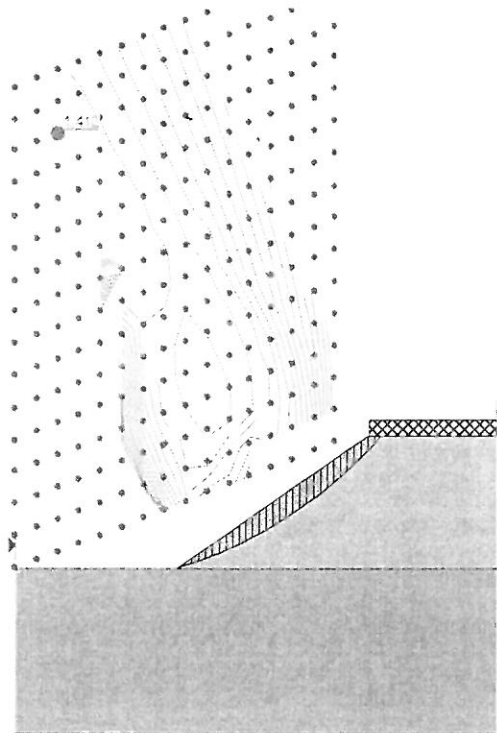
a) caso statico  $FS = 1.583 > 1.3$



b) caso sismico  $FS = 1.412 > 1.3$



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio



SOVRACCARICO 20kPa  
Description: RILEVATO  
Soil Model: Shear/Normal Fn.  
Unit Weight: 18

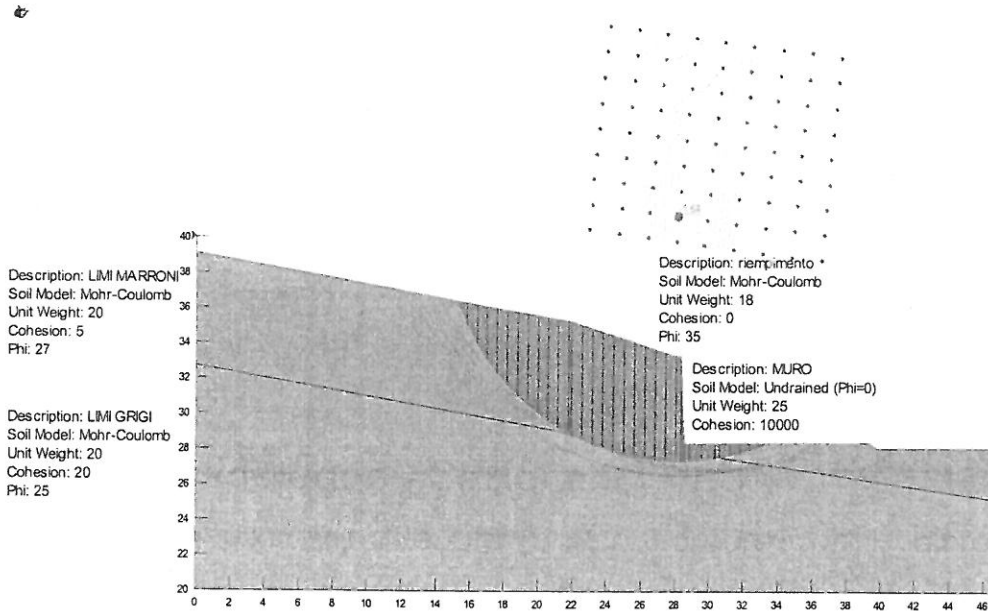
Description: LIMI MARRONI  
Soil Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20  
Cohesion: 5  
Phi: 27



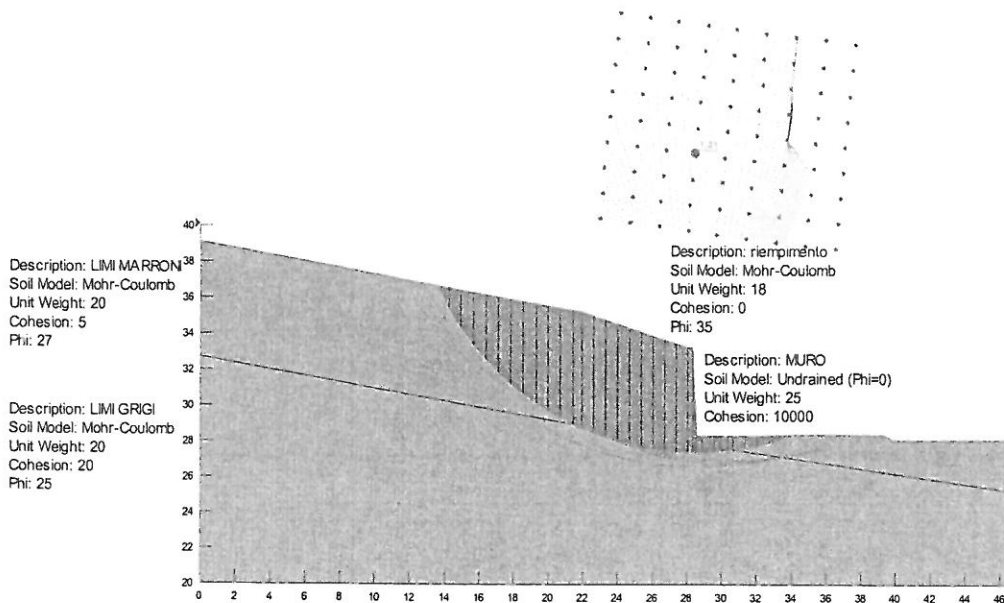
### 7.4 Muro di sostegno - Sezione 94

Il coefficiente di sicurezza ottenuto (da confrontare con il valore minimo di 1,3 imposto dalla Normativa) è il seguente:

a) caso statico  $f = 1.64 > 1.3$



b) caso sismico  $f = 1.41 > 1.3$





## **7.5 Contenimento a valle del rilevato – Sezione 123**

Nei tratti in cui il rilevato si sviluppa a ridosso di un pendio, nei lini marroni, le condizioni di stabilità nella combinazione sismica non sono garantite con i margini di sicurezza richiesti da normativa, a causa delle caratteristiche meccaniche scadenti proprie dei terreni coinvolti. In questi casi appare necessario proteggere il piede del rilevato mediante una paratia a sbalzo in grado di sostenere il terreno a monte ed intercettare le superfici di scorrimento più critiche.

Si sono considerate le seguenti condizioni di carico:

- a) caso statico con sovraccarico sulla piattaforma stradale pari a 20 kPa
- b) caso sismico con sovraccarico pari a 10 kPa

Nella pagina seguente è presentato il risultato delle analisi di stabilità globale dell'opera per la sezione di progetto 123 posta alla progressiva km 1+380.

I tabulati completi delle suddette verifiche sono invece presentati per esteso nell'appendice allegata alla presente relazione. Il coefficiente di sicurezza ottenuto è il seguente:

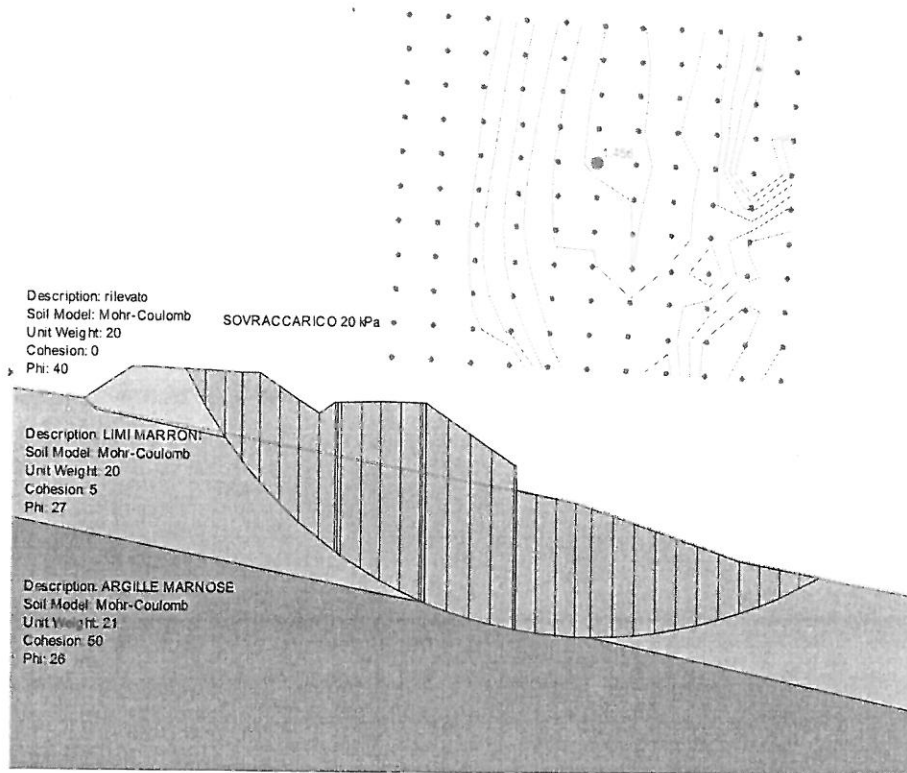




Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

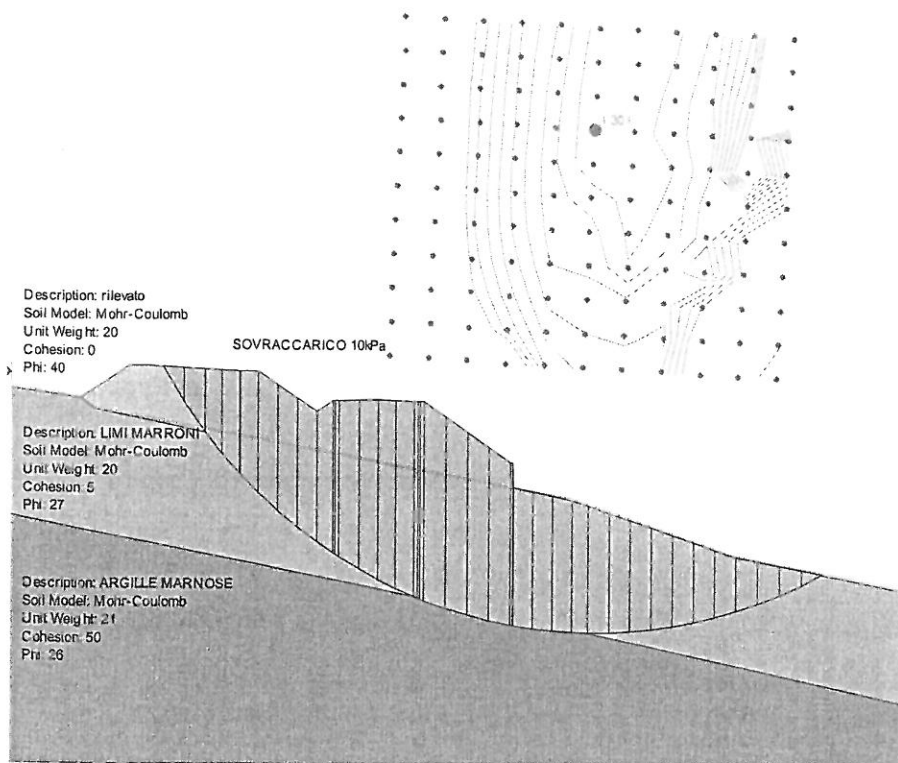
a) caso statico

$f = 1.456 > 1.3$



b) caso sismico

$f = 1.301 > 1.3$





Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

## 8. ALLEGATI

### 8.1 GALLERIE ARTIFICIALI

#### 8.1.1 Sbalzo statica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1500 cm

##### GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

##### DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

##### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1500.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

##### STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 1500.0 | 0.0      | 0.001950 | 0.002000 | 20.0 | 27.0 | 18.0 | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |

##### STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 950.0  | 550.0    | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 27.0 | 9.0  | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |

##### SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

| quota  | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.00   | 0.000000  | 0.363104   | 0.000000  | 0.000000   | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000   |
| 39.29  | 0.000000  | 1.425105   | 0.000000  | 0.000000   | 0.042134  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000   |
| 78.57  | 0.004519  | 2.487106   | 0.000000  | 0.000000   | 0.084268  | 0.000000  | 0.004519  | 0.000000  | 0.004519   |
| 117.86 | 0.039930  | 3.549107   | 0.000000  | 0.000000   | 0.126402  | 0.000000  | 0.039930  | 0.000000  | 0.039930   |
| 157.14 | 0.075341  | 4.611108   | 0.000000  | 0.000000   | 0.168536  | 0.000000  | 0.075341  | 0.000000  | 0.075341   |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |           |           |          |           |          |           |           |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 196.43  | 0.110753 | 5.673109  | 0.000000  | 0.000000  | 0.210670 | 0.000000  | 0.110753 | 0.000000  | 0.110753  |
| 235.71  | 0.146164 | 6.735110  | 0.000000  | 0.000000  | 0.252804 | 0.000000  | 0.146164 | 0.000000  | 0.146164  |
| 275.00  | 0.181575 | 7.797112  | 0.000000  | 0.000000  | 0.294938 | 0.000000  | 0.181575 | 0.000000  | 0.181575  |
| 314.29  | 0.216986 | 8.859113  | 0.000000  | 0.000000  | 0.337071 | 0.000000  | 0.216986 | 0.000000  | 0.216986  |
| 353.57  | 0.252398 | 9.921113  | 0.000000  | 0.000000  | 0.379205 | 0.000000  | 0.252398 | 0.000000  | 0.252398  |
| 392.86  | 0.287809 | 10.983110 | 0.000000  | 0.000000  | 0.421339 | 0.000000  | 0.287809 | 0.000000  | 0.287809  |
| 432.14  | 0.323220 | 12.045120 | 0.000000  | 0.000000  | 0.463473 | 0.000000  | 0.323220 | 0.000000  | 0.323220  |
| 471.43  | 0.358632 | 13.107120 | 0.000000  | 0.000000  | 0.505607 | 0.000000  | 0.358632 | 0.000000  | 0.358632  |
| 510.71  | 0.394043 | 14.169120 | 0.000000  | 0.000000  | 0.547741 | 0.000000  | 0.394043 | 0.000000  | 0.394043  |
| 550.00  | 0.429454 | 15.231120 | 0.000000  | -0.184397 | 0.589875 | 0.000000  | 0.429454 | -0.184397 | 0.245057  |
| 569.79  | 0.438603 | 15.505490 | 0.000000  | -0.252532 | 0.600760 | -0.010885 | 0.438603 | -0.252532 | 0.186071  |
| 589.58  | 0.447751 | 15.779860 | 0.000000  | -0.320667 | 0.611646 | -0.021771 | 0.447751 | -0.320667 | 0.127084  |
| 609.38  | 0.456900 | 16.054230 | 0.000000  | -0.388802 | 0.622531 | -0.032656 | 0.456900 | -0.388802 | 0.068098  |
| 629.17  | 0.466049 | 16.328600 | 0.000000  | -0.456937 | 0.633417 | -0.043542 | 0.466049 | -0.456937 | 0.009111  |
| 648.96  | 0.475197 | 16.602970 | 0.000000  | -0.525072 | 0.644302 | -0.054427 | 0.475197 | -0.525072 | -0.049875 |
| 668.75  | 0.484346 | 16.877340 | 0.000000  | -0.593207 | 0.655188 | -0.065313 | 0.484346 | -0.593207 | -0.108862 |
| 688.54  | 0.493494 | 17.151710 | 0.000000  | -0.661342 | 0.666073 | -0.076198 | 0.493494 | -0.661342 | -0.167848 |
| 708.33  | 0.502643 | 17.426090 | 0.000000  | -0.729478 | 0.676958 | -0.087083 | 0.502643 | -0.729478 | -0.226835 |
| 728.13  | 0.511792 | 17.700460 | -0.002959 | -0.797613 | 0.687844 | -0.097969 | 0.511792 | -0.797613 | -0.285821 |
| 747.92  | 0.520940 | 17.974830 | -0.009762 | -0.865748 | 0.698729 | -0.108854 | 0.520940 | -0.865748 | -0.344807 |
| 767.71  | 0.530089 | 18.249200 | -0.016564 | -0.933883 | 0.709615 | -0.119740 | 0.530089 | -0.933883 | -0.403794 |
| 787.50  | 0.539237 | 18.523570 | -0.023367 | -1.002018 | 0.720500 | -0.130625 | 0.539237 | -1.002018 | -0.462780 |
| 807.29  | 0.548386 | 18.797940 | -0.030170 | -1.070153 | 0.731385 | -0.141510 | 0.548386 | -1.070153 | -0.521767 |
| 827.08  | 0.557535 | 19.072310 | -0.036972 | -1.138288 | 0.742271 | -0.152396 | 0.557535 | -1.138288 | -0.580753 |
| 846.88  | 0.566683 | 19.346680 | -0.043775 | -1.206423 | 0.753156 | -0.163281 | 0.566683 | -1.206423 | -0.639740 |
| 866.67  | 0.575832 | 19.621050 | -0.050578 | -1.274558 | 0.764042 | -0.174167 | 0.575832 | -1.274558 | -0.698726 |
| 886.46  | 0.584980 | 19.895420 | -0.057381 | -1.342693 | 0.774927 | -0.185052 | 0.584980 | -1.342693 | -0.757713 |
| 906.25  | 0.594129 | 20.169790 | -0.064183 | -1.410828 | 0.785813 | -0.195938 | 0.594129 | -1.354419 | -0.760290 |
| 926.04  | 0.603278 | 20.444170 | -0.070986 | -1.478963 | 0.796698 | -0.206823 | 0.603278 | -1.306345 | -0.703067 |
| 945.83  | 0.612426 | 20.718540 | -0.077789 | -1.547098 | 0.807583 | -0.217708 | 0.612426 | -1.259747 | -0.647321 |
| 965.63  | 0.621575 | 20.992910 | -0.084591 | -1.615233 | 0.818469 | -0.228594 | 0.621575 | -1.214612 | -0.593037 |
| 985.42  | 0.630724 | 21.267280 | -0.091394 | -1.683368 | 0.829354 | -0.239479 | 0.630724 | -1.170920 | -0.540196 |
| 1005.21 | 0.639872 | 21.541650 | -0.098197 | -1.751503 | 0.840240 | -0.250365 | 0.639872 | -1.128640 | -0.488768 |
| 1025.00 | 0.649021 | 21.816020 | -0.104999 | -1.819638 | 0.851125 | -0.261250 | 0.649021 | -1.087737 | -0.438717 |
| 1044.79 | 0.658169 | 22.090390 | -0.111802 | -1.887773 | 0.862010 | -0.272135 | 0.658169 | -1.048170 | -0.390001 |
| 1064.58 | 0.667318 | 22.364760 | -0.118605 | -1.955908 | 0.872896 | -0.283021 | 0.667318 | -1.009889 | -0.342572 |
| 1084.38 | 0.676467 | 22.639130 | -0.125407 | -2.024043 | 0.883781 | -0.293906 | 0.676467 | -0.972844 | -0.296377 |
| 1104.17 | 0.685615 | 22.913500 | -0.132210 | -2.092178 | 0.894667 | -0.304792 | 0.685615 | -0.936976 | -0.251361 |
| 1123.96 | 0.694764 | 23.187870 | -0.139013 | -2.160314 | 0.905552 | -0.315677 | 0.694764 | -0.902225 | -0.207461 |
| 1143.75 | 0.703912 | 23.462250 | -0.145815 | -2.228449 | 0.916438 | -0.326563 | 0.703912 | -0.868527 | -0.164615 |
| 1163.54 | 0.713061 | 23.736620 | -0.152618 | -2.296584 | 0.927323 | -0.337448 | 0.713061 | -0.835816 | -0.122755 |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |          |           |          |          |          |          |          |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1183.33 | 0.722210 | 24.010990 | -.159421 | -2.364719 | 0.938208 | -.348333 | 0.722210 | -.804022 | -.081812 |
| 1203.13 | 0.731358 | 24.285360 | -.166224 | -2.432854 | 0.949094 | -.359219 | 0.731358 | -.773075 | -.041717 |
| 1222.92 | 0.740507 | 24.559730 | -.173026 | -2.500989 | 0.959979 | -.370104 | 0.740507 | -.742904 | -.002398 |
| 1242.71 | 0.749655 | 24.834100 | -.179829 | -2.569124 | 0.970865 | -.380990 | 0.749655 | -.713438 | 0.036217 |
| 1262.50 | 0.758804 | 25.108470 | -.186632 | -2.637259 | 0.981750 | -.391875 | 0.758804 | -.684604 | 0.074200 |
| 1282.29 | 0.767953 | 25.382840 | -.193434 | -2.705394 | 0.992635 | -.402760 | 0.767953 | -.656331 | 0.111621 |
| 1302.08 | 0.777101 | 25.657210 | -.200237 | -2.773529 | 1.003521 | -.413646 | 0.788618 | -.628549 | 0.160070 |
| 1321.88 | 0.786250 | 25.931580 | -.207040 | -2.841664 | 1.014406 | -.424531 | 0.837750 | -.601187 | 0.236563 |
| 1341.67 | 0.795398 | 26.205960 | -.213842 | -2.909799 | 1.025292 | -.435417 | 0.886528 | -.574181 | 0.312347 |
| 1361.46 | 0.804547 | 26.480330 | -.220645 | -2.977934 | 1.036177 | -.446302 | 0.935014 | -.547465 | 0.387550 |
| 1381.25 | 0.813696 | 26.754700 | -.227448 | -3.046069 | 1.047063 | -.457188 | 0.983271 | -.520979 | 0.462291 |
| 1401.04 | 0.822844 | 27.029070 | -.234250 | -3.114204 | 1.057948 | -.468073 | 1.031351 | -.494670 | 0.536682 |
| 1420.83 | 0.831993 | 27.303440 | -.241053 | -3.182339 | 1.068833 | -.478958 | 1.079306 | -.468486 | 0.610820 |
| 1440.63 | 0.841141 | 27.577810 | -.247856 | -3.250474 | 1.079719 | -.489844 | 1.127176 | -.442387 | 0.684789 |
| 1460.42 | 0.850290 | 27.852180 | -.254658 | -3.318609 | 1.090604 | -.500729 | 1.174996 | -.416337 | 0.758659 |
| 1480.21 | 0.859439 | 28.126550 | -.261461 | -3.386744 | 1.101490 | -.511615 | 1.222793 | -.390311 | 0.832482 |
| 1500.00 | 0.868587 | 28.400920 | -.268264 | -3.454880 | 1.112375 | -.522500 | 1.270582 | -.364293 | 0.906290 |

PALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 950.00 spinta totale a monte 451.2500 daN/cm

altezza falda a valle 950.00 spinta totale a valle 451.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| concio n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.   | Mfin.    | Tiniz. | Tfin.  | Niniz | Nfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |         |
|-----------|---------|--------|----------|----------|--------|--------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| 1         | 0.00    | 39.29  | 0        | 0        | 0      | 0      | 0     | 0     | -494     | 9.445   | 9.116     | 0.00836  | 0.00836 |
| 2         | 39.29   | 78.57  | 0        | 0        | 0      | 0      | -494  | -987  | 9.116    | 8.788   | 0.00836   | 0.00836  |         |
| 3         | 78.57   | 117.86 | 0        | -697     | -18    | -18    | -987  | -1481 | 8.788    | 8.460   | 0.00836   | 0.00836  |         |
| 4         | 117.86  | 157.14 | -697     | -7557    | -175   | -175   | -1481 | -1975 | 8.460    | 8.131   | 0.00836   | 0.00836  |         |
| 5         | 157.14  | 196.43 | -7557    | -26045   | -471   | -471   | -1975 | -2468 | 8.131    | 7.803   | 0.00836   | 0.00836  |         |
| 6         | 196.43  | 235.71 | -26045   | -61627   | -906   | -906   | -2468 | -2962 | 7.803    | 7.475   | 0.00836   | 0.00835  |         |
| 7         | 235.71  | 275.00 | -61627   | -119766  | -1480  | -1480  | -2962 | -3456 | 7.475    | 7.147   | 0.00835   | 0.00835  |         |
| 8         | 275.00  | 314.29 | -119766  | -205929  | -2193  | -2193  | -3456 | -3949 | 7.147    | 6.819   | 0.00835   | 0.00834  |         |
| 9         | 314.29  | 353.57 | -205929  | -325582  | -3046  | -3046  | -3949 | -4443 | 6.819    | 6.492   | 0.00834   | 0.00832  |         |
| 10        | 353.57  | 392.86 | -325582  | -484188  | -4037  | -4037  | -4443 | -4937 | 6.492    | 6.166   | 0.00832   | 0.00829  |         |
| 11        | 392.86  | 432.14 | -484188  | -687214  | -5168  | -5168  | -4937 | -5430 | 6.166    | 5.841   | 0.00829   | 0.00825  |         |
| 12        | 432.14  | 471.43 | -687214  | -940125  | -6438  | -6438  | -5430 | -5924 | 5.841    | 5.517   | 0.00825   | 0.00820  |         |
| 13        | 471.43  | 510.71 | -940125  | -1248386 | -7847  | -7847  | -5924 | -6418 | 5.517    | 5.196   | 0.00820   | 0.00813  |         |
| 14        | 510.71  | 550.00 | -1248386 | -1617462 | -9395  | -9395  | -6418 | -6912 | 5.196    | 4.879   | 0.00813   | 0.00804  |         |
| 15        | 550.00  | 589.79 | -1617462 | -1824049 | -10438 | -10438 | -6912 | -7160 | 4.879    | 4.720   | 0.00804   | 0.00798  |         |
| 16        | 589.79  | 609.38 | -1824049 | -2037925 | -10806 | -10806 | -7160 | -7409 | 4.720    | 4.563   | 0.00798   | 0.00792  |         |
| 17        | 609.38  | 629.00 | -2037925 | -2256779 | -11058 | -11058 | -7409 | -7658 | 4.563    | 4.407   | 0.00792   | 0.00785  |         |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |          |          |        |        |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 18 | 609.38  | 629.17  | -2256779 | -2478300 | -11193 | -11193 | -7658  | -7906  | 4.407 | 4.252 | 0.00785 | 0.00777 |
| 19 | 629.17  | 648.96  | -2478300 | -2700179 | -11211 | -11211 | -7906  | -8155  | 4.252 | 4.099 | 0.00777 | 0.00768 |
| 20 | 648.96  | 668.75  | -2700179 | -2920103 | -11112 | -11112 | -8155  | -8404  | 4.099 | 3.948 | 0.00768 | 0.00759 |
| 21 | 668.75  | 688.54  | -2920103 | -3135764 | -10897 | -10897 | -8404  | -8652  | 3.948 | 3.799 | 0.00759 | 0.00749 |
| 22 | 688.54  | 708.33  | -3135764 | -3344849 | -10564 | -10564 | -8652  | -8901  | 3.799 | 3.652 | 0.00749 | 0.00739 |
| 23 | 708.33  | 728.13  | -3344849 | -3545049 | -10115 | -10115 | -8901  | -9150  | 3.652 | 3.507 | 0.00739 | 0.00727 |
| 24 | 728.13  | 747.92  | -3545049 | -3734054 | -9550  | -9550  | -9150  | -9399  | 3.507 | 3.364 | 0.00727 | 0.00715 |
| 25 | 747.92  | 767.71  | -3734054 | -3909552 | -8867  | -8867  | -9399  | -9647  | 3.364 | 3.223 | 0.00715 | 0.00703 |
| 26 | 767.71  | 787.50  | -3909552 | -4069233 | -8068  | -8068  | -9647  | -9896  | 3.223 | 3.086 | 0.00703 | 0.00690 |
| 27 | 787.50  | 807.29  | -4069233 | -4210786 | -7152  | -7152  | -9896  | -10145 | 3.086 | 2.951 | 0.00690 | 0.00676 |
| 28 | 807.29  | 827.08  | -4210786 | -4331901 | -6120  | -6120  | -10145 | -10393 | 2.951 | 2.818 | 0.00676 | 0.00662 |
| 29 | 827.08  | 846.88  | -4331901 | -4430268 | -4970  | -4970  | -10393 | -10642 | 2.818 | 2.688 | 0.00662 | 0.00648 |
| 30 | 846.88  | 866.67  | -4430268 | -4503575 | -3704  | -3704  | -10642 | -10891 | 2.688 | 2.562 | 0.00648 | 0.00633 |
| 31 | 866.67  | 886.46  | -4503575 | -4549513 | -2321  | -2321  | -10891 | -11140 | 2.562 | 2.438 | 0.00633 | 0.00618 |
| 32 | 886.46  | 906.25  | -4549513 | -4565770 | -821   | -821   | -11140 | -11388 | 2.438 | 2.317 | 0.00618 | 0.00603 |
| 33 | 906.25  | 926.04  | -4565770 | -4552246 | 683    | 683    | -11388 | -11637 | 2.317 | 2.199 | 0.00603 | 0.00588 |
| 34 | 926.04  | 945.83  | -4552246 | -4511181 | 2075   | 2075   | -11637 | -11886 | 2.199 | 2.084 | 0.00588 | 0.00573 |
| 35 | 945.83  | 965.63  | -4511181 | -4444761 | 3356   | 3356   | -11886 | -12134 | 2.084 | 1.972 | 0.00573 | 0.00559 |
| 36 | 965.63  | 985.42  | -4444761 | -4355111 | 4530   | 4530   | -12134 | -12383 | 1.972 | 1.863 | 0.00559 | 0.00544 |
| 37 | 985.42  | 1005.21 | -4355111 | -4244301 | 5599   | 5599   | -12383 | -12632 | 1.863 | 1.757 | 0.00544 | 0.00530 |
| 38 | 1005.21 | 1025.00 | -4244301 | -4114345 | 6566   | 6566   | -12632 | -12881 | 1.757 | 1.653 | 0.00530 | 0.00517 |
| 39 | 1025.00 | 1044.79 | -4114345 | -3967204 | 7434   | 7434   | -12881 | -13129 | 1.653 | 1.552 | 0.00517 | 0.00503 |
| 40 | 1044.79 | 1064.58 | -3967204 | -3804787 | 8206   | 8206   | -13129 | -13378 | 1.552 | 1.454 | 0.00503 | 0.00491 |
| 41 | 1064.58 | 1084.38 | -3804787 | -3628951 | 8884   | 8884   | -13378 | -13627 | 1.454 | 1.358 | 0.00491 | 0.00478 |
| 42 | 1084.38 | 1104.17 | -3628951 | -3441505 | 9471   | 9471   | -13627 | -13875 | 1.358 | 1.264 | 0.00478 | 0.00467 |
| 43 | 1104.17 | 1123.96 | -3441505 | -3244213 | 9968   | 9968   | -13875 | -14124 | 1.264 | 1.173 | 0.00467 | 0.00456 |
| 44 | 1123.96 | 1143.75 | -3244213 | -3038795 | 10379  | 10379  | -14124 | -14373 | 1.173 | 1.084 | 0.00456 | 0.00445 |
| 45 | 1143.75 | 1163.54 | -3038795 | -2826929 | 10705  | 10705  | -14373 | -14622 | 1.084 | 0.997 | 0.00445 | 0.00436 |
| 46 | 1163.54 | 1183.33 | -2826929 | -2610254 | 10948  | 10948  | -14622 | -14870 | 0.997 | 0.911 | 0.00436 | 0.00427 |
| 47 | 1183.33 | 1203.13 | -2610254 | -2390375 | 11110  | 11110  | -14870 | -15119 | 0.911 | 0.828 | 0.00427 | 0.00419 |
| 48 | 1203.13 | 1222.92 | -2390375 | -2168861 | 11192  | 11192  | -15119 | -15368 | 0.828 | 0.746 | 0.00419 | 0.00411 |
| 49 | 1222.92 | 1242.71 | -2168861 | -1947254 | 11197  | 11197  | -15368 | -15616 | 0.746 | 0.665 | 0.00411 | 0.00404 |
| 50 | 1242.71 | 1262.50 | -1947254 | -1727065 | 11125  | 11125  | -15616 | -15865 | 0.665 | 0.585 | 0.00404 | 0.00398 |
| 51 | 1262.50 | 1282.29 | -1727065 | -1509783 | 10978  | 10978  | -15865 | -16114 | 0.585 | 0.507 | 0.00398 | 0.00393 |
| 52 | 1282.29 | 1302.08 | -1509783 | -1296873 | 10758  | 10758  | -16114 | -16362 | 0.507 | 0.430 | 0.00393 | 0.00389 |
| 53 | 1302.08 | 1321.88 | -1296873 | -1090233 | 10441  | 10441  | -16362 | -16611 | 0.430 | 0.353 | 0.00389 | 0.00385 |
| 54 | 1321.88 | 1341.67 | -1090233 | -892859  | 9973   | 9973   | -16611 | -16860 | 0.353 | 0.278 | 0.00385 | 0.00381 |
| 55 | 1341.67 | 1361.46 | -892859  | -707721  | 9354   | 9354   | -16860 | -17109 | 0.278 | 0.202 | 0.00381 | 0.00379 |
| 56 | 1361.46 | 1381.25 | -707721  | -537763  | 8587   | 8587   | -17109 | -17357 | 0.202 | 0.128 | 0.00379 | 0.00377 |
| 57 | 1381.25 | 1401.04 | -537763  | -385914  | 7672   | 7672   | -17357 | -17606 | 0.128 | 0.053 | 0.00377 | 0.00375 |



*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

|    |         |         |         |         |      |      |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|------|------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 58 | 1401.04 | 1420.83 | -385914 | -255087 | 6610 | 6610 | -17606 | -17855 | 0.053 | -.021 | 0.00375 | 0.00374 |
| 59 | 1420.83 | 1440.63 | -255087 | -148186 | 5401 | 5401 | -17855 | -18103 | -.021 | -.095 | 0.00374 | 0.00373 |
| 60 | 1440.63 | 1460.42 | -148186 | -68109  | 4046 | 4046 | -18103 | -18352 | -.095 | -.169 | 0.00373 | 0.00373 |
| 61 | 1460.42 | 1480.21 | -68109  | -17750  | 2544 | 2544 | -18352 | -18601 | -.169 | -.243 | 0.00373 | 0.00373 |
| 62 | 1480.21 | 1500.00 | -17750  | 0       | 897  | 897  | -18601 | -18850 | -.243 | -.316 | 0.00373 | 0.00373 |

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



### 8.1.2 Sbalzo sismica

paratia in calcestruzzo armato.

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1500 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

#### GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

#### DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0, a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommità paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1500.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

#### STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommità paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g sec    | g.sat    | D(θ) | F(θ) | B(θ) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 1500.0 | 0.0      | 0.001950 | 0.002000 | 20.0 | 27.0 | 18.0 | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |

#### STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommità paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g sec    | g.sat    | D(θ) | F(θ) | B(θ) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 1000.0 | 500.0    | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 27.0 | 9.0  | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |

#### SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommità paratia; spinte positive da monte)

| quota  | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.00   | 0.000000  | 0.363104   | 0.000000  | 0.000000   | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000   |
| 38.46  | 0.000000  | 1.402825   | 0.000000  | 0.000000   | 0.041250  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000   |
| 76.92  | 0.003033  | 2.442547   | 0.000000  | 0.000000   | 0.082500  | 0.000000  | 0.003033  | 0.000000  | 0.003033   |
| 115.38 | 0.037701  | 3.482268   | 0.000000  | 0.000000   | 0.123750  | 0.000000  | 0.037701  | 0.000000  | 0.037701   |
| 153.85 | 0.072370  | 4.521989   | 0.000000  | 0.000000   | 0.165000  | 0.000000  | 0.072370  | 0.000000  | 0.072370   |
| 192.31 | 0.107038  | 5.561710   | 0.000000  | 0.000000   | 0.206250  | 0.000000  | 0.107038  | 0.000000  | 0.107038   |
| 230.77 | 0.141706  | 6.601432   | 0.000000  | 0.000000   | 0.247500  | 0.000000  | 0.141706  | 0.000000  | 0.141706   |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |           |           |          |           |          |           |            |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|
| 269.23  | 0.176375 | 7.641153  | 0.000000  | 0.000000  | 0.288750 | 0.000000  | 0.176375 | 0.000000  | 0.176375   |
| 307.69  | 0.211043 | 8.680875  | 0.000000  | 0.000000  | 0.330000 | 0.000000  | 0.211043 | 0.000000  | 0.211043   |
| 346.15  | 0.245712 | 9.720595  | 0.000000  | 0.000000  | 0.371250 | 0.000000  | 0.245712 | 0.000000  | 0.245712   |
| 384.62  | 0.280380 | 10.760320 | 0.000000  | 0.000000  | 0.412500 | 0.000000  | 0.280380 | 0.000000  | 0.280380   |
| 423.08  | 0.315048 | 11.800040 | 0.000000  | 0.000000  | 0.453750 | 0.000000  | 0.315048 | 0.000000  | 0.315048   |
| 461.54  | 0.349717 | 12.839760 | 0.000000  | 0.000000  | 0.495000 | 0.000000  | 0.349717 | 0.000000  | 0.349717   |
| 500.00  | 0.384385 | 13.879480 | 0.000000  | -1.84397  | 0.536250 | 0.000000  | 0.384385 | -1.84397  | 0.199988   |
| 520.00  | 0.393630 | 14.156740 | 0.000000  | -2.253249 | 0.547250 | -0.011000 | 0.393630 | -2.253249 | 0.140381   |
| 540.00  | 0.402875 | 14.434000 | 0.000000  | -3.22102  | 0.558250 | -0.022000 | 0.402875 | -3.22102  | 0.080773   |
| 560.00  | 0.412120 | 14.711260 | 0.000000  | -3.90954  | 0.569250 | -0.033000 | 0.412120 | -3.90954  | 0.021166   |
| 580.00  | 0.421365 | 14.988520 | 0.000000  | -4.59806  | 0.580250 | -0.044000 | 0.421365 | -4.59806  | -0.038441  |
| 600.00  | 0.430610 | 15.265780 | 0.000000  | -5.28658  | 0.591250 | -0.055000 | 0.430610 | -5.28658  | -0.098049  |
| 620.00  | 0.439855 | 15.543040 | 0.000000  | -5.97511  | 0.602250 | -0.066000 | 0.439855 | -5.97511  | -1.157656  |
| 640.00  | 0.449100 | 15.820290 | 0.000000  | -6.66363  | 0.613250 | -0.077000 | 0.449100 | -6.66363  | -2.217263  |
| 660.00  | 0.458345 | 16.097550 | 0.000000  | -7.35215  | 0.624250 | -0.088000 | 0.458345 | -7.35215  | -3.276871  |
| 680.00  | 0.467589 | 16.374810 | -0.003603 | -8.04067  | 0.635250 | -0.099000 | 0.467589 | -8.04067  | -4.336478  |
| 700.00  | 0.476834 | 16.652070 | -0.010478 | -8.72920  | 0.646250 | -0.110000 | 0.476834 | -8.72920  | -5.396085  |
| 720.00  | 0.486079 | 16.929330 | -0.017352 | -9.41772  | 0.657250 | -0.121000 | 0.486079 | -9.41772  | -6.455693  |
| 740.00  | 0.495324 | 17.206590 | -0.024226 | -1.010624 | 0.668250 | -0.132000 | 0.495324 | -1.010624 | -7.515300  |
| 760.00  | 0.504569 | 17.483850 | -0.031101 | -1.079476 | 0.679250 | -0.143000 | 0.504569 | -1.079476 | -8.574908  |
| 780.00  | 0.513814 | 17.761110 | -0.037975 | -1.148329 | 0.690250 | -0.154000 | 0.513814 | -1.148329 | -9.634515  |
| 800.00  | 0.523059 | 18.038370 | -0.044849 | -1.217181 | 0.701250 | -0.165000 | 0.523059 | -1.217181 | -10.694122 |
| 820.00  | 0.532304 | 18.315630 | -0.051724 | -1.286033 | 0.712250 | -0.176000 | 0.532304 | -1.261268 | -11.728964 |
| 840.00  | 0.541549 | 18.592880 | -0.058598 | -1.354885 | 0.723250 | -0.187000 | 0.541549 | -1.218786 | -12.677237 |
| 860.00  | 0.550794 | 18.870140 | -0.065472 | -1.423738 | 0.734250 | -0.198000 | 0.550794 | -1.177868 | -13.627075 |
| 880.00  | 0.560038 | 19.147400 | -0.072346 | -1.492590 | 0.745250 | -0.209000 | 0.560038 | -1.138513 | -14.578475 |
| 900.00  | 0.569283 | 19.424660 | -0.079221 | -1.561442 | 0.756250 | -0.220000 | 0.569283 | -1.100710 | -15.531426 |
| 920.00  | 0.578528 | 19.701920 | -0.086095 | -1.630295 | 0.767250 | -0.231000 | 0.578528 | -1.064439 | -16.485911 |
| 940.00  | 0.587773 | 19.979180 | -0.092969 | -1.699147 | 0.778250 | -0.242000 | 0.587773 | -1.029675 | -17.441902 |
| 960.00  | 0.597018 | 20.256440 | -0.099844 | -1.767999 | 0.789250 | -0.253000 | 0.597018 | -0.996386 | -18.399368 |
| 980.00  | 0.606263 | 20.533700 | -0.106718 | -1.836851 | 0.800250 | -0.264000 | 0.606263 | -0.964534 | -19.358271 |
| 1000.00 | 0.615508 | 20.810960 | -0.113592 | -1.905704 | 0.811250 | -0.275000 | 0.615508 | -0.934076 | -20.318568 |
| 1020.00 | 0.624753 | 21.088210 | -0.120467 | -1.974556 | 0.822250 | -0.286000 | 0.624753 | -0.904964 | -21.280211 |
| 1040.00 | 0.633998 | 21.365470 | -0.127341 | -2.043408 | 0.833250 | -0.297000 | 0.633998 | -0.877144 | -22.243147 |
| 1060.00 | 0.643243 | 21.642730 | -0.134215 | -2.112260 | 0.844250 | -0.308000 | 0.643243 | -0.850563 | -23.207320 |
| 1080.00 | 0.652488 | 21.919990 | -0.141089 | -2.181113 | 0.855250 | -0.319000 | 0.652488 | -0.825159 | -24.172671 |
| 1100.00 | 0.661732 | 22.197250 | -0.147964 | -2.249965 | 0.866250 | -0.330000 | 0.661732 | -0.800872 | -25.139139 |
| 1120.00 | 0.670977 | 22.474510 | -0.154838 | -2.318817 | 0.877250 | -0.341000 | 0.670977 | -0.777636 | -26.106659 |
| 1140.00 | 0.680222 | 22.751770 | -0.161712 | -2.387669 | 0.888250 | -0.352000 | 0.680222 | -0.755387 | -27.075165 |
| 1160.00 | 0.689467 | 23.029030 | -0.168587 | -2.456522 | 0.899250 | -0.363000 | 0.689467 | -0.734056 | -28.044588 |
| 1180.00 | 0.698712 | 23.306290 | -0.175461 | -2.525374 | 0.910250 | -0.374000 | 0.698712 | -0.713574 | -29.014862 |





Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |          |           |          |          |          |          |          |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1200.00 | 0.707957 | 23.583550 | -.182335 | -2.594226 | 0.921250 | -.385000 | 0.707957 | -.693874 | 0.014083 |
| 1220.00 | 0.717202 | 23.860810 | -.189209 | -2.663079 | 0.932250 | -.396000 | 0.717202 | -.674885 | 0.042317 |
| 1240.00 | 0.726447 | 24.138070 | -.196084 | -2.731931 | 0.943250 | -.407000 | 0.726447 | -.656538 | 0.069909 |
| 1260.00 | 0.735692 | 24.415320 | -.202958 | -2.800783 | 0.954250 | -.418000 | 0.735692 | -.638765 | 0.096927 |
| 1280.00 | 0.744937 | 24.692580 | -.209832 | -2.869635 | 0.965250 | -.429000 | 0.744937 | -.621498 | 0.151254 |
| 1300.00 | 0.754182 | 24.969840 | -.216707 | -2.938488 | 0.976250 | -.440000 | 0.811579 | -.604671 | 0.206908 |
| 1320.00 | 0.763426 | 25.247100 | -.223581 | -3.007340 | 0.987250 | -.451000 | 0.850031 | -.588219 | 0.261812 |
| 1340.00 | 0.772671 | 25.524360 | -.230455 | -3.076192 | 0.998250 | -.462000 | 0.888168 | -.572082 | 0.316087 |
| 1360.00 | 0.781916 | 25.801620 | -.237330 | -3.145044 | 1.009250 | -.473000 | 0.926050 | -.556200 | 0.369850 |
| 1380.00 | 0.791161 | 26.078880 | -.244204 | -3.213897 | 1.020250 | -.484000 | 0.963730 | -.540520 | 0.423209 |
| 1400.00 | 0.800406 | 26.356140 | -.251078 | -3.282749 | 1.031250 | -.495000 | 1.001256 | -.524994 | 0.476263 |
| 1420.00 | 0.809651 | 26.633400 | -.257952 | -3.351601 | 1.042250 | -.506000 | 1.038673 | -.509577 | 0.529096 |
| 1440.00 | 0.818896 | 26.910650 | -.264827 | -3.420453 | 1.053250 | -.517000 | 1.076017 | -.494233 | 0.581785 |
| 1460.00 | 0.828141 | 27.187910 | -.271701 | -3.489305 | 1.064250 | -.528000 | 1.113319 | -.478931 | 0.634388 |
| 1480.00 | 0.837386 | 27.465170 | -.278575 | -3.558158 | 1.075250 | -.539000 | 1.150600 | -.463650 | 0.686950 |
| 1500.00 | 0.846631 | 27.742430 | -.285450 | -3.627010 | 1.086250 | -.550000 | 1.187875 | -.448375 | 0.739500 |

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 1000.00 spinta totale a monte 500.0000 daN/cm

altezza falda a valle 1000.00 spinta totale a valle 500.0000 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| concio n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.   | Mfin.    | Tiniz. | Tfin.  | Niniz | Mfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |
|-----------|---------|--------|----------|----------|--------|--------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|
| 1         | 0.00    | 38.46  | 0        | -6768    | -176   | -176   | 0     | -483  | 8.082    | 7.783   | 0.00776   | 0.00776  |
| 2         | 38.46   | 76.92  | -6768    | -26359   | -509   | -509   | -483  | -967  | 7.783    | 7.485   | 0.00776   | 0.00776  |
| 3         | 76.92   | 115.38 | -26359   | -58154   | -827   | -827   | -967  | -1450 | 7.485    | 7.186   | 0.00776   | 0.00776  |
| 4         | 115.38  | 153.85 | -58154   | -106212  | -1250  | -1250  | -1450 | -1933 | 7.186    | 6.888   | 0.00776   | 0.00775  |
| 5         | 153.85  | 192.31 | -106212  | -174593  | -1778  | -1778  | -1933 | -2417 | 6.888    | 6.590   | 0.00775   | 0.00774  |
| 6         | 192.31  | 230.77 | -174593  | -267357  | -2412  | -2412  | -2417 | -2900 | 6.590    | 6.292   | 0.00774   | 0.00773  |
| 7         | 230.77  | 269.23 | -267357  | -388564  | -3151  | -3151  | -2900 | -3383 | 6.292    | 5.995   | 0.00773   | 0.00771  |
| 8         | 269.23  | 307.69 | -388564  | -542274  | -3996  | -3996  | -3383 | -3867 | 5.995    | 5.699   | 0.00771   | 0.00768  |
| 9         | 307.69  | 346.15 | -542274  | -732546  | -4947  | -4947  | -3867 | -4350 | 5.699    | 5.405   | 0.00768   | 0.00764  |
| 10        | 346.15  | 384.62 | -732546  | -963440  | -6003  | -6003  | -4350 | -4833 | 5.405    | 5.112   | 0.00764   | 0.00759  |
| 11        | 384.62  | 423.08 | -963440  | -1239017 | -7165  | -7165  | -4833 | -5317 | 5.112    | 4.821   | 0.00759   | 0.00752  |
| 12        | 423.08  | 461.54 | -1239017 | -1563336 | -8432  | -8432  | -5317 | -5800 | 4.821    | 4.534   | 0.00752   | 0.00743  |
| 13        | 461.54  | 500.00 | -1563336 | -1940456 | -9805  | -9805  | -5800 | -6283 | 4.534    | 4.250   | 0.00743   | 0.00731  |
| 14        | 500.00  | 520.00 | -1940456 | -2154594 | -10707 | -10707 | -6283 | -6535 | 4.250    | 4.105   | 0.00731   | 0.00725  |
| 15        | 520.00  | 540.00 | -2154594 | -2374346 | -10988 | -10988 | -6535 | -6786 | 4.105    | 3.961   | 0.00725   | 0.00717  |
| 16        | 540.00  | 560.00 | -2374346 | -2597330 | -11149 | -11149 | -6786 | -7037 | 3.961    | 3.818   | 0.00717   | 0.00709  |
| 17        | 560.00  | 580.00 | -2597330 | -2821160 | -11192 | -11192 | -7037 | -7288 | 3.818    | 3.677   | 0.00709   | 0.00700  |
| 18        | 580.00  | 600.00 | -2821160 | -3043452 | -11115 | -11115 | -7288 | -7540 | 3.677    | 3.538   | 0.00700   | 0.00690  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |          |          |        |        |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 19 | 600.00  | 620.00  | -3043452 | -3261822 | -10919 | -10919 | -7540  | -7791  | 3.538 | 3.401 | 0.00690 | 0.00680 |
| 20 | 620.00  | 640.00  | -3261822 | -3473887 | -10603 | -10603 | -7791  | -8042  | 3.401 | 3.266 | 0.00680 | 0.00669 |
| 21 | 640.00  | 660.00  | -3473887 | -3677260 | -10169 | -10169 | -8042  | -8294  | 3.266 | 3.134 | 0.00669 | 0.00657 |
| 22 | 660.00  | 680.00  | -3677260 | -3869559 | -9615  | -9615  | -8294  | -8545  | 3.134 | 3.004 | 0.00657 | 0.00644 |
| 23 | 680.00  | 700.00  | -3869559 | -4048399 | -8942  | -8942  | -8545  | -8796  | 3.004 | 2.876 | 0.00644 | 0.00631 |
| 24 | 700.00  | 720.00  | -4048399 | -4211396 | -8150  | -8150  | -8796  | -9048  | 2.876 | 2.751 | 0.00631 | 0.00617 |
| 25 | 720.00  | 740.00  | -4211396 | -4356164 | -7238  | -7238  | -9048  | -9299  | 2.751 | 2.629 | 0.00617 | 0.00603 |
| 26 | 740.00  | 760.00  | -4356164 | -4480321 | -6208  | -6208  | -9299  | -9550  | 2.629 | 2.510 | 0.00603 | 0.00588 |
| 27 | 760.00  | 780.00  | -4480321 | -4581481 | -5058  | -5058  | -9550  | -9802  | 2.510 | 2.394 | 0.00588 | 0.00573 |
| 28 | 780.00  | 800.00  | -4581481 | -4657261 | -3789  | -3789  | -9802  | -10053 | 2.394 | 2.281 | 0.00573 | 0.00558 |
| 29 | 800.00  | 820.00  | -4657261 | -4705276 | -2401  | -2401  | -10053 | -10304 | 2.281 | 2.171 | 0.00558 | 0.00543 |
| 30 | 820.00  | 840.00  | -4705276 | -4724132 | -943   | -943   | -10304 | -10556 | 2.171 | 2.064 | 0.00543 | 0.00527 |
| 31 | 840.00  | 860.00  | -4724132 | -4715899 | 412    | 412    | -10556 | -10807 | 2.064 | 1.960 | 0.00527 | 0.00511 |
| 32 | 860.00  | 880.00  | -4715899 | -4682583 | 1666   | 1666   | -10807 | -11058 | 1.960 | 1.859 | 0.00511 | 0.00496 |
| 33 | 880.00  | 900.00  | -4682583 | -4626127 | 2823   | 2823   | -11058 | -11310 | 1.859 | 1.761 | 0.00496 | 0.00480 |
| 34 | 900.00  | 920.00  | -4626127 | -4548415 | 3886   | 3886   | -11310 | -11561 | 1.761 | 1.667 | 0.00480 | 0.00465 |
| 35 | 920.00  | 940.00  | -4548415 | -4451266 | 4857   | 4857   | -11561 | -11812 | 1.667 | 1.575 | 0.00465 | 0.00450 |
| 36 | 940.00  | 960.00  | -4451266 | -4336442 | 5741   | 5741   | -11812 | -12064 | 1.575 | 1.487 | 0.00450 | 0.00436 |
| 37 | 960.00  | 980.00  | -4336442 | -4205642 | 6540   | 6540   | -12064 | -12315 | 1.487 | 1.401 | 0.00436 | 0.00421 |
| 38 | 980.00  | 1000.00 | -4205642 | -4060512 | 7257   | 7257   | -12315 | -12566 | 1.401 | 1.318 | 0.00421 | 0.00408 |
| 39 | 1000.00 | 1020.00 | -4060512 | -3902639 | 7894   | 7894   | -12566 | -12818 | 1.318 | 1.238 | 0.00408 | 0.00395 |
| 40 | 1020.00 | 1040.00 | -3902639 | -3733557 | 8454   | 8454   | -12818 | -13069 | 1.238 | 1.160 | 0.00395 | 0.00382 |
| 41 | 1040.00 | 1060.00 | -3733557 | -3554750 | 8940   | 8940   | -13069 | -13320 | 1.160 | 1.085 | 0.00382 | 0.00370 |
| 42 | 1060.00 | 1080.00 | -3554750 | -3367650 | 9355   | 9355   | -13320 | -13572 | 1.085 | 1.012 | 0.00370 | 0.00358 |
| 43 | 1080.00 | 1100.00 | -3367650 | -3173643 | 9700   | 9700   | -13572 | -13823 | 1.012 | 0.942 | 0.00358 | 0.00348 |
| 44 | 1100.00 | 1120.00 | -3173643 | -2974070 | 9979   | 9979   | -13823 | -14074 | 0.942 | 0.873 | 0.00348 | 0.00337 |
| 45 | 1120.00 | 1140.00 | -2974070 | -2770231 | 10192  | 10192  | -14074 | -14326 | 0.873 | 0.807 | 0.00337 | 0.00328 |
| 46 | 1140.00 | 1160.00 | -2770231 | -2563386 | 10342  | 10342  | -14326 | -14577 | 0.807 | 0.742 | 0.00328 | 0.00319 |
| 47 | 1160.00 | 1180.00 | -2563386 | -2354757 | 10431  | 10431  | -14577 | -14828 | 0.742 | 0.679 | 0.00319 | 0.00311 |
| 48 | 1180.00 | 1200.00 | -2354757 | -2145533 | 10461  | 10461  | -14828 | -15080 | 0.679 | 0.618 | 0.00311 | 0.00303 |
| 49 | 1200.00 | 1220.00 | -2145533 | -1936873 | 10433  | 10433  | -15080 | -15331 | 0.618 | 0.558 | 0.00303 | 0.00297 |
| 50 | 1220.00 | 1240.00 | -1936873 | -1729906 | 10348  | 10348  | -15331 | -15582 | 0.558 | 0.499 | 0.00297 | 0.00290 |
| 51 | 1240.00 | 1260.00 | -1729906 | -1525734 | 10209  | 10209  | -15582 | -15834 | 0.499 | 0.442 | 0.00290 | 0.00285 |
| 52 | 1260.00 | 1280.00 | -1525734 | -1325440 | 10015  | 10015  | -15834 | -16085 | 0.442 | 0.385 | 0.00285 | 0.00280 |
| 53 | 1280.00 | 1300.00 | -1325440 | -1131196 | 9712   | 9712   | -16085 | -16336 | 0.385 | 0.329 | 0.00280 | 0.00276 |
| 54 | 1300.00 | 1320.00 | -1131196 | -945229  | 9298   | 9298   | -16336 | -16588 | 0.329 | 0.274 | 0.00276 | 0.00273 |
| 55 | 1320.00 | 1340.00 | -945229  | -769734  | 8775   | 8775   | -16588 | -16839 | 0.274 | 0.220 | 0.00273 | 0.00270 |
| 56 | 1340.00 | 1360.00 | -769734  | -606882  | 8143   | 8143   | -16839 | -17090 | 0.220 | 0.166 | 0.00270 | 0.00268 |
| 57 | 1360.00 | 1380.00 | -606882  | -458824  | 7403   | 7403   | -17090 | -17342 | 0.166 | 0.113 | 0.00268 | 0.00266 |
| 58 | 1380.00 | 1400.00 | -458824  | -327695  | 6556   | 6556   | -17342 | -17593 | 0.113 | 0.060 | 0.00266 | 0.00265 |



*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

|    |         |         |         |         |      |      |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|------|------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 59 | 1400.00 | 1420.00 | -327695 | -215616 | 5604 | 5604 | -17593 | -17844 | 0.060 | 0.007 | 0.00265 | 0.00264 |
| 60 | 1420.00 | 1440.00 | -215616 | -124702 | 4546 | 4546 | -17844 | -18096 | 0.007 | -.046 | 0.00264 | 0.00263 |
| 61 | 1440.00 | 1460.00 | -124702 | -57058  | 3382 | 3382 | -18096 | -18347 | -.046 | -.098 | 0.00263 | 0.00263 |
| 62 | 1460.00 | 1480.00 | -57058  | -14790  | 2113 | 2113 | -18347 | -18598 | -.098 | -.151 | 0.00263 | 0.00263 |
| 63 | 1480.00 | 1500.00 | -14790  | 0       | 739  | 739  | -18598 | -18850 | -.151 | -.203 | 0.00263 | 0.00263 |

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)

↵



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

### 8.1.3 Faveto statica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

#### GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

#### DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1350.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

#### VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof. | spost. | rotaz.(rad) |
|----|-------|--------|-------------|
| 1  | 0.00  | 0.000  | LIBERO      |

#### STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 1150.0 | 0.0      | 0.001900 | 0.001950 | 20.0 | 27.0 | 18.0 | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |
| 2  | 200.0  | 1150.0   | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 25.0 | 16.0 | 0.20000 | 250.0 | 0.58000 |

#### STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 550.0  | 600.0    | 0.001900 | 0.001950 | 0.0  | 27.0 | 9.0  | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |
| 2  | 200.0  | 1150.0   | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 25.0 | 8.0  | 0.20000 | 250.0 | 0.58000 |

#### SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

| quota | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|-------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|-------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |           |           |          |           |          |           |           |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 0.00    | 0.000000 | 0.363104  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000 | 0.000000  | 0.000000 | 0.000000  | 0.000000  |
| 40.00   | 0.000000 | 1.416688  | 0.000000  | 0.000000  | 0.041800 | 0.000000  | 0.000000 | 0.000000  | 0.000000  |
| 80.00   | 0.003957 | 2.470273  | 0.000000  | 0.000000  | 0.083600 | 0.000000  | 0.003957 | 0.000000  | 0.003957  |
| 120.00  | 0.039088 | 3.523857  | 0.000000  | 0.000000  | 0.125400 | 0.000000  | 0.039088 | 0.000000  | 0.039088  |
| 160.00  | 0.074219 | 4.577441  | 0.000000  | 0.000000  | 0.167200 | 0.000000  | 0.074219 | 0.000000  | 0.074219  |
| 200.00  | 0.109349 | 5.631025  | 0.000000  | 0.000000  | 0.209000 | 0.000000  | 0.109349 | 0.000000  | 0.109349  |
| 240.00  | 0.144480 | 6.684609  | 0.000000  | 0.000000  | 0.250800 | 0.000000  | 0.144480 | 0.000000  | 0.144480  |
| 280.00  | 0.179611 | 7.738194  | 0.000000  | 0.000000  | 0.292600 | 0.000000  | 0.179611 | 0.000000  | 0.179611  |
| 320.00  | 0.214741 | 8.791778  | 0.000000  | 0.000000  | 0.334400 | 0.000000  | 0.214741 | 0.000000  | 0.214741  |
| 360.00  | 0.249872 | 9.845363  | 0.000000  | 0.000000  | 0.376200 | 0.000000  | 0.249872 | 0.000000  | 0.249872  |
| 400.00  | 0.285003 | 10.898950 | 0.000000  | 0.000000  | 0.418000 | 0.000000  | 0.285003 | 0.000000  | 0.285003  |
| 440.00  | 0.320133 | 11.952530 | 0.000000  | 0.000000  | 0.459800 | 0.000000  | 0.320133 | 0.000000  | 0.320133  |
| 480.00  | 0.355264 | 13.006110 | 0.000000  | 0.000000  | 0.501600 | 0.000000  | 0.355264 | 0.000000  | 0.355264  |
| 520.00  | 0.390394 | 14.059700 | 0.000000  | 0.000000  | 0.543400 | 0.000000  | 0.390394 | 0.000000  | 0.390394  |
| 560.00  | 0.425525 | 15.113280 | 0.000000  | 0.000000  | 0.585200 | 0.000000  | 0.425525 | 0.000000  | 0.425525  |
| 600.00  | 0.460656 | 16.166870 | 0.000000  | -0.184397 | 0.627000 | 0.000000  | 0.460656 | -0.184397 | 0.276259  |
| 619.64  | 0.469282 | 16.425560 | 0.000000  | -0.248639 | 0.637263 | -0.010263 | 0.469282 | -0.248639 | 0.220643  |
| 639.29  | 0.477907 | 16.684250 | 0.000000  | -0.312880 | 0.647527 | -0.020527 | 0.477907 | -0.312880 | 0.165027  |
| 658.93  | 0.486533 | 16.942950 | 0.000000  | -0.377122 | 0.657790 | -0.030790 | 0.486533 | -0.377122 | 0.109411  |
| 678.57  | 0.495159 | 17.201640 | 0.000000  | -0.441364 | 0.668054 | -0.041054 | 0.495159 | -0.441364 | 0.053795  |
| 698.21  | 0.503785 | 17.460330 | 0.000000  | -0.505605 | 0.678317 | -0.051317 | 0.503785 | -0.505605 | -0.001820 |
| 717.86  | 0.512411 | 17.719020 | 0.000000  | -0.569847 | 0.688580 | -0.061580 | 0.512411 | -0.569847 | -0.057436 |
| 737.50  | 0.521037 | 17.977720 | 0.000000  | -0.634088 | 0.698844 | -0.071844 | 0.521037 | -0.592095 | -0.071059 |
| 757.14  | 0.529662 | 18.236410 | 0.000000  | -0.698330 | 0.709107 | -0.082107 | 0.529662 | -0.598859 | -0.069197 |
| 776.79  | 0.538288 | 18.495100 | 0.000000  | -0.762572 | 0.719371 | -0.092371 | 0.538288 | -0.604903 | -0.066615 |
| 796.43  | 0.546914 | 18.753790 | -0.005874 | -0.826813 | 0.729634 | -0.102634 | 0.546914 | -0.610260 | -0.063346 |
| 816.07  | 0.555540 | 19.012490 | -0.012288 | -0.891055 | 0.739897 | -0.112897 | 0.555540 | -0.614964 | -0.059424 |
| 835.71  | 0.564166 | 19.271180 | -0.018702 | -0.955297 | 0.750161 | -0.123161 | 0.564166 | -0.619048 | -0.054882 |
| 855.36  | 0.572792 | 19.529870 | -0.025116 | -1.019538 | 0.760424 | -0.133424 | 0.572792 | -0.622542 | -0.049751 |
| 875.00  | 0.581417 | 19.788560 | -0.031530 | -1.083780 | 0.770688 | -0.143688 | 0.581417 | -0.625479 | -0.044062 |
| 894.64  | 0.590043 | 20.047260 | -0.037944 | -1.148021 | 0.780951 | -0.153951 | 0.590043 | -0.627888 | -0.037845 |
| 914.29  | 0.598669 | 20.305950 | -0.044358 | -1.212263 | 0.791214 | -0.164214 | 0.598669 | -0.629800 | -0.031131 |
| 933.93  | 0.607295 | 20.564640 | -0.050772 | -1.276505 | 0.801478 | -0.174478 | 0.607295 | -0.631244 | -0.023949 |
| 953.57  | 0.615921 | 20.823330 | -0.057186 | -1.340746 | 0.811741 | -0.184741 | 0.615921 | -0.632249 | -0.016328 |
| 973.21  | 0.624547 | 21.082030 | -0.063600 | -1.404988 | 0.822005 | -0.195005 | 0.624547 | -0.632844 | -0.008297 |
| 992.86  | 0.633172 | 21.340720 | -0.070014 | -1.469229 | 0.832268 | -0.205268 | 0.633172 | -0.633057 | 0.000116  |
| 1012.50 | 0.641798 | 21.599410 | -0.076428 | -1.533471 | 0.842531 | -0.215531 | 0.641798 | -0.632916 | 0.008882  |
| 1032.14 | 0.650424 | 21.858100 | -0.082842 | -1.597713 | 0.852795 | -0.225795 | 0.650424 | -0.632451 | 0.017973  |
| 1051.79 | 0.659050 | 22.116800 | -0.089256 | -1.661954 | 0.863058 | -0.236058 | 0.659050 | -0.631690 | 0.027360  |
| 1071.43 | 0.667676 | 22.375490 | -0.095670 | -1.726196 | 0.873322 | -0.246322 | 0.667676 | -0.630661 | 0.037014  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |          |           |          |          |          |          |          |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1091.07 | 0.676301 | 22.634180 | -.102084 | -1.790437 | 0.883585 | -.256585 | 0.676301 | -.629394 | 0.046907 |
| 1110.72 | 0.684927 | 22.892870 | -.108498 | -1.854679 | 0.893848 | -.266848 | 0.684927 | -.627918 | 0.057009 |
| 1130.36 | 0.693553 | 23.151570 | -.114912 | -1.918921 | 0.904112 | -.277112 | 0.693553 | -.626264 | 0.067289 |
| 1150.00 | 0.346762 | 7.139664  | 0.000000 | -2.296793 | 0.964250 | -.303050 | 0.402438 | -.864862 | -.462424 |
| 1170.00 | 0.353715 | 7.216319  | 0.000000 | -2.358045 | 0.975850 | -.314650 | 0.434712 | -.855788 | -.421076 |
| 1190.00 | 0.360669 | 7.292973  | 0.000000 | -2.419296 | 0.987450 | -.326250 | 0.467137 | -.846563 | -.379426 |
| 1210.00 | 0.367622 | 7.369627  | 0.000000 | -2.480548 | 0.999050 | -.337850 | 0.499672 | -.837228 | -.337556 |
| 1230.00 | 0.374576 | 7.446281  | 0.000000 | -2.541799 | 1.010650 | -.349450 | 0.532284 | -.827817 | -.295533 |
| 1250.00 | 0.381529 | 7.522936  | 0.000000 | -2.603051 | 1.022250 | -.361050 | 0.564946 | -.818355 | -.253409 |
| 1270.00 | 0.388482 | 7.599590  | 0.000000 | -2.664303 | 1.033850 | -.372650 | 0.597639 | -.808861 | -.211223 |
| 1290.00 | 0.395436 | 7.676245  | -.004321 | -2.725554 | 1.045450 | -.384250 | 0.630350 | -.799350 | -.169001 |
| 1310.00 | 0.402389 | 7.752899  | -.011800 | -2.786806 | 1.057050 | -.395850 | 0.663069 | -.789831 | -.126762 |
| 1330.00 | 0.409343 | 7.829553  | -.019279 | -2.848058 | 1.068650 | -.407450 | 0.695792 | -.780308 | -.084516 |
| 1350.00 | 0.416296 | 7.906208  | -.026757 | -2.909309 | 1.080250 | -.419050 | 0.728515 | -.770785 | -.042270 |

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 750.00 spinta totale a monte 281.2500 daN/cm

altezza falda a valle 750.00 spinta totale a valle 281.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| concio n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.  | Mfin.   | Tiniz. | Tfin. | Niniz | Nfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |
|-----------|---------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|
| 1         | 0.00    | 40.00  | 0       | 428557  | 10714  | 10714 | 0     | -503  | 0.000    | 0.104   | -.00261   | -.00260  |
| 2         | 40.00   | 80.00  | 428557  | 840440  | 10297  | 10297 | -503  | -1005 | 0.104    | 0.207   | -.00260   | -.00256  |
| 3         | 80.00   | 120.00 | 840440  | 1236205 | 9894   | 9894  | -1005 | -1508 | 0.207    | 0.308   | -.00256   | -.00249  |
| 4         | 120.00  | 160.00 | 1236205 | 1611425 | 9380   | 9380  | -1508 | -2011 | 0.308    | 0.406   | -.00249   | -.00239  |
| 5         | 160.00  | 200.00 | 1611425 | 1961668 | 8756   | 8756  | -2011 | -2513 | 0.406    | 0.500   | -.00239   | -.00227  |
| 6         | 200.00  | 240.00 | 1961668 | 2282504 | 8021   | 8021  | -2513 | -3016 | 0.500    | 0.588   | -.00227   | -.00213  |
| 7         | 240.00  | 280.00 | 2282504 | 2569505 | 7175   | 7175  | -3016 | -3519 | 0.588    | 0.670   | -.00213   | -.00197  |
| 8         | 280.00  | 320.00 | 2569505 | 2818239 | 6218   | 6218  | -3519 | -4021 | 0.670    | 0.745   | -.00197   | -.00179  |
| 9         | 320.00  | 360.00 | 2818239 | 3024277 | 5151   | 5151  | -4021 | -4524 | 0.745    | 0.813   | -.00179   | -.00160  |
| 10        | 360.00  | 400.00 | 3024277 | 3183190 | 3973   | 3973  | -4524 | -5027 | 0.813    | 0.873   | -.00160   | -.00139  |
| 11        | 400.00  | 440.00 | 3183190 | 3290547 | 2684   | 2684  | -5027 | -5529 | 0.873    | 0.925   | -.00139   | -.00118  |
| 12        | 440.00  | 480.00 | 3290547 | 3341919 | 1284   | 1284  | -5529 | -6032 | 0.925    | 0.968   | -.00118   | -.00096  |
| 13        | 480.00  | 520.00 | 3341919 | 3332875 | -226   | -226  | -6032 | -6535 | 0.968    | 1.001   | -.00096   | -.00074  |
| 14        | 520.00  | 560.00 | 3332875 | 3258987 | -1847  | -1847 | -6535 | -7037 | 1.001    | 1.027   | -.00074   | -.00052  |
| 15        | 560.00  | 600.00 | 3258987 | 3115823 | -3579  | -3579 | -7037 | -7540 | 1.027    | 1.043   | -.00052   | -.00031  |
| 16        | 600.00  | 619.64 | 3115823 | 3022812 | -4735  | -4735 | -7540 | -7787 | 1.043    | 1.048   | -.00031   | -.00021  |
| 17        | 619.64  | 639.29 | 3022812 | 2921289 | -5168  | -5168 | -7787 | -8034 | 1.048    | 1.051   | -.00021   | -.00011  |
| 18        | 639.29  | 658.93 | 2921289 | 2813398 | -5493  | -5493 | -8034 | -8280 | 1.051    | 1.053   | -.00011   | -.00002  |
| 19        | 658.93  | 678.57 | 2813398 | 2701285 | -5708  | -5708 | -8280 | -8527 | 1.053    | 1.052   | -.00002   | 0.00007  |
| 20        | 678.57  | 698.21 | 2701285 | 2587097 | -5813  | -5813 | -8527 | -8774 | 1.052    | 1.050   | 0.00007   | 0.00016  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |         |         |       |       |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 21 | 698.21  | 717.86  | 2587097 | 2472979 | -5810 | -5810 | -8774  | -9021  | 1.050 | 1.046 | 0.00016 | 0.00024 |
| 22 | 717.86  | 737.50  | 2472979 | 2361077 | -5697 | -5697 | -9021  | -9268  | 1.046 | 1.041 | 0.00024 | 0.00032 |
| 23 | 737.50  | 757.14  | 2361077 | 2251917 | -5557 | -5557 | -9268  | -9515  | 1.041 | 1.034 | 0.00032 | 0.00039 |
| 24 | 757.14  | 776.79  | 2251917 | 2145427 | -5421 | -5421 | -9515  | -9761  | 1.034 | 1.025 | 0.00039 | 0.00047 |
| 25 | 776.79  | 796.43  | 2145427 | 2041507 | -5290 | -5290 | -9761  | -10008 | 1.025 | 1.015 | 0.00047 | 0.00053 |
| 26 | 796.43  | 816.07  | 2041507 | 1940031 | -5166 | -5166 | -10008 | -10255 | 1.015 | 1.004 | 0.00053 | 0.00060 |
| 27 | 816.07  | 835.71  | 1940031 | 1840848 | -5049 | -5049 | -10255 | -10502 | 1.004 | 0.992 | 0.00060 | 0.00066 |
| 28 | 835.71  | 855.36  | 1840848 | 1743783 | -4942 | -4942 | -10502 | -10749 | 0.992 | 0.978 | 0.00066 | 0.00072 |
| 29 | 855.36  | 875.00  | 1743783 | 1648637 | -4844 | -4844 | -10749 | -10996 | 0.978 | 0.964 | 0.00072 | 0.00077 |
| 30 | 875.00  | 894.64  | 1648637 | 1555191 | -4757 | -4757 | -10996 | -11242 | 0.964 | 0.948 | 0.00077 | 0.00083 |
| 31 | 894.64  | 914.29  | 1555191 | 1463206 | -4683 | -4683 | -11242 | -11489 | 0.948 | 0.931 | 0.00083 | 0.00087 |
| 32 | 914.29  | 933.93  | 1463206 | 1372421 | -4622 | -4622 | -11489 | -11736 | 0.931 | 0.914 | 0.00087 | 0.00092 |
| 33 | 933.93  | 953.57  | 1372421 | 1282561 | -4575 | -4575 | -11736 | -11983 | 0.914 | 0.895 | 0.00092 | 0.00096 |
| 34 | 953.57  | 973.21  | 1282561 | 1193331 | -4543 | -4543 | -11983 | -12230 | 0.895 | 0.876 | 0.00096 | 0.00100 |
| 35 | 973.21  | 992.86  | 1193331 | 1104421 | -4526 | -4526 | -12230 | -12477 | 0.876 | 0.856 | 0.00100 | 0.00104 |
| 36 | 992.86  | 1012.50 | 1104421 | 1015506 | -4527 | -4527 | -12477 | -12723 | 0.856 | 0.835 | 0.00104 | 0.00108 |
| 37 | 1012.50 | 1032.14 | 1015506 | 926249  | -4544 | -4544 | -12723 | -12970 | 0.835 | 0.813 | 0.00108 | 0.00111 |
| 38 | 1032.14 | 1051.79 | 926249  | 836298  | -4579 | -4579 | -12970 | -13217 | 0.813 | 0.791 | 0.00111 | 0.00114 |
| 39 | 1051.79 | 1071.43 | 836298  | 745292  | -4633 | -4633 | -13217 | -13464 | 0.791 | 0.769 | 0.00114 | 0.00116 |
| 40 | 1071.43 | 1091.07 | 745292  | 652857  | -4706 | -4706 | -13464 | -13711 | 0.769 | 0.746 | 0.00116 | 0.00119 |
| 41 | 1091.07 | 1110.72 | 652857  | 558613  | -4798 | -4798 | -13711 | -13958 | 0.746 | 0.722 | 0.00119 | 0.00120 |
| 42 | 1110.72 | 1130.36 | 558613  | 462169  | -4910 | -4910 | -13958 | -14204 | 0.722 | 0.698 | 0.00120 | 0.00122 |
| 43 | 1130.36 | 1150.00 | 462169  | 363128  | -5042 | -5042 | -14204 | -14451 | 0.698 | 0.674 | 0.00122 | 0.00123 |
| 44 | 1150.00 | 1170.00 | 363128  | 271143  | -4599 | -4599 | -14451 | -14703 | 0.674 | 0.649 | 0.00123 | 0.00125 |
| 45 | 1170.00 | 1190.00 | 271143  | 196000  | -3757 | -3757 | -14703 | -14954 | 0.649 | 0.624 | 0.00125 | 0.00125 |
| 46 | 1190.00 | 1210.00 | 196000  | 136035  | -2998 | -2998 | -14954 | -15205 | 0.624 | 0.599 | 0.00125 | 0.00126 |
| 47 | 1210.00 | 1230.00 | 136035  | 89572   | -2323 | -2323 | -15205 | -15457 | 0.599 | 0.574 | 0.00126 | 0.00126 |
| 48 | 1230.00 | 1250.00 | 89572   | 54930   | -1732 | -1732 | -15457 | -15708 | 0.574 | 0.549 | 0.00126 | 0.00126 |
| 49 | 1250.00 | 1270.00 | 54930   | 30425   | -1225 | -1225 | -15708 | -15959 | 0.549 | 0.523 | 0.00126 | 0.00127 |
| 50 | 1270.00 | 1290.00 | 30425   | 14368   | -803  | -803  | -15959 | -16211 | 0.523 | 0.498 | 0.00127 | 0.00127 |
| 51 | 1290.00 | 1310.00 | 14368   | 5071    | -465  | -465  | -16211 | -16462 | 0.498 | 0.473 | 0.00127 | 0.00127 |
| 52 | 1310.00 | 1330.00 | 5071    | 845     | -211  | -211  | -16462 | -16713 | 0.473 | 0.447 | 0.00127 | 0.00127 |
| 53 | 1330.00 | 1350.00 | 845     | 0       | -42   | -42   | -16713 | -16965 | 0.447 | 0.422 | 0.00127 | 0.00127 |

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



### 8.1.4 Faveto sismica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1350.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

CARICHI DISTRIBUITI

sovraccarico a monte 1.0000 sovraccarico a valle 0.0000

VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof. | spost. | rotaz.(rad) |
|----|-------|--------|-------------|
| 1  | 0.00  | 0.000  | LIBERO      |

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 1150.0 | 0.0      | 0.001900 | 0.001950 | 15.0 | 27.0 | 18.0 | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |
| 2  | 200.0  | 1150.0   | 0.001950 | 0.002000 | 20.0 | 25.0 | 16.0 | 0.20000 | 250.0 | 0.58000 |

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 650.0  | 500.0    | 0.001900 | 0.001950 | 0.0  | 27.0 | 9.0  | 0.05000 | 150.0 | 0.55000 |
| 2  | 200.0  | 1150.0   | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 25.0 | 8.0  | 0.20000 | 250.0 | 0.58000 |





Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

| quota  | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.00   | 0.342958  | 10.267280  | 0.000000  | 0.000000   | 0.550000  | 0.000000  | 0.550000  | 0.000000  | 0.550000   |
| 38.46  | 0.372556  | 10.995090  | 0.000000  | 0.000000   | 0.590192  | 0.000000  | 0.498404  | 0.000000  | 0.498404   |
| 76.92  | 0.402153  | 11.722900  | 0.000000  | 0.000000   | 0.630385  | 0.000000  | 0.448025  | 0.000000  | 0.448025   |
| 115.38 | 0.431751  | 12.450710  | 0.000000  | 0.000000   | 0.670577  | 0.000000  | 0.431751  | 0.000000  | 0.431751   |
| 153.85 | 0.461349  | 13.178520  | 0.000000  | 0.000000   | 0.710769  | 0.000000  | 0.461349  | 0.000000  | 0.461349   |
| 192.31 | 0.490947  | 13.906330  | 0.000000  | 0.000000   | 0.750962  | 0.000000  | 0.490947  | 0.000000  | 0.490947   |
| 230.77 | 0.520545  | 14.634140  | 0.000000  | 0.000000   | 0.791154  | 0.000000  | 0.520545  | 0.000000  | 0.520545   |
| 269.23 | 0.550142  | 15.361950  | 0.000000  | 0.000000   | 0.831346  | 0.000000  | 0.550142  | 0.000000  | 0.550142   |
| 307.69 | 0.579740  | 16.089760  | 0.000000  | 0.000000   | 0.871539  | 0.000000  | 0.579740  | 0.000000  | 0.579740   |
| 346.15 | 0.609338  | 16.817570  | 0.000000  | 0.000000   | 0.911731  | 0.000000  | 0.609338  | 0.000000  | 0.609338   |
| 384.62 | 0.638936  | 17.545390  | 0.000000  | 0.000000   | 0.951923  | 0.000000  | 0.638936  | 0.000000  | 0.638936   |
| 423.08 | 0.668533  | 18.273200  | 0.000000  | 0.000000   | 0.992115  | 0.000000  | 0.668533  | 0.000000  | 0.668533   |
| 461.54 | 0.698131  | 19.001010  | 0.000000  | 0.000000   | 1.032308  | 0.000000  | 0.698131  | 0.000000  | 0.698131   |
| 500.00 | 0.727729  | 19.728820  | 0.000000  | -0.184397  | 1.072500  | 0.000000  | 0.727729  | -0.184397 | 0.543332   |
| 520.31 | 0.735545  | 19.921000  | 0.000000  | -0.250829  | 1.083113  | -0.010613 | 0.735545  | -0.250829 | 0.484716   |
| 540.63 | 0.743360  | 20.113190  | 0.000000  | -0.317260  | 1.093727  | -0.021227 | 0.743360  | -0.317260 | 0.426100   |
| 560.94 | 0.751176  | 20.305380  | 0.000000  | -0.383692  | 1.104340  | -0.031840 | 0.751176  | -0.383692 | 0.367484   |
| 581.25 | 0.758992  | 20.497570  | 0.000000  | -0.450124  | 1.114953  | -0.042453 | 0.758992  | -0.450124 | 0.308868   |
| 601.56 | 0.766807  | 20.689750  | 0.000000  | -0.516555  | 1.125566  | -0.053066 | 0.766807  | -0.516555 | 0.250252   |
| 621.88 | 0.774623  | 20.881940  | 0.000000  | -0.582987  | 1.136180  | -0.063680 | 0.774623  | -0.582987 | 0.191636   |
| 642.19 | 0.782439  | 21.074130  | 0.000000  | -0.649419  | 1.146793  | -0.074293 | 0.782439  | -0.649419 | 0.133020   |
| 662.50 | 0.790254  | 21.266320  | 0.000000  | -0.715851  | 1.157406  | -0.084906 | 0.790254  | -0.715851 | 0.074404   |
| 682.81 | 0.798070  | 21.458500  | -0.001428 | -0.782282  | 1.168020  | -0.095520 | 0.798070  | -0.782282 | 0.015788   |
| 703.13 | 0.805886  | 21.650690  | -0.008061 | -0.848714  | 1.178633  | -0.106133 | 0.805886  | -0.848714 | -0.042828  |
| 723.44 | 0.813701  | 21.842880  | -0.014694 | -0.915146  | 1.189246  | -0.116746 | 0.813701  | -0.915146 | -0.101444  |
| 743.75 | 0.821517  | 22.035070  | -0.021326 | -0.981577  | 1.199859  | -0.127359 | 0.821517  | -0.981577 | -0.160060  |
| 764.06 | 0.829333  | 22.227250  | -0.027959 | -1.048009  | 1.210473  | -0.137973 | 0.829333  | -1.035524 | -0.206191  |
| 784.38 | 0.837148  | 22.419440  | -0.034592 | -1.114441  | 1.221086  | -0.148586 | 0.837148  | -1.039423 | -0.202275  |
| 804.69 | 0.844964  | 22.611630  | -0.041224 | -1.180872  | 1.231699  | -0.159199 | 0.844964  | -1.042335 | -0.197371  |
| 825.00 | 0.852780  | 22.803820  | -0.047857 | -1.247304  | 1.242313  | -0.169813 | 0.852780  | -1.044323 | -0.191543  |
| 845.31 | 0.860595  | 22.996000  | -0.054489 | -1.313735  | 1.252926  | -0.180426 | 0.860595  | -1.045450 | -0.184855  |
| 865.63 | 0.868411  | 23.188190  | -0.061122 | -1.380167  | 1.263539  | -0.191039 | 0.868411  | -1.045776 | -0.177365  |
| 885.94 | 0.876227  | 23.380380  | -0.067755 | -1.446599  | 1.274152  | -0.201652 | 0.876227  | -1.045358 | -0.169132  |
| 906.25 | 0.884042  | 23.572570  | -0.074387 | -1.513031  | 1.284766  | -0.212266 | 0.884042  | -1.044251 | -0.160209  |
| 926.56 | 0.891858  | 23.764750  | -0.081020 | -1.579462  | 1.295379  | -0.222879 | 0.891858  | -1.042507 | -0.150649  |
| 946.88 | 0.899674  | 23.956940  | -0.087652 | -1.645894  | 1.305992  | -0.233492 | 0.899674  | -1.040175 | -0.140501  |
| 967.19 | 0.907489  | 24.149130  | -0.094285 | -1.712326  | 1.316605  | -0.244106 | 0.907489  | -1.037303 | -0.129814  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |           |           |          |           |          |           |           |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 987.50  | 0.915305 | 24.341320 | -1.100918 | -1.778757 | 1.327219 | -2.254719 | 0.915305 | -1.033939 | -1.18634  |
| 1007.81 | 0.923121 | 24.533500 | -1.107550 | -1.845189 | 1.337832 | -2.265332 | 0.923121 | -1.030124 | -1.107004 |
| 1028.13 | 0.930936 | 24.725690 | -1.114183 | -1.911621 | 1.348445 | -2.275945 | 0.930936 | -1.025902 | -1.094966 |
| 1048.44 | 0.938752 | 24.917880 | -1.120816 | -1.978052 | 1.359059 | -2.286559 | 0.938752 | -1.021314 | -1.082562 |
| 1068.75 | 0.946568 | 25.110070 | -1.127448 | -2.044484 | 1.369672 | -2.297172 | 0.946568 | -1.016399 | -1.069832 |
| 1089.06 | 0.954383 | 25.302250 | -1.134081 | -2.110916 | 1.380285 | -2.307785 | 0.954383 | -1.011196 | -1.056813 |
| 1109.38 | 0.962199 | 25.494440 | -1.140713 | -2.177347 | 1.390898 | -2.318398 | 0.962199 | -1.005741 | -1.043542 |
| 1129.69 | 0.970015 | 25.686630 | -1.147346 | -2.243779 | 1.401512 | -2.329012 | 0.970015 | -1.000072 | -1.030057 |
| 1150.00 | 1.062289 | 27.519540 | 0.000000  | -2.587738 | 1.489150 | -2.358150 | 1.062289 | -1.449148 | -1.386859 |
| 1170.00 | 1.072776 | 27.724140 | 0.000000  | -2.648990 | 1.500750 | -2.369750 | 1.072776 | -1.433500 | -1.360724 |
| 1190.00 | 1.083263 | 27.928730 | -0.002452 | -2.710241 | 1.512350 | -2.381350 | 1.083263 | -1.417672 | -1.334409 |
| 1210.00 | 1.093750 | 28.133330 | -0.009930 | -2.771493 | 1.523950 | -2.392950 | 1.093750 | -1.401707 | -1.307957 |
| 1230.00 | 1.104237 | 28.337930 | -0.017409 | -2.832745 | 1.535550 | -2.404550 | 1.104237 | -1.385642 | -1.281405 |
| 1250.00 | 1.114724 | 28.542530 | -0.024887 | -2.893996 | 1.547150 | -2.416150 | 1.114724 | -1.369507 | -1.254783 |
| 1270.00 | 1.125211 | 28.747120 | -0.032366 | -2.955248 | 1.558750 | -2.427750 | 1.125211 | -1.353326 | -1.228115 |
| 1290.00 | 1.135698 | 28.951720 | -0.039844 | -3.016499 | 1.570350 | -2.439350 | 1.135698 | -1.337117 | -1.201419 |
| 1310.00 | 1.146185 | 29.156320 | -0.047323 | -3.077751 | 1.581950 | -2.450950 | 1.146185 | -1.320892 | -1.174707 |
| 1330.00 | 1.156672 | 29.360920 | -0.054802 | -3.139003 | 1.593550 | -2.462550 | 1.156672 | -1.304662 | -1.147989 |
| 1350.00 | 1.167159 | 29.565510 | -0.062280 | -3.200254 | 1.605150 | -2.474150 | 1.167159 | -1.288429 | -1.121269 |

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 850.00 spinta totale a monte 361.2500 daN/cm

altezza falda a valle 850.00 spinta totale a valle 361.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| concio n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.  | Mfin.   | Tiniz. | Tfin. | Niniz | Nfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |
|-----------|---------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|
| 1         | 0.00    | 38.46  | 0       | 1010146 | 26264  | 26264 | 0     | -483  | 0.000    | 0.184   | -0.00478  | -0.00475 |
| 2         | 38.46   | 76.92  | 1010146 | 1915635 | 23543  | 23543 | -483  | -967  | 0.184    | 0.365   | -0.00475  | -0.00466 |
| 3         | 76.92   | 115.38 | 1915635 | 2726498 | 21082  | 21082 | -967  | -1450 | 0.365    | 0.541   | -0.00466  | -0.00451 |
| 4         | 115.38  | 153.85 | 2726498 | 3447720 | 18752  | 18752 | -1450 | -1933 | 0.541    | 0.711   | -0.00451  | -0.00431 |
| 5         | 153.85  | 192.31 | 3447720 | 4077499 | 16374  | 16374 | -1933 | -2417 | 0.711    | 0.872   | -0.00431  | -0.00407 |
| 6         | 192.31  | 230.77 | 4077499 | 4614034 | 13950  | 13950 | -2417 | -2900 | 0.872    | 1.024   | -0.00407  | -0.00380 |
| 7         | 230.77  | 269.23 | 4614034 | 5055524 | 11479  | 11479 | -2900 | -3383 | 1.024    | 1.164   | -0.00380  | -0.00349 |
| 8         | 269.23  | 307.69 | 5055524 | 5400169 | 8961   | 8961  | -3383 | -3867 | 1.164    | 1.292   | -0.00349  | -0.00315 |
| 9         | 307.69  | 346.15 | 5400169 | 5646166 | 6396   | 6396  | -3867 | -4350 | 1.292    | 1.407   | -0.00315  | -0.00280 |
| 10        | 346.15  | 384.62 | 5646166 | 5791716 | 3784   | 3784  | -4350 | -4833 | 1.407    | 1.507   | -0.00280  | -0.00244 |
| 11        | 384.62  | 423.08 | 5791716 | 5835016 | 1126   | 1126  | -4833 | -5317 | 1.507    | 1.594   | -0.00244  | -0.00207 |
| 12        | 423.08  | 461.54 | 5835016 | 5774267 | -1579  | -1579 | -5317 | -5800 | 1.594    | 1.666   | -0.00207  | -0.00170 |
| 13        | 461.54  | 500.00 | 5774267 | 5607666 | -4332  | -4332 | -5800 | -6283 | 1.666    | 1.725   | -0.00170  | -0.00133 |
| 14        | 500.00  | 520.31 | 5607666 | 5480606 | -6255  | -6255 | -6283 | -6538 | 1.725    | 1.750   | -0.00133  | -0.00115 |
| 15        | 520.31  | 540.63 | 5480606 | 5333546 | -7240  | -7240 | -6538 | -6794 | 1.750    | 1.771   | -0.00115  | -0.00097 |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |         |         |        |        |        |        |       |       |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|
| 16 | 540.63  | 560.94  | 5333546 | 5168906 | -8105  | -8105  | -6794  | -7049  | 1.771 | 1.789 | -.00097 | -.00079 |
| 17 | 560.94  | 581.25  | 5168906 | 4989104 | -8852  | -8852  | -7049  | -7304  | 1.789 | 1.803 | -.00079 | -.00062 |
| 18 | 581.25  | 601.56  | 4989104 | 4796557 | -9479  | -9479  | -7304  | -7559  | 1.803 | 1.814 | -.00062 | -.00045 |
| 19 | 601.56  | 621.88  | 4796557 | 4593686 | -9988  | -9988  | -7559  | -7815  | 1.814 | 1.822 | -.00045 | -.00029 |
| 20 | 621.88  | 642.19  | 4593686 | 4382907 | -10377 | -10377 | -7815  | -8070  | 1.822 | 1.826 | -.00029 | -.00014 |
| 21 | 642.19  | 662.50  | 4382907 | 4166640 | -10647 | -10647 | -8070  | -8325  | 1.826 | 1.828 | -.00014 | 0.00000 |
| 22 | 662.50  | 682.81  | 4166640 | 3947303 | -10798 | -10798 | -8325  | -8580  | 1.828 | 1.826 | 0.00000 | 0.00014 |
| 23 | 682.81  | 703.13  | 3947303 | 3727315 | -10830 | -10830 | -8580  | -8836  | 1.826 | 1.822 | 0.00014 | 0.00027 |
| 24 | 703.13  | 723.44  | 3727315 | 3509094 | -10743 | -10743 | -8836  | -9091  | 1.822 | 1.815 | 0.00027 | 0.00039 |
| 25 | 723.44  | 743.75  | 3509094 | 3295058 | -10537 | -10537 | -9091  | -9346  | 1.815 | 1.806 | 0.00039 | 0.00050 |
| 26 | 743.75  | 764.06  | 3295058 | 3087627 | -10212 | -10212 | -9346  | -9601  | 1.806 | 1.795 | 0.00050 | 0.00061 |
| 27 | 764.06  | 784.38  | 3087627 | 2888703 | -9793  | -9793  | -9601  | -9857  | 1.795 | 1.782 | 0.00061 | 0.00071 |
| 28 | 784.38  | 804.69  | 2888703 | 2698124 | -9382  | -9382  | -9857  | -10112 | 1.782 | 1.766 | 0.00071 | 0.00080 |
| 29 | 804.69  | 825.00  | 2698124 | 2515690 | -8981  | -8981  | -10112 | -10367 | 1.766 | 1.749 | 0.00080 | 0.00089 |
| 30 | 825.00  | 845.31  | 2515690 | 2341158 | -8592  | -8592  | -10367 | -10623 | 1.749 | 1.730 | 0.00089 | 0.00097 |
| 31 | 845.31  | 865.63  | 2341158 | 2174253 | -8217  | -8217  | -10623 | -10878 | 1.730 | 1.709 | 0.00097 | 0.00105 |
| 32 | 865.63  | 885.94  | 2174253 | 2014666 | -7857  | -7857  | -10878 | -11133 | 1.709 | 1.687 | 0.00105 | 0.00112 |
| 33 | 885.94  | 906.25  | 2014666 | 1862058 | -7513  | -7513  | -11133 | -11388 | 1.687 | 1.664 | 0.00112 | 0.00119 |
| 34 | 906.25  | 926.56  | 1862058 | 1716060 | -7188  | -7188  | -11388 | -11644 | 1.664 | 1.639 | 0.00119 | 0.00125 |
| 35 | 926.56  | 946.88  | 1716060 | 1576278 | -6882  | -6882  | -11644 | -11899 | 1.639 | 1.613 | 0.00125 | 0.00130 |
| 36 | 946.88  | 967.19  | 1576278 | 1442292 | -6596  | -6596  | -11899 | -12154 | 1.613 | 1.586 | 0.00130 | 0.00135 |
| 37 | 967.19  | 987.50  | 1442292 | 1313663 | -6333  | -6333  | -12154 | -12409 | 1.586 | 1.558 | 0.00135 | 0.00140 |
| 38 | 987.50  | 1007.81 | 1313663 | 1189929 | -6092  | -6092  | -12409 | -12665 | 1.558 | 1.530 | 0.00140 | 0.00144 |
| 39 | 1007.81 | 1028.13 | 1189929 | 1070609 | -5874  | -5874  | -12665 | -12920 | 1.530 | 1.500 | 0.00144 | 0.00148 |
| 40 | 1028.13 | 1048.44 | 1070609 | 955208  | -5681  | -5681  | -12920 | -13175 | 1.500 | 1.470 | 0.00148 | 0.00151 |
| 41 | 1048.44 | 1068.75 | 955208  | 843213  | -5514  | -5514  | -13175 | -13430 | 1.470 | 1.438 | 0.00151 | 0.00154 |
| 42 | 1068.75 | 1089.06 | 843213  | 734100  | -5372  | -5372  | -13430 | -13686 | 1.438 | 1.407 | 0.00154 | 0.00157 |
| 43 | 1089.06 | 1109.38 | 734100  | 627330  | -5256  | -5256  | -13686 | -13941 | 1.407 | 1.375 | 0.00157 | 0.00159 |
| 44 | 1109.38 | 1129.69 | 627330  | 522357  | -5168  | -5168  | -13941 | -14196 | 1.375 | 1.342 | 0.00159 | 0.00161 |
| 45 | 1129.69 | 1150.00 | 522357  | 418625  | -5107  | -5107  | -14196 | -14451 | 1.342 | 1.309 | 0.00161 | 0.00163 |
| 46 | 1150.00 | 1170.00 | 418625  | 324546  | -4704  | -4704  | -14451 | -14703 | 1.309 | 1.277 | 0.00163 | 0.00164 |
| 47 | 1170.00 | 1190.00 | 324546  | 244897  | -3982  | -3982  | -14703 | -14954 | 1.277 | 1.244 | 0.00164 | 0.00165 |
| 48 | 1190.00 | 1210.00 | 244897  | 178624  | -3314  | -3314  | -14954 | -15205 | 1.244 | 1.211 | 0.00165 | 0.00166 |
| 49 | 1210.00 | 1230.00 | 178624  | 124670  | -2698  | -2698  | -15205 | -15457 | 1.211 | 1.177 | 0.00166 | 0.00166 |
| 50 | 1230.00 | 1250.00 | 124670  | 81971   | -2135  | -2135  | -15457 | -15708 | 1.177 | 1.144 | 0.00166 | 0.00167 |
| 51 | 1250.00 | 1270.00 | 81971   | 49464   | -1625  | -1625  | -15708 | -15959 | 1.144 | 1.111 | 0.00167 | 0.00167 |
| 52 | 1270.00 | 1290.00 | 49464   | 26081   | -1169  | -1169  | -15959 | -16211 | 1.111 | 1.077 | 0.00167 | 0.00167 |
| 53 | 1290.00 | 1310.00 | 26081   | 10756   | -766   | -766   | -16211 | -16462 | 1.077 | 1.044 | 0.00167 | 0.00167 |
| 54 | 1310.00 | 1330.00 | 10756   | 2418    | -417   | -417   | -16462 | -16713 | 1.044 | 1.011 | 0.00167 | 0.00167 |
| 55 | 1330.00 | 1350.00 | 2418    | 0       | -121   | -121   | -16713 | -16965 | 1.011 | 0.977 | 0.00167 | 0.00167 |



---

*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



## 8.1.5 Montefalcone statica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

### GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

### DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1350.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

#### VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

| n. | prof. | spost. | rotaz.(rad) |
|----|-------|--------|-------------|
| 1  | 0.00  | 0.000  | LIBERO      |

#### STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(°) | F(°) | B(°) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 400.0  | 0.0      | 0.001900 | 0.000000 | 35.0 | 40.0 | 22.0 | 0.00000 | 300.0 | 1.00000 |
| 2  | 950.0  | 400.0    | 0.001950 | 0.002000 | 20.0 | 25.0 | 16.0 | 0.20000 | 250.0 | 1.00000 |

#### STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(°) | F(°) | B(°) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 750.0  | 600.0    | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 25.0 | 8.0  | 0.20000 | 250.0 | 1.00000 |

#### SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

| quota | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|-------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.00  | 0.000000  | 0.000000   | 0.000000  | 0.000000   | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000   |
| 40.00 | 0.025662  | 12.522310  | 0.000000  | 0.000000   | 0.076000  | 0.000000  | 0.025662  | 0.000000  | 0.025662   |
| 80.00 | 0.051324  | 25.044610  | 0.000000  | 0.000000   | 0.152000  | 0.000000  | 0.051324  | 0.000000  | 0.051324   |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |            |          |           |          |           |          |           |           |
|---------|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 120.00  | 0.076985 | 37.566920  | 0.000000 | 0.000000  | 0.228000 | 0.000000  | 0.076985 | 0.000000  | 0.076985  |
| 160.00  | 0.102647 | 50.089230  | 0.000000 | 0.000000  | 0.304000 | 0.000000  | 0.102647 | 0.000000  | 0.102647  |
| 200.00  | 0.128309 | 62.611530  | 0.000000 | 0.000000  | 0.380000 | 0.000000  | 0.128309 | 0.000000  | 0.128309  |
| 240.00  | 0.153971 | 75.133830  | 0.000000 | 0.000000  | 0.456000 | 0.000000  | 0.153971 | 0.000000  | 0.153971  |
| 280.00  | 0.179632 | 87.656140  | 0.000000 | 0.000000  | 0.532000 | 0.000000  | 0.179632 | 0.000000  | 0.179632  |
| 320.00  | 0.205294 | 100.178500 | 0.000000 | 0.000000  | 0.608000 | 0.000000  | 0.205294 | 0.000000  | 0.205294  |
| 360.00  | 0.230956 | 112.700800 | 0.000000 | 0.000000  | 0.684000 | 0.000000  | 0.230956 | 0.000000  | 0.230956  |
| 400.00  | 0.114524 | 9.029045   | 0.000000 | 0.000000  | 0.760000 | 0.000000  | 0.258207 | 0.000000  | 0.258207  |
| 440.00  | 0.155424 | 9.826975   | 0.000000 | 0.000000  | 0.838000 | 0.000000  | 0.304946 | 0.000000  | 0.304946  |
| 480.00  | 0.196323 | 10.624910  | 0.000000 | 0.000000  | 0.916000 | 0.000000  | 0.356187 | 0.000000  | 0.356187  |
| 520.00  | 0.237222 | 11.422840  | 0.000000 | 0.000000  | 0.994000 | 0.000000  | 0.411928 | 0.000000  | 0.411928  |
| 560.00  | 0.278122 | 12.220770  | 0.000000 | 0.000000  | 1.072000 | 0.000000  | 0.472040 | 0.000000  | 0.472040  |
| 600.00  | 0.319021 | 13.018700  | 0.000000 | -0.696595 | 1.150000 | 0.000000  | 0.536248 | -0.613752 | -0.077504 |
| 619.74  | 0.329370 | 13.220600  | 0.000000 | -0.757040 | 1.169737 | -0.019737 | 0.550564 | -0.638910 | -0.088346 |
| 639.47  | 0.339719 | 13.422510  | 0.000000 | -0.817486 | 1.189474 | -0.039474 | 0.565715 | -0.663232 | -0.097517 |
| 659.21  | 0.350068 | 13.624410  | 0.000000 | -0.877932 | 1.209211 | -0.059211 | 0.581641 | -0.686780 | -0.105139 |
| 678.95  | 0.360417 | 13.826320  | 0.000000 | -0.938377 | 1.228947 | -0.078947 | 0.598283 | -0.709612 | -0.111329 |
| 698.68  | 0.370766 | 14.028220  | 0.000000 | -0.998823 | 1.248684 | -0.098684 | 0.615584 | -0.731784 | -0.116200 |
| 718.42  | 0.381115 | 14.230130  | 0.000000 | -1.059269 | 1.268421 | -0.118421 | 0.633491 | -0.753352 | -0.119861 |
| 738.16  | 0.391464 | 14.432030  | 0.000000 | -1.119714 | 1.288158 | -0.138158 | 0.651951 | -0.774365 | -0.122415 |
| 757.89  | 0.401813 | 14.633940  | 0.000000 | -1.180160 | 1.307895 | -0.157895 | 0.670915 | -0.794874 | -0.123959 |
| 777.63  | 0.412163 | 14.835840  | 0.000000 | -1.240606 | 1.327632 | -0.177632 | 0.690337 | -0.814926 | -0.124589 |
| 797.37  | 0.422512 | 15.037750  | 0.000000 | -1.301051 | 1.347368 | -0.197368 | 0.710173 | -0.834564 | -0.124391 |
| 817.11  | 0.432861 | 15.239650  | 0.000000 | -1.361497 | 1.367105 | -0.217105 | 0.730381 | -0.853830 | -0.123449 |
| 836.84  | 0.443210 | 15.441560  | 0.000000 | -1.421943 | 1.386842 | -0.236842 | 0.750922 | -0.872763 | -0.121841 |
| 856.58  | 0.453559 | 15.643470  | 0.000000 | -1.482388 | 1.406579 | -0.256579 | 0.771760 | -0.891398 | -0.119638 |
| 876.32  | 0.463908 | 15.845370  | 0.000000 | -1.542834 | 1.426316 | -0.276316 | 0.792861 | -0.909770 | -0.116909 |
| 896.05  | 0.474257 | 16.047280  | 0.000000 | -1.603280 | 1.446053 | -0.296053 | 0.814195 | -0.927910 | -0.113715 |
| 915.79  | 0.484606 | 16.249180  | 0.000000 | -1.663725 | 1.465789 | -0.315790 | 0.835732 | -0.945847 | -0.110115 |
| 935.53  | 0.494955 | 16.451090  | 0.000000 | -1.724171 | 1.485526 | -0.335526 | 0.857446 | -0.963606 | -0.106160 |
| 955.26  | 0.505304 | 16.652990  | 0.000000 | -1.784617 | 1.505263 | -0.355263 | 0.879313 | -0.981213 | -0.101900 |
| 975.00  | 0.515653 | 16.854900  | 0.000000 | -1.845062 | 1.525000 | -0.375000 | 0.901311 | -0.998689 | -0.097377 |
| 994.74  | 0.526002 | 17.056800  | 0.000000 | -1.905508 | 1.544737 | -0.394737 | 0.923421 | -1.016053 | -0.092632 |
| 1014.47 | 0.536351 | 17.258710  | 0.000000 | -1.965954 | 1.564474 | -0.414474 | 0.945624 | -1.033323 | -0.087699 |
| 1034.21 | 0.546700 | 17.460610  | 0.000000 | -2.026399 | 1.584211 | -0.434211 | 0.967906 | -1.050516 | -0.082610 |
| 1053.95 | 0.557049 | 17.662520  | 0.000000 | -2.086845 | 1.603947 | -0.453947 | 0.990251 | -1.067644 | -0.077393 |
| 1073.68 | 0.567398 | 17.864420  | 0.000000 | -2.147291 | 1.623684 | -0.473684 | 1.012648 | -1.084720 | -0.072072 |
| 1093.42 | 0.577747 | 18.066330  | 0.000000 | -2.207736 | 1.643421 | -0.493421 | 1.035087 | -1.101755 | -0.066668 |
| 1113.16 | 0.588096 | 18.268240  | 0.000000 | -2.268182 | 1.663158 | -0.513158 | 1.057559 | -1.118757 | -0.061199 |
| 1132.90 | 0.598445 | 18.470140  | 0.000000 | -2.328628 | 1.682895 | -0.532895 | 1.080055 | -1.135735 | -0.055680 |
| 1152.63 | 0.608794 | 18.672050  | 0.000000 | -2.389073 | 1.702632 | -0.552632 | 1.102569 | -1.152694 | -0.050125 |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |          |           |          |          |          |           |          |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| 1172.37 | 0.619143 | 18.873950 | 0.000000 | -2.449519 | 1.722368 | -.572368 | 1.125097 | -1.169640 | -.044543 |
| 1192.11 | 0.629492 | 19.075860 | 0.000000 | -2.509965 | 1.742105 | -.592105 | 1.147634 | -1.186576 | -.038942 |
| 1211.84 | 0.639841 | 19.277760 | 0.000000 | -2.570410 | 1.761842 | -.611842 | 1.170177 | -1.203507 | -.033330 |
| 1231.58 | 0.650190 | 19.479670 | 0.000000 | -2.630856 | 1.781579 | -.631579 | 1.192724 | -1.220434 | -.027710 |
| 1251.32 | 0.660539 | 19.681570 | -.000139 | -2.691302 | 1.801316 | -.651316 | 1.215273 | -1.237359 | -.022087 |
| 1271.05 | 0.670888 | 19.883480 | -.007519 | -2.751747 | 1.821053 | -.671053 | 1.237822 | -1.254283 | -.016461 |
| 1290.79 | 0.681238 | 20.085380 | -.014900 | -2.812193 | 1.840789 | -.690790 | 1.260372 | -1.271207 | -.010836 |
| 1310.53 | 0.691587 | 20.287290 | -.022280 | -2.872639 | 1.860526 | -.710526 | 1.282921 | -1.288131 | -.005210 |
| 1330.26 | 0.701936 | 20.489190 | -.029660 | -2.933084 | 1.880263 | -.730263 | 1.305471 | -1.305055 | 0.000416 |
| 1350.00 | 0.712285 | 20.691100 | -.037040 | -2.993530 | 1.900000 | -.750000 | 1.328020 | -1.321980 | 0.006641 |

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 750.00 spinta totale a monte 281.2500 daN/cm

altezza falda a valle 750.00 spinta totale a valle 281.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| conco n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.  | Mfin.   | Tiniz. | Tfin. | Niniz | Nfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |
|----------|---------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|
| 1        | 0.00    | 40.00  | 0       | 267294  | 6682   | 6682  | 0     | -503  | 0.000    | 0.071   | -.00178   | -.00177  |
| 2        | 40.00   | 80.00  | 267294  | 530482  | 6580   | 6580  | -503  | -1005 | 0.071    | 0.141   | -.00177   | -.00174  |
| 3        | 80.00   | 120.00 | 530482  | 785459  | 6374   | 6374  | -1005 | -1508 | 0.141    | 0.210   | -.00174   | -.00170  |
| 4        | 120.00  | 160.00 | 785459  | 1028118 | 6066   | 6066  | -1508 | -2011 | 0.210    | 0.277   | -.00170   | -.00164  |
| 5        | 160.00  | 200.00 | 1028118 | 1254353 | 5656   | 5656  | -2011 | -2513 | 0.277    | 0.341   | -.00164   | -.00156  |
| 6        | 200.00  | 240.00 | 1254353 | 1460059 | 5143   | 5143  | -2513 | -3016 | 0.341    | 0.402   | -.00156   | -.00147  |
| 7        | 240.00  | 280.00 | 1460059 | 1641120 | 4527   | 4527  | -3016 | -3519 | 0.402    | 0.459   | -.00147   | -.00137  |
| 8        | 280.00  | 320.00 | 1641129 | 1793459 | 3808   | 3808  | -3519 | -4021 | 0.459    | 0.512   | -.00137   | -.00126  |
| 9        | 320.00  | 360.00 | 1793459 | 1912941 | 2987   | 2987  | -4021 | -4524 | 0.512    | 0.559   | -.00126   | -.00113  |
| 10       | 360.00  | 400.00 | 1912941 | 1995471 | 2063   | 2063  | -4524 | -5027 | 0.559    | 0.602   | -.00113   | -.00100  |
| 11       | 400.00  | 440.00 | 1995471 | 2044662 | 1230   | 1230  | -5027 | -5529 | 0.602    | 0.640   | -.00100   | -.00087  |
| 12       | 440.00  | 480.00 | 2044662 | 2045062 | 10     | 10    | -5529 | -6032 | 0.640    | 0.672   | -.00087   | -.00073  |
| 13       | 480.00  | 520.00 | 2045062 | 1988473 | -1415  | -1415 | -6032 | -6535 | 0.672    | 0.698   | -.00073   | -.00060  |
| 14       | 520.00  | 560.00 | 1988473 | 1865975 | -3062  | -3062 | -6535 | -7037 | 0.698    | 0.720   | -.00060   | -.00047  |
| 15       | 560.00  | 600.00 | 1865975 | 1667950 | -4951  | -4951 | -7037 | -7540 | 0.720    | 0.737   | -.00047   | -.00036  |
| 16       | 600.00  | 619.74 | 1667950 | 1551609 | -5895  | -5895 | -7540 | -7788 | 0.737    | 0.743   | -.00036   | -.00030  |
| 17       | 619.74  | 639.47 | 1551609 | 1438709 | -5720  | -5720 | -7788 | -8036 | 0.743    | 0.749   | -.00030   | -.00025  |
| 18       | 639.47  | 659.21 | 1438709 | 1329608 | -5528  | -5528 | -8036 | -8284 | 0.749    | 0.753   | -.00025   | -.00021  |
| 19       | 659.21  | 678.95 | 1329608 | 1224602 | -5320  | -5320 | -8284 | -8532 | 0.753    | 0.757   | -.00021   | -.00017  |
| 20       | 678.95  | 698.68 | 1224602 | 1123934 | -5101  | -5101 | -8532 | -8780 | 0.757    | 0.760   | -.00017   | -.00013  |
| 21       | 698.68  | 718.42 | 1123934 | 1027791 | -4871  | -4871 | -8780 | -9028 | 0.760    | 0.762   | -.00013   | -.00009  |
| 22       | 718.42  | 738.16 | 1027791 | 936318  | -4635  | -4635 | -9028 | -9276 | 0.762    | 0.763   | -.00009   | -.00006  |
| 23       | 738.16  | 757.89 | 936318  | 849614  | -4393  | -4393 | -9276 | -9524 | 0.763    | 0.764   | -.00006   | -.00003  |
| 24       | 757.89  | 777.63 | 849614  | 767738  | -4148  | -4148 | -9524 | -9772 | 0.764    | 0.765   | -.00003   | -.00001  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |        |        |       |       |        |        |       |       |          |         |
|----|---------|---------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|----------|---------|
| 25 | 777.63  | 797.37  | 767738 | 690715 | -3902 | -3902 | -9772  | -10020 | 0.765 | 0.765 | -0.00001 | 0.00002 |
| 26 | 797.37  | 817.11  | 690715 | 618538 | -3657 | -3657 | -10020 | -10268 | 0.765 | 0.764 | 0.00002  | 0.00004 |
| 27 | 817.11  | 836.84  | 618538 | 551170 | -3413 | -3413 | -10268 | -10516 | 0.764 | 0.763 | 0.00004  | 0.00006 |
| 28 | 836.84  | 856.58  | 551170 | 488548 | -3173 | -3173 | -10516 | -10764 | 0.763 | 0.762 | 0.00006  | 0.00008 |
| 29 | 856.58  | 876.32  | 488548 | 430587 | -2937 | -2937 | -10764 | -11012 | 0.762 | 0.760 | 0.00008  | 0.00009 |
| 30 | 876.32  | 896.05  | 430587 | 377179 | -2706 | -2706 | -11012 | -11260 | 0.760 | 0.758 | 0.00009  | 0.00010 |
| 31 | 896.05  | 915.79  | 377179 | 328202 | -2482 | -2482 | -11260 | -11508 | 0.758 | 0.756 | 0.00010  | 0.00012 |
| 32 | 915.79  | 935.53  | 328202 | 283513 | -2264 | -2264 | -11508 | -11756 | 0.756 | 0.754 | 0.00012  | 0.00013 |
| 33 | 935.53  | 955.26  | 283513 | 242961 | -2055 | -2055 | -11756 | -12004 | 0.754 | 0.751 | 0.00013  | 0.00013 |
| 34 | 955.26  | 975.00  | 242961 | 206377 | -1854 | -1854 | -12004 | -12252 | 0.751 | 0.748 | 0.00013  | 0.00014 |
| 35 | 975.00  | 994.74  | 206377 | 173587 | -1661 | -1661 | -12252 | -12500 | 0.748 | 0.746 | 0.00014  | 0.00015 |
| 36 | 994.74  | 1014.47 | 173587 | 144405 | -1479 | -1479 | -12500 | -12748 | 0.746 | 0.743 | 0.00015  | 0.00015 |
| 37 | 1014.47 | 1034.21 | 144405 | 118640 | -1305 | -1305 | -12748 | -12996 | 0.743 | 0.740 | 0.00015  | 0.00016 |
| 38 | 1034.21 | 1053.95 | 118640 | 96092  | -1142 | -1142 | -12996 | -13244 | 0.740 | 0.736 | 0.00016  | 0.00016 |
| 39 | 1053.95 | 1073.68 | 96092  | 76560  | -990  | -990  | -13244 | -13492 | 0.736 | 0.733 | 0.00016  | 0.00016 |
| 40 | 1073.68 | 1093.42 | 76560  | 59835  | -847  | -847  | -13492 | -13740 | 0.733 | 0.730 | 0.00016  | 0.00017 |
| 41 | 1093.42 | 1113.16 | 59835  | 45706  | -716  | -716  | -13740 | -13988 | 0.730 | 0.727 | 0.00017  | 0.00017 |
| 42 | 1113.16 | 1132.90 | 45706  | 33962  | -595  | -595  | -13988 | -14236 | 0.727 | 0.723 | 0.00017  | 0.00017 |
| 43 | 1132.90 | 1152.63 | 33962  | 24387  | -485  | -485  | -14236 | -14484 | 0.723 | 0.720 | 0.00017  | 0.00017 |
| 44 | 1152.63 | 1172.37 | 24387  | 16764  | -386  | -386  | -14484 | -14732 | 0.720 | 0.717 | 0.00017  | 0.00017 |
| 45 | 1172.37 | 1192.11 | 16764  | 10877  | -298  | -298  | -14732 | -14980 | 0.717 | 0.713 | 0.00017  | 0.00017 |
| 46 | 1192.11 | 1211.84 | 10877  | 6506   | -221  | -221  | -14980 | -15228 | 0.713 | 0.710 | 0.00017  | 0.00017 |
| 47 | 1211.84 | 1231.58 | 6506   | 3434   | -156  | -156  | -15228 | -15476 | 0.710 | 0.707 | 0.00017  | 0.00017 |
| 48 | 1231.58 | 1251.32 | 3434   | 1441   | -101  | -101  | -15476 | -15725 | 0.707 | 0.703 | 0.00017  | 0.00017 |
| 49 | 1251.32 | 1271.05 | 1441   | 309    | -57   | -57   | -15725 | -15973 | 0.703 | 0.700 | 0.00017  | 0.00017 |
| 50 | 1271.05 | 1290.79 | 309    | -182   | -25   | -25   | -15973 | -16221 | 0.700 | 0.697 | 0.00017  | 0.00017 |
| 51 | 1290.79 | 1310.53 | -182   | -251   | -4    | -4    | -16221 | -16469 | 0.697 | 0.693 | 0.00017  | 0.00017 |
| 52 | 1310.53 | 1330.26 | -251   | -118   | 7     | 7     | -16469 | -16717 | 0.693 | 0.690 | 0.00017  | 0.00017 |
| 53 | 1330.26 | 1350.00 | -118   | 0      | 6     | 6     | -16717 | -16965 | 0.690 | 0.686 | 0.00017  | 0.00017 |

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)





## 8.1.6 Montefalcone sismica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

### GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

### DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommità paratia)

| n. | prof.iniz. | prof.fin. | sezione n. | larg. | inerzia   | area   |
|----|------------|-----------|------------|-------|-----------|--------|
| 1  | 0.00       | 1350.00   | 1          | 100.0 | 2010619.0 | 5026.5 |

### CARICHI DISTRIBUITI

sovraccarico a monte 1.0000 sovraccarico a valle 0.0000

### VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommità paratia)

| n. | prof. | spost. | rotaz.(rad) |
|----|-------|--------|-------------|
| 1  | 0.00  | 0.000  | LIBERO      |

### STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommità paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 400.0  | 0.0      | 0.001900 | 0.000000 | 15.0 | 40.0 | 26.0 | 0.00000 | 300.0 | 1.00000 |
| 2  | 950.0  | 400.0    | 0.001950 | 0.002000 | 20.0 | 25.0 | 16.0 | 0.20000 | 250.0 | 1.00000 |

### STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommità paratia)

| n. | spess. | prof.in. | g.sec    | g.sat    | D(ø) | F(ø) | B(ø) | c       | Et    | Ko      |
|----|--------|----------|----------|----------|------|------|------|---------|-------|---------|
| 1  | 850.0  | 500.0    | 0.001950 | 0.002000 | 0.0  | 25.0 | 8.0  | 0.20000 | 250.0 | 1.00000 |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

| quota  | att.monte | pass.monte | att.valle | pass.valle | rip.monte | rip.valle | eff.monte | eff.valle | eff.totale |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.00   | 0.211207  | 114.537400 | 0.000000  | 0.000000   | 1.000000  | 0.000000  | 1.000000  | 0.000000  | 1.000000   |
| 40.00  | 0.227258  | 123.242200 | 0.000000  | 0.000000   | 1.076000  | 0.000000  | 0.922841  | 0.000000  | 0.922841   |
| 80.00  | 0.243310  | 131.947000 | 0.000000  | 0.000000   | 1.152000  | 0.000000  | 0.848574  | 0.000000  | 0.848574   |
| 120.00 | 0.259362  | 140.651900 | 0.000000  | 0.000000   | 1.228000  | 0.000000  | 0.779701  | 0.000000  | 0.779701   |
| 160.00 | 0.275414  | 149.356700 | 0.000000  | 0.000000   | 1.304000  | 0.000000  | 0.718292  | 0.000000  | 0.718292   |
| 200.00 | 0.291465  | 158.061500 | 0.000000  | 0.000000   | 1.380000  | 0.000000  | 0.666015  | 0.000000  | 0.666015   |
| 240.00 | 0.307517  | 166.766400 | 0.000000  | 0.000000   | 1.456000  | 0.000000  | 0.624174  | 0.000000  | 0.624174   |
| 280.00 | 0.323569  | 175.471200 | 0.000000  | 0.000000   | 1.532000  | 0.000000  | 0.593738  | 0.000000  | 0.593738   |
| 320.00 | 0.339620  | 184.176100 | 0.000000  | 0.000000   | 1.608000  | 0.000000  | 0.575360  | 0.000000  | 0.575360   |
| 360.00 | 0.355672  | 192.880900 | 0.000000  | 0.000000   | 1.684000  | 0.000000  | 0.569406  | 0.000000  | 0.569406   |
| 400.00 | 0.638875  | 19.258920  | 0.000000  | 0.000000   | 1.760000  | 0.000000  | 0.773301  | 0.000000  | 0.773301   |
| 433.33 | 0.672958  | 19.923860  | 0.000000  | 0.000000   | 1.825000  | 0.000000  | 0.797937  | 0.000000  | 0.797937   |
| 466.67 | 0.707041  | 20.588800  | 0.000000  | 0.000000   | 1.890000  | 0.000000  | 0.829489  | 0.000000  | 0.829489   |
| 500.00 | 0.741124  | 21.253740  | 0.000000  | -0.696595  | 1.955000  | 0.000000  | 0.867597  | -0.696595 | 0.171003   |
| 520.24 | 0.751736  | 21.460780  | 0.000000  | -0.758575  | 1.975238  | -0.020238 | 0.874502  | -0.758575 | 0.115926   |
| 540.48 | 0.762348  | 21.667810  | 0.000000  | -0.820556  | 1.995476  | -0.040476 | 0.883515  | -0.820556 | 0.062958   |
| 560.71 | 0.772960  | 21.874840  | 0.000000  | -0.882537  | 2.015714  | -0.060714 | 0.894502  | -0.882537 | 0.011965   |
| 580.95 | 0.783571  | 22.081870  | 0.000000  | -0.944518  | 2.035952  | -0.080952 | 0.907330  | -0.944518 | -0.037188  |
| 601.19 | 0.794183  | 22.288910  | 0.000000  | -1.006499  | 2.056190  | -0.101191 | 0.921863  | -1.006499 | -0.084636  |
| 621.43 | 0.804795  | 22.495940  | 0.000000  | -1.068479  | 2.076429  | -0.121429 | 0.937966  | -1.068479 | -0.130513  |
| 641.67 | 0.815407  | 22.702970  | 0.000000  | -1.130460  | 2.096667  | -0.141667 | 0.955507  | -1.130460 | -0.174953  |
| 661.90 | 0.826019  | 22.910010  | 0.000000  | -1.192441  | 2.116905  | -0.161905 | 0.974358  | -1.192441 | -0.218083  |
| 682.14 | 0.836631  | 23.117040  | 0.000000  | -1.254422  | 2.137143  | -0.182143 | 0.994392  | -1.254422 | -0.260030  |
| 702.38 | 0.847243  | 23.324070  | 0.000000  | -1.316403  | 2.157381  | -0.202381 | 1.015489  | -1.316403 | -0.300914  |
| 722.62 | 0.857855  | 23.531110  | 0.000000  | -1.378383  | 2.177619  | -0.222619 | 1.037535  | -1.362703 | -0.325168  |
| 742.86 | 0.868466  | 23.738140  | 0.000000  | -1.440364  | 2.197857  | -0.242857 | 1.060424  | -1.380291 | -0.319867  |
| 763.10 | 0.879078  | 23.945170  | 0.000000  | -1.502345  | 2.218095  | -0.263095 | 1.084054  | -1.397137 | -0.313083  |
| 783.33 | 0.889690  | 24.152210  | 0.000000  | -1.564326  | 2.238333  | -0.283333 | 1.108334  | -1.413333 | -0.304999  |
| 803.57 | 0.900302  | 24.359240  | 0.000000  | -1.626307  | 2.258571  | -0.303571 | 1.133178  | -1.428965 | -0.295787  |
| 823.81 | 0.910914  | 24.566270  | 0.000000  | -1.688287  | 2.278810  | -0.323810 | 1.158508  | -1.444111 | -0.285603  |
| 844.05 | 0.921526  | 24.773310  | 0.000000  | -1.750268  | 2.299048  | -0.344048 | 1.184254  | -1.458842 | -0.274588  |
| 864.29 | 0.932138  | 24.980340  | 0.000000  | -1.812249  | 2.319286  | -0.364286 | 1.210349  | -1.473222 | -0.262874  |
| 884.52 | 0.942749  | 25.187370  | 0.000000  | -1.874230  | 2.339524  | -0.384524 | 1.236736  | -1.487311 | -0.250575  |
| 904.76 | 0.953361  | 25.394410  | 0.000000  | -1.936211  | 2.359762  | -0.404762 | 1.263363  | -1.501161 | -0.237797  |
| 925.00 | 0.963973  | 25.601440  | 0.000000  | -1.998191  | 2.380000  | -0.425000 | 1.290183  | -1.514817 | -0.224633  |
| 945.24 | 0.974585  | 25.808470  | 0.000000  | -2.060172  | 2.400238  | -0.445238 | 1.317156  | -1.528320 | -0.211165  |
| 965.48 | 0.985197  | 26.015500  | 0.000000  | -2.122153  | 2.420476  | -0.465476 | 1.344245  | -1.541707 | -0.197462  |
| 985.71 | 0.995809  | 26.222540  | 0.000000  | -2.184134  | 2.440714  | -0.485714 | 1.371420  | -1.555009 | -0.183589  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|         |          |           |          |           |          |          |          |           |          |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| 1005.95 | 1.006421 | 26.429570 | 0.000000 | -2.246114 | 2.460952 | -.505952 | 1.398654 | -1.568251 | -.169597 |
| 1026.19 | 1.017033 | 26.636600 | 0.000000 | -2.308095 | 2.481190 | -.526191 | 1.425926 | -1.581455 | -.155529 |
| 1046.43 | 1.027644 | 26.843640 | 0.000000 | -2.370076 | 2.501429 | -.546429 | 1.453217 | -1.594640 | -.141422 |
| 1066.67 | 1.038256 | 27.050670 | 0.000000 | -2.432057 | 2.521667 | -.566667 | 1.480514 | -1.607819 | -.127306 |
| 1086.91 | 1.048868 | 27.257700 | 0.000000 | -2.494038 | 2.541905 | -.586905 | 1.507804 | -1.621005 | -.113201 |
| 1107.14 | 1.059480 | 27.464740 | 0.000000 | -2.556019 | 2.562143 | -.607143 | 1.535080 | -1.634206 | -.099126 |
| 1127.38 | 1.070092 | 27.671770 | 0.000000 | -2.617999 | 2.582381 | -.627381 | 1.562336 | -1.647426 | -.085090 |
| 1147.62 | 1.080704 | 27.878800 | 0.000000 | -2.679980 | 2.602619 | -.647619 | 1.589569 | -1.660669 | -.071101 |
| 1167.86 | 1.091316 | 28.085840 | -.006325 | -2.741961 | 2.622857 | -.667857 | 1.616777 | -1.673938 | -.057161 |
| 1188.10 | 1.101928 | 28.292870 | -.013892 | -2.803942 | 2.643095 | -.688095 | 1.643961 | -1.687230 | -.043269 |
| 1208.33 | 1.112539 | 28.499900 | -.021460 | -2.865922 | 2.663333 | -.708333 | 1.671122 | -1.700545 | -.029423 |
| 1228.57 | 1.123151 | 28.706940 | -.029027 | -2.927903 | 2.683571 | -.728571 | 1.698263 | -1.713880 | -.015617 |
| 1248.81 | 1.133763 | 28.913970 | -.036595 | -2.989884 | 2.703809 | -.748810 | 1.725387 | -1.727232 | -.001844 |
| 1269.05 | 1.144375 | 29.121000 | -.044162 | -3.051865 | 2.724048 | -.769048 | 1.752499 | -1.740596 | 0.011902 |
| 1289.29 | 1.154987 | 29.328040 | -.051730 | -3.113846 | 2.744286 | -.789286 | 1.779601 | -1.753970 | 0.025631 |
| 1309.52 | 1.165599 | 29.535070 | -.059298 | -3.175827 | 2.764524 | -.809524 | 1.806698 | -1.767350 | 0.039348 |
| 1329.76 | 1.176211 | 29.742100 | -.066865 | -3.237807 | 2.784762 | -.829762 | 1.833791 | -1.780733 | 0.053058 |
| 1350.00 | 1.186822 | 29.949130 | -.074433 | -3.299788 | 2.805000 | -.850000 | 1.860884 | -1.794116 | 0.066767 |

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 850.00 spinta totale a monte 361.2500 daN/cm

altezza falda a valle 850.00 spinta totale a valle 361.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

| concio n° | p.iniz. | p.fin. | Miniz.  | Mfin.   | Tiniz. | Tfin.  | Niniz | Nfin  | sp.iniz. | sp.fin. | rot.iniz. | rot.fin. |
|-----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|----------|---------|-----------|----------|
| 1         | 0.00    | 40.00  | 0       | 1119709 | 27993  | 27993  | 0     | -503  | 0.000    | 0.153   | -.00384   | -.00380  |
| 2         | 40.00   | 80.00  | 1119709 | 2061031 | 23533  | 23533  | -503  | -1005 | 0.153    | 0.303   | -.00380   | -.00370  |
| 3         | 80.00   | 120.00 | 2061031 | 2838521 | 19437  | 19437  | -1005 | -1508 | 0.303    | 0.448   | -.00370   | -.00354  |
| 4         | 120.00  | 160.00 | 2838521 | 3465872 | 15684  | 15684  | -1508 | -2011 | 0.448    | 0.586   | -.00354   | -.00333  |
| 5         | 160.00  | 200.00 | 3465872 | 3955580 | 12243  | 12243  | -2011 | -2513 | 0.586    | 0.714   | -.00333   | -.00308  |
| 6         | 200.00  | 240.00 | 3955580 | 4318684 | 9078   | 9078   | -2513 | -3016 | 0.714    | 0.832   | -.00308   | -.00281  |
| 7         | 240.00  | 280.00 | 4318684 | 4564549 | 6147   | 6147   | -3016 | -3519 | 0.832    | 0.938   | -.00281   | -.00251  |
| 8         | 280.00  | 320.00 | 4564549 | 4700718 | 3404   | 3404   | -3519 | -4021 | 0.938    | 1.033   | -.00251   | -.00221  |
| 9         | 320.00  | 360.00 | 4700718 | 4732804 | 802    | 802    | -4021 | -4524 | 1.033    | 1.115   | -.00221   | -.00189  |
| 10        | 360.00  | 400.00 | 4732804 | 4664431 | -1709  | -1709  | -4524 | -5027 | 1.115    | 1.184   | -.00189   | -.00158  |
| 11        | 400.00  | 433.33 | 4664431 | 4521364 | -4292  | -4292  | -5027 | -5445 | 1.184    | 1.232   | -.00158   | -.00133  |
| 12        | 433.33  | 466.67 | 4521364 | 4286543 | -7045  | -7045  | -5445 | -5864 | 1.232    | 1.273   | -.00133   | -.00108  |
| 13        | 466.67  | 500.00 | 4286543 | 3958011 | -9856  | -9856  | -5864 | -6283 | 1.273    | 1.305   | -.00108   | -.00086  |
| 14        | 500.00  | 520.24 | 3958011 | 3726638 | -11433 | -11433 | -6283 | -6538 | 1.305    | 1.321   | -.00086   | -.00073  |
| 15        | 520.24  | 540.48 | 3726638 | 3490518 | -11667 | -11667 | -6538 | -6792 | 1.321    | 1.334   | -.00073   | -.00061  |
| 16        | 540.48  | 560.71 | 3490518 | 3251818 | -11795 | -11795 | -6792 | -7046 | 1.334    | 1.345   | -.00061   | -.00049  |



Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

|    |         |         |         |         |        |        |        |        |       |       |          |          |
|----|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|----------|----------|
| 17 | 560.71  | 580.95  | 3251818 | 3012628 | -11819 | -11819 | -7046  | -7300  | 1.345 | 1.354 | -0.00049 | -0.00039 |
| 18 | 580.95  | 601.19  | 3012628 | 2774962 | -11744 | -11744 | -7300  | -7555  | 1.354 | 1.361 | -0.00039 | -0.00029 |
| 19 | 601.19  | 621.43  | 2774962 | 2540762 | -11572 | -11572 | -7555  | -7809  | 1.361 | 1.366 | -0.00029 | -0.00020 |
| 20 | 621.43  | 641.67  | 2540762 | 2311907 | -11308 | -11308 | -7809  | -8063  | 1.366 | 1.369 | -0.00020 | -0.00012 |
| 21 | 641.67  | 661.90  | 2311907 | 2090219 | -10954 | -10954 | -8063  | -8318  | 1.369 | 1.371 | -0.00012 | -0.00005 |
| 22 | 661.90  | 682.14  | 2090219 | 1877462 | -10513 | -10513 | -8318  | -8572  | 1.371 | 1.371 | -0.00005 | 0.00002  |
| 23 | 682.14  | 702.38  | 1877462 | 1675356 | -9986  | -9986  | -8572  | -8826  | 1.371 | 1.370 | 0.00002  | 0.00008  |
| 24 | 702.38  | 722.62  | 1675356 | 1485575 | -9377  | -9377  | -8826  | -9081  | 1.370 | 1.368 | 0.00008  | 0.00013  |
| 25 | 722.62  | 742.86  | 1485575 | 1309112 | -8719  | -8719  | -9081  | -9335  | 1.368 | 1.365 | 0.00013  | 0.00018  |
| 26 | 742.86  | 763.10  | 1309112 | 1145750 | -8072  | -8072  | -9335  | -9589  | 1.365 | 1.361 | 0.00018  | 0.00022  |
| 27 | 763.10  | 783.33  | 1145750 | 995211  | -7438  | -7438  | -9589  | -9844  | 1.361 | 1.356 | 0.00022  | 0.00026  |
| 28 | 783.33  | 803.57  | 995211  | 857165  | -6821  | -6821  | -9844  | -10098 | 1.356 | 1.350 | 0.00026  | 0.00029  |
| 29 | 803.57  | 823.81  | 857165  | 731233  | -6223  | -6223  | -10098 | -10352 | 1.350 | 1.344 | 0.00029  | 0.00031  |
| 30 | 823.81  | 844.05  | 731233  | 616999  | -5644  | -5644  | -10352 | -10607 | 1.344 | 1.338 | 0.00031  | 0.00034  |
| 31 | 844.05  | 864.29  | 616999  | 514012  | -5089  | -5089  | -10607 | -10861 | 1.338 | 1.331 | 0.00034  | 0.00036  |
| 32 | 864.29  | 884.52  | 514012  | 421791  | -4557  | -4557  | -10861 | -11115 | 1.331 | 1.323 | 0.00036  | 0.00037  |
| 33 | 884.52  | 904.76  | 421791  | 339834  | -4050  | -4050  | -11115 | -11370 | 1.323 | 1.316 | 0.00037  | 0.00038  |
| 34 | 904.76  | 925.00  | 339834  | 267616  | -3568  | -3568  | -11370 | -11624 | 1.316 | 1.308 | 0.00038  | 0.00040  |
| 35 | 925.00  | 945.24  | 267616  | 204599  | -3114  | -3114  | -11624 | -11878 | 1.308 | 1.300 | 0.00040  | 0.00040  |
| 36 | 945.24  | 965.48  | 204599  | 150231  | -2686  | -2686  | -11878 | -12133 | 1.300 | 1.291 | 0.00040  | 0.00041  |
| 37 | 965.48  | 985.71  | 150231  | 103950  | -2287  | -2287  | -12133 | -12387 | 1.291 | 1.283 | 0.00041  | 0.00041  |
| 38 | 985.71  | 1005.95 | 103950  | 65189   | -1915  | -1915  | -12387 | -12641 | 1.283 | 1.275 | 0.00041  | 0.00042  |
| 39 | 1005.95 | 1026.19 | 65189   | 33374   | -1572  | -1572  | -12641 | -12895 | 1.275 | 1.266 | 0.00042  | 0.00042  |
| 40 | 1026.19 | 1046.43 | 33374   | 7929    | -1257  | -1257  | -12895 | -13150 | 1.266 | 1.258 | 0.00042  | 0.00042  |
| 41 | 1046.43 | 1066.67 | 7929    | -11723  | -971   | -971   | -13150 | -13404 | 1.258 | 1.249 | 0.00042  | 0.00042  |
| 42 | 1066.67 | 1086.91 | -11723  | -26161  | -713   | -713   | -13404 | -13658 | 1.249 | 1.241 | 0.00042  | 0.00042  |
| 43 | 1086.91 | 1107.14 | -26161  | -35963  | -484   | -484   | -13658 | -13913 | 1.241 | 1.232 | 0.00042  | 0.00042  |
| 44 | 1107.14 | 1127.38 | -35963  | -41704  | -284   | -284   | -13913 | -14167 | 1.232 | 1.224 | 0.00042  | 0.00042  |
| 45 | 1127.38 | 1147.62 | -41704  | -43961  | -111   | -111   | -14167 | -14421 | 1.224 | 1.216 | 0.00042  | 0.00041  |
| 46 | 1147.62 | 1167.86 | -43961  | -43305  | 32     | 32     | -14421 | -14676 | 1.216 | 1.207 | 0.00041  | 0.00041  |
| 47 | 1167.86 | 1188.10 | -43305  | -40308  | 148    | 148    | -14676 | -14930 | 1.207 | 1.199 | 0.00041  | 0.00041  |
| 48 | 1188.10 | 1208.33 | -40308  | -35539  | 236    | 236    | -14930 | -15184 | 1.199 | 1.191 | 0.00041  | 0.00041  |
| 49 | 1208.33 | 1228.57 | -35539  | -29565  | 295    | 295    | -15184 | -15439 | 1.191 | 1.182 | 0.00041  | 0.00041  |
| 50 | 1228.57 | 1248.81 | -29565  | -22951  | 327    | 327    | -15439 | -15693 | 1.182 | 1.174 | 0.00041  | 0.00041  |
| 51 | 1248.81 | 1269.05 | -22951  | -16262  | 331    | 331    | -15693 | -15947 | 1.174 | 1.166 | 0.00041  | 0.00041  |
| 52 | 1269.05 | 1289.29 | -16262  | -10060  | 306    | 306    | -15947 | -16202 | 1.166 | 1.158 | 0.00041  | 0.00041  |
| 53 | 1289.29 | 1309.52 | -10060  | -4908   | 255    | 255    | -16202 | -16456 | 1.158 | 1.149 | 0.00041  | 0.00041  |
| 54 | 1309.52 | 1329.76 | -4908   | -1367   | 175    | 175    | -16456 | -16710 | 1.149 | 1.141 | 0.00041  | 0.00041  |
| 55 | 1329.76 | 1350.00 | -1367   | 0       | 68     | 68     | -16710 | -16965 | 1.141 | 1.133 | 0.00041  | 0.00041  |

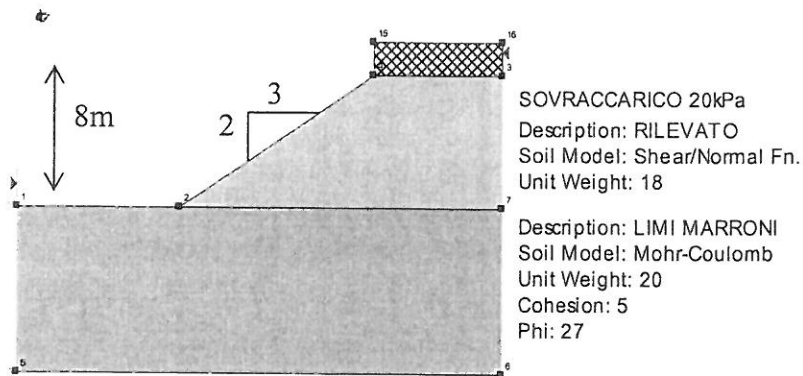
(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



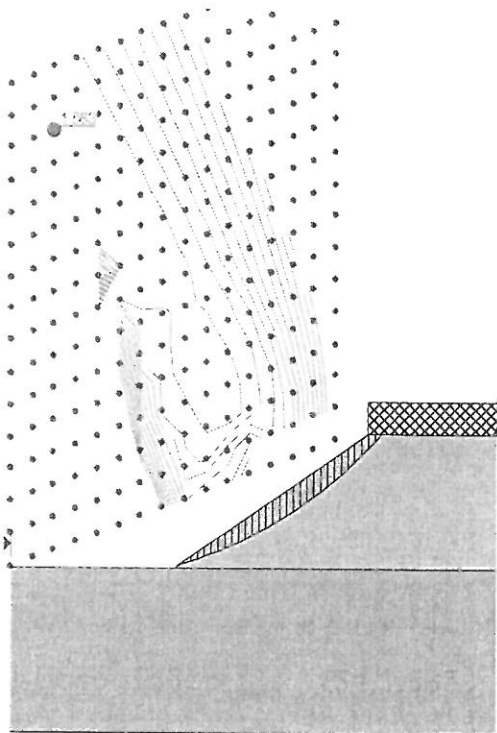
*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

## 8.2 ALLEGATO VERIFICHE DI STABILITA'

### 8.2.1 Rilevato - Sezione 156 - STATICA



a) caso statico  $FS = 1.583 > 1.3$

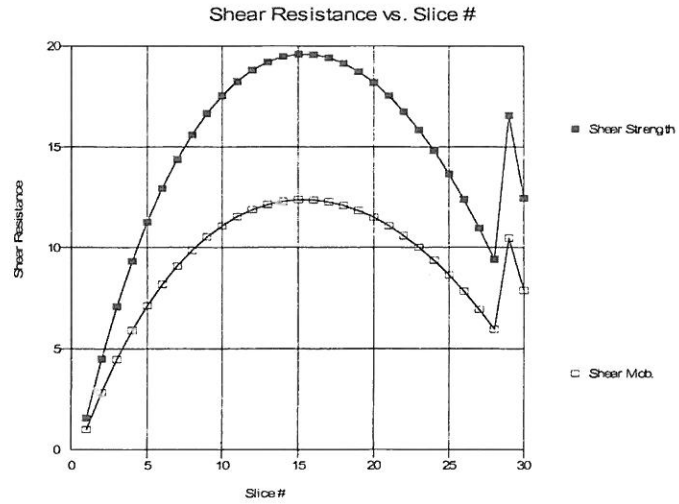
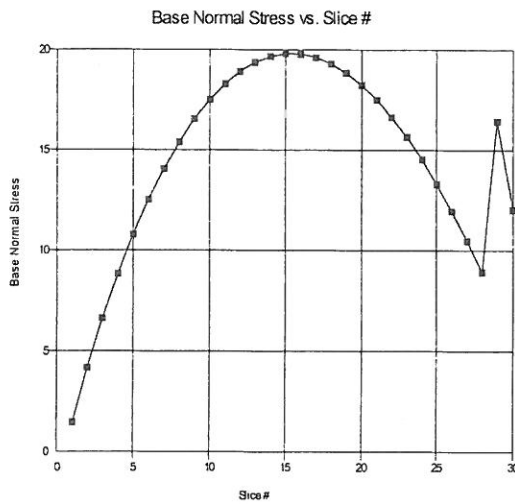


|                  |         |
|------------------|---------|
| Parameter        |         |
| Method           | Spencer |
| Factor of Safety | 1.583   |
| Total Volume     | 13.538  |

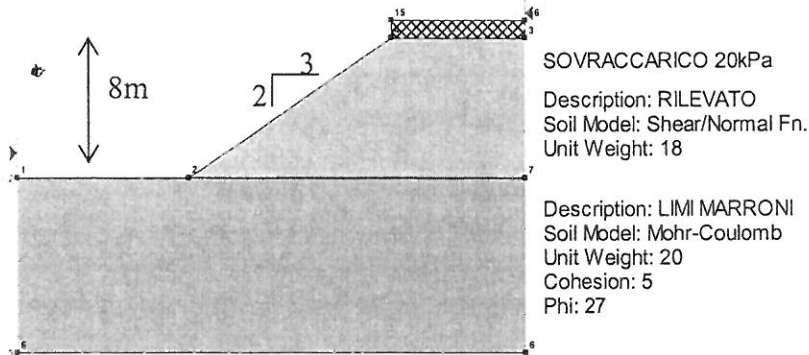


Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

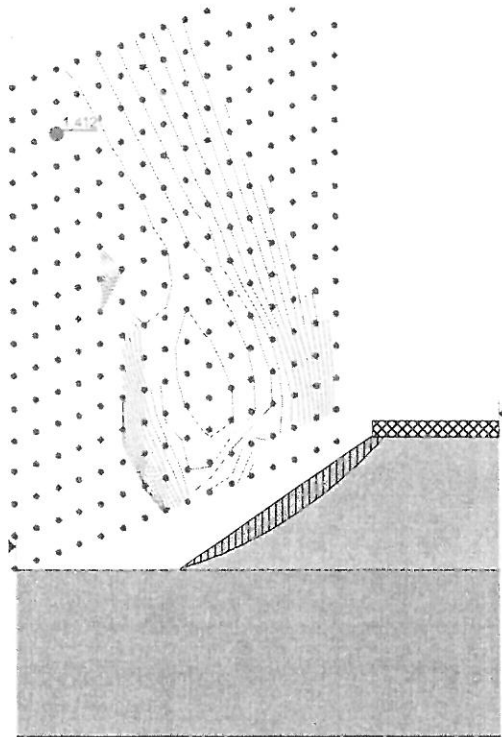
Total Mass 243.69  
 Total Resisting Moment 6046.9  
 Total Activating Moment 3819.9  
 Total Resisting Force 185.82  
 Total Activating Force 117.7



### 8.2.2 Rilevato - Sezione 156 - SISMICA



b) caso sismico  $FS = 1.412 > 1.3$



Parameter  
Method Spencer  
Factor of Safety 1.412  
Total Volume 13.538





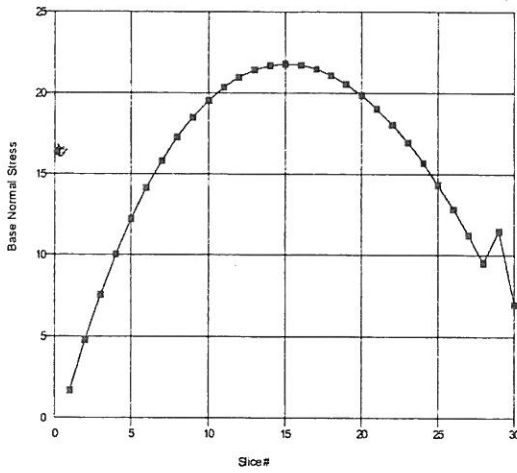
*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

Total Mass 243.69  
Total Resisting Moment 6401.7  
Total Activating Moment 4534.2  
Total Resisting Force 197.98  
Total Activating Force 140.66

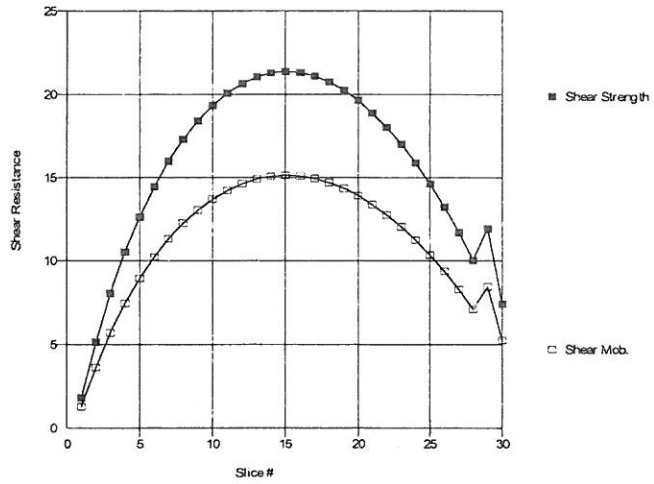


Dipartimento di Fisica e Ingegneria dei Materiali e del Territorio

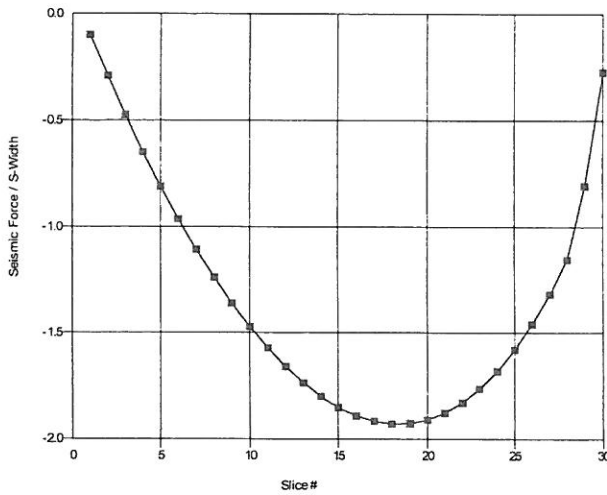
Base Normal Stress vs. Slice #



Shear Resistance vs. Slice #

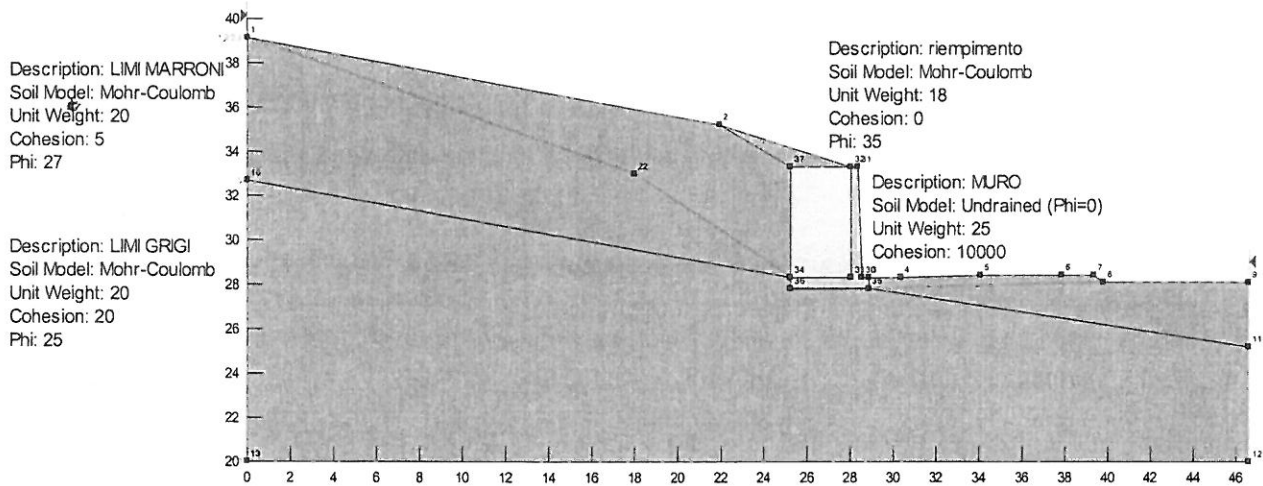


Seismic Force / S-Width vs. Slice #



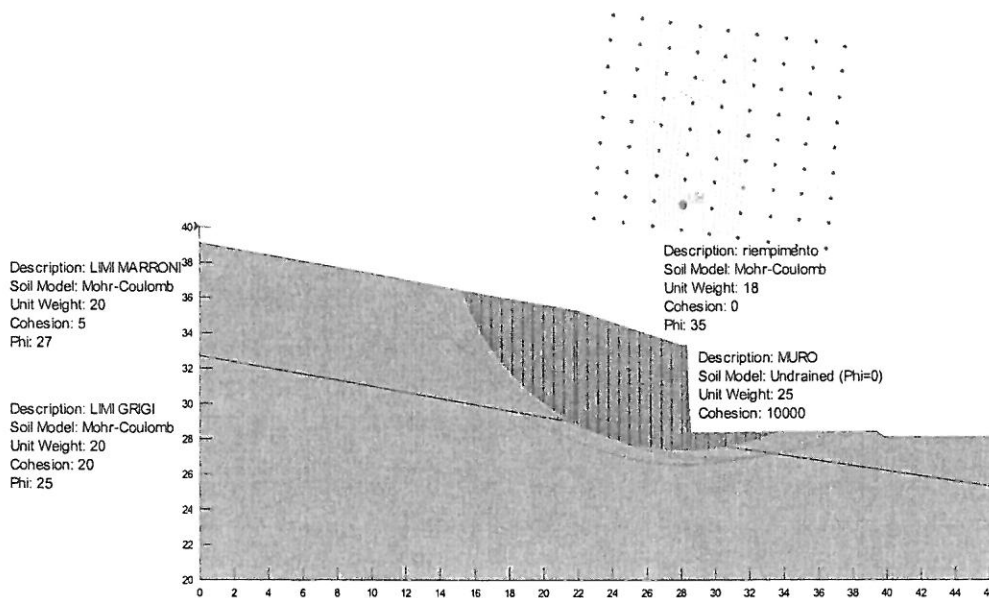


### 8.2.3 Muro di sostegno - Sezione 94 - STATICA



a) caso statico

$FS = 1.64 > 1.3$



Parameter

Method Morgenstern-Price

Factor of Safety 1.64

Total Volume 73.188

Total Mass 1452.9

Total Resisting Moment 12096



---

*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

Total Activating Moment    7377.5

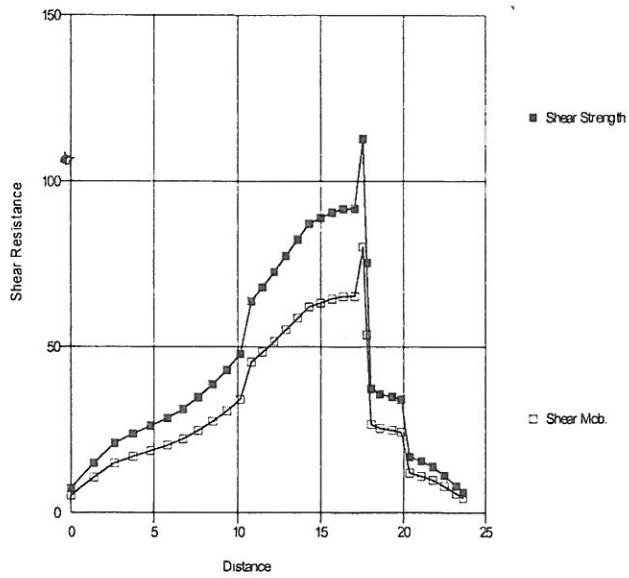
Total Resisting Force 781.21

Total Activating Force        474.67

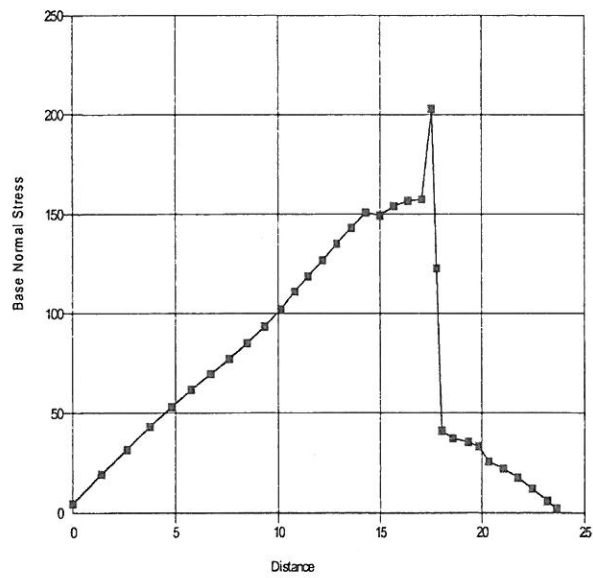


Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

Shear Resistance vs. Distance

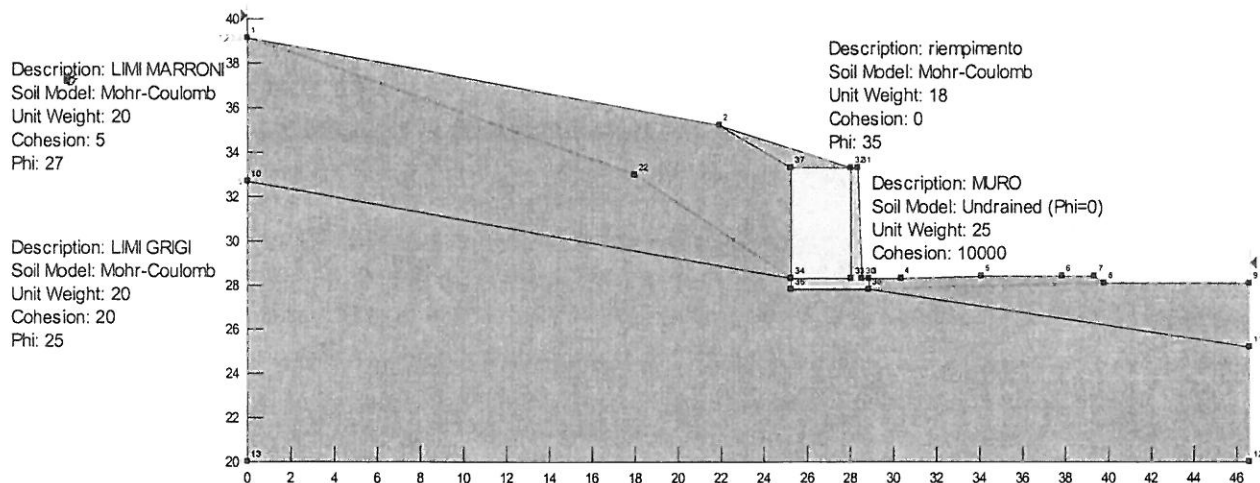


Base Normal Stress vs. Distance



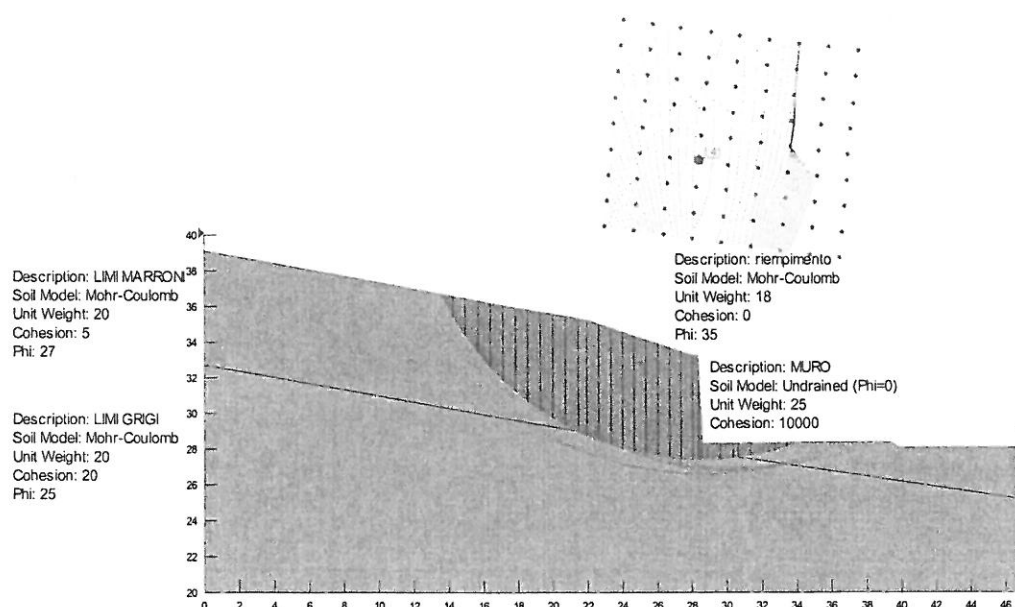


### 8.2.4 Muro di sostegno - Sezione 94 - SISMICA



b) caso sismico

$FS = 1.41 > 1.3$



Parameter

Method Morgenstern-Price

Factor of Safety 1.41

Total Volume 80.398

Total Mass 1599.6



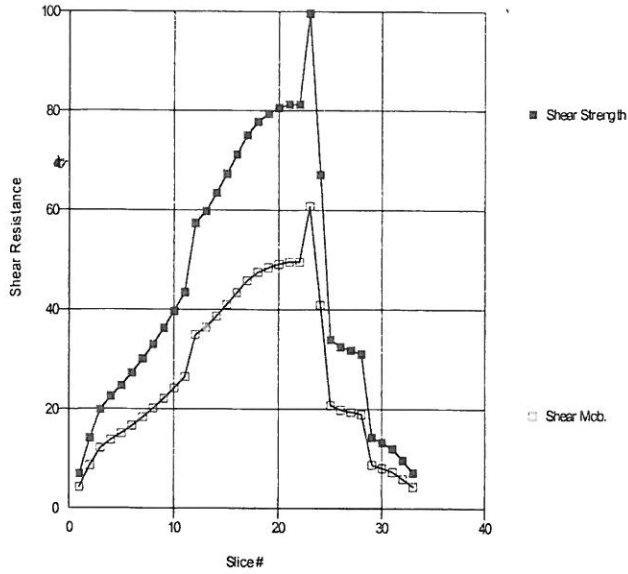
*Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio*

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Total Resisting Moment  | 17176  |
| Total Activating Moment | 12215  |
| Total Resisting Force   | 938.19 |
| Total Activating Force  | 662.8  |

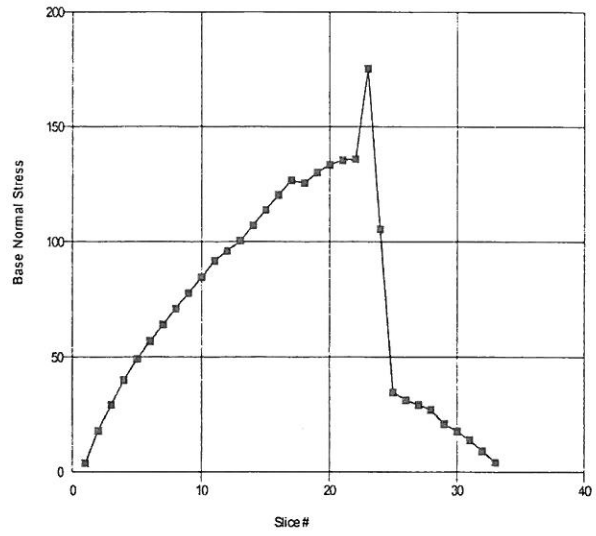


Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

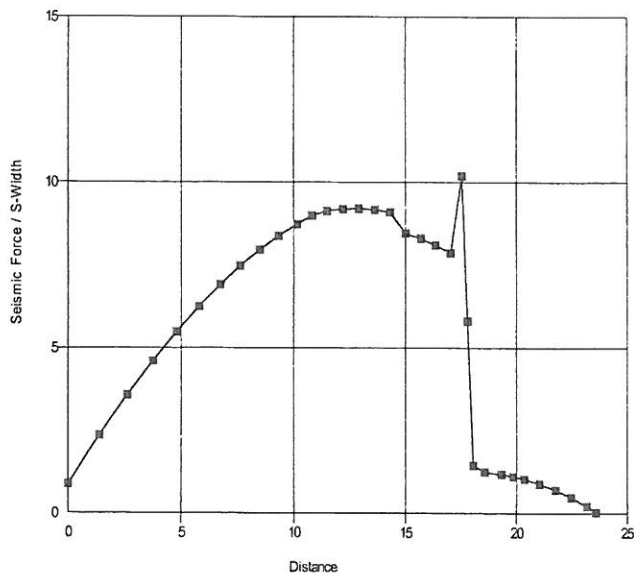
Shear Resistance vs. Slice #



Base Normal Stress vs. Slice #

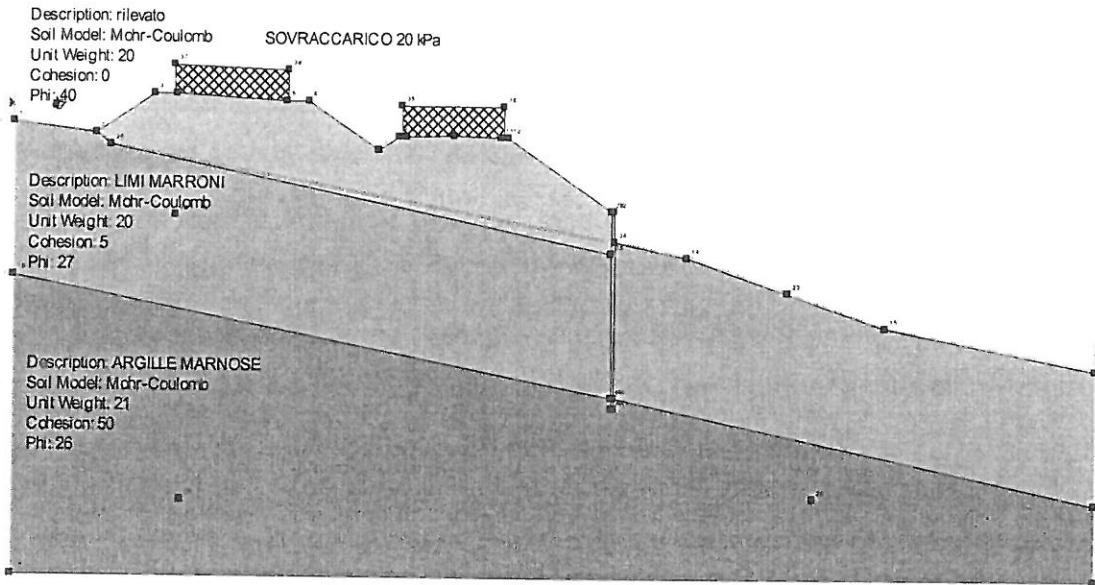


Seismic Force / S-Width vs. Distance



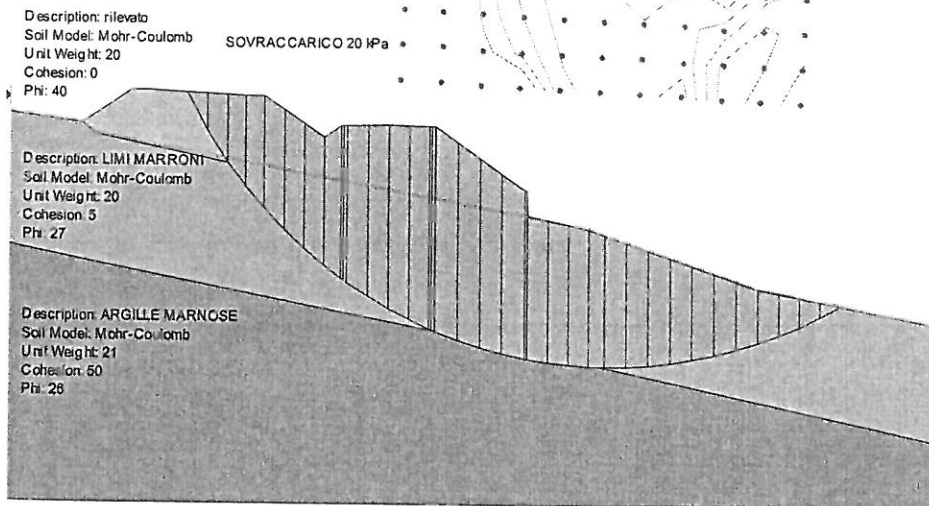
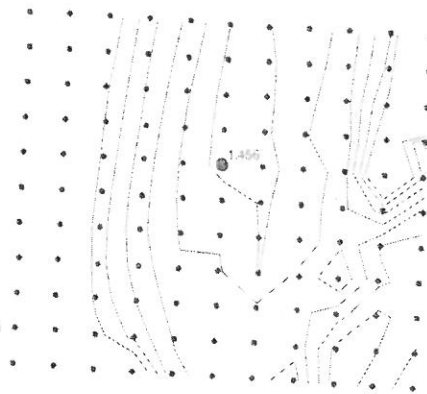


### 8.2.5 Muro di sostegno - Sezione 123 - STATICA



a) caso statico

$FS = 1.456 > 1.3$





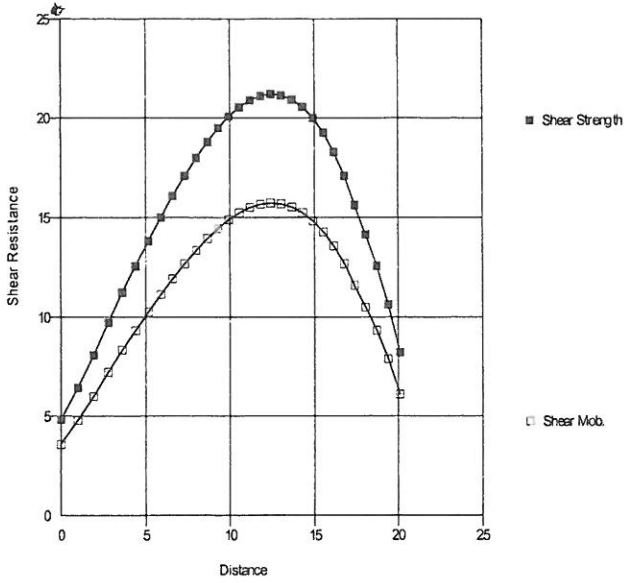
Dipartimento di Fisica e Ingegneria  
dei Materiali e del Territorio

Parameter

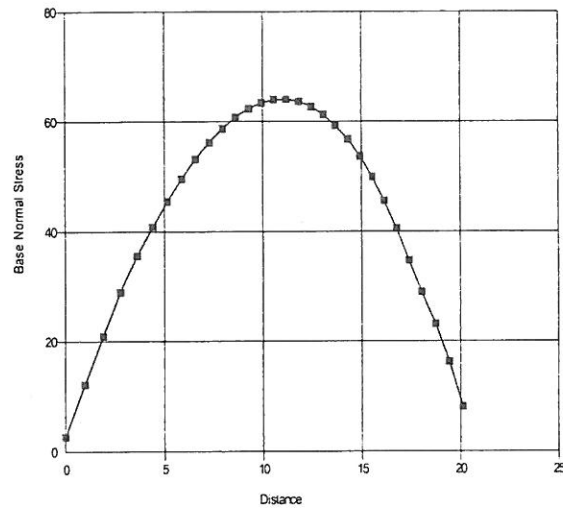
Method Spencer

Factor of Safety 1.456

Shear Resistance vs. Distance

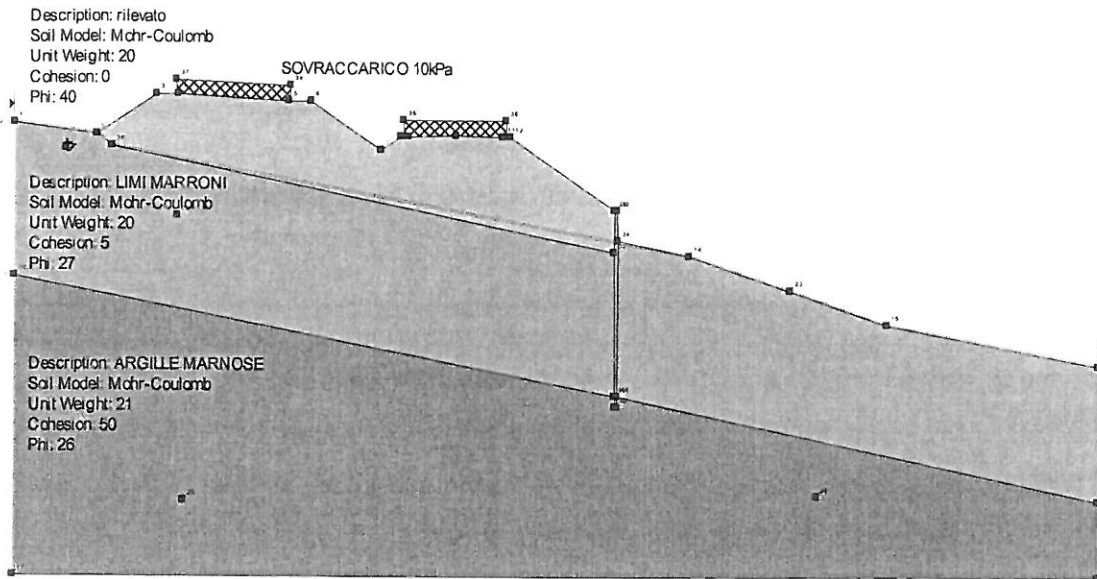


Base Normal Stress vs. Distance



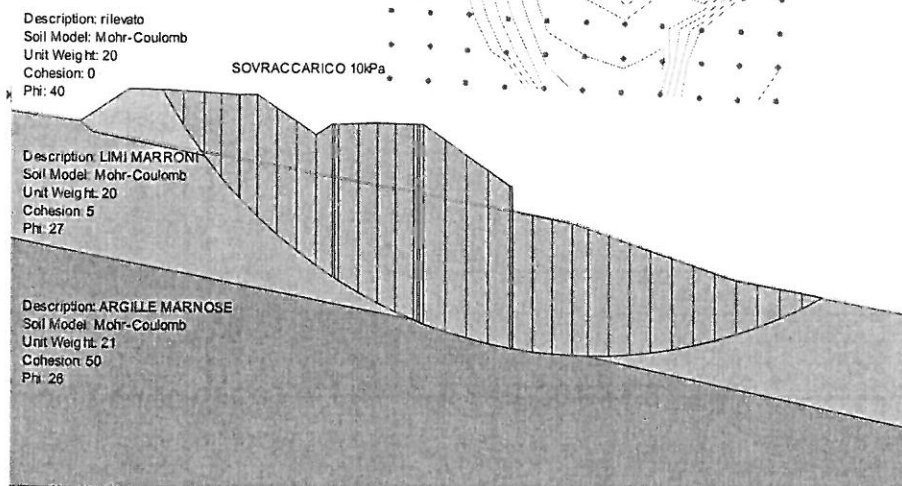
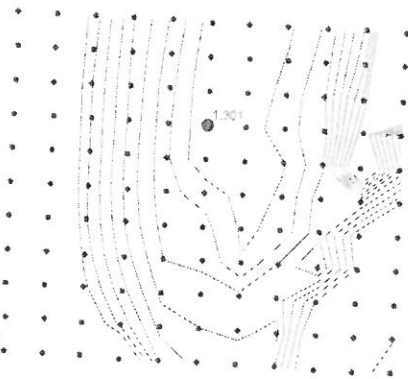


### 8.2.6 Muro di sostegno - Sezione 123 - SISMICA



b) caso sismico

$FS = 1.301 > 1.3$



Parameter

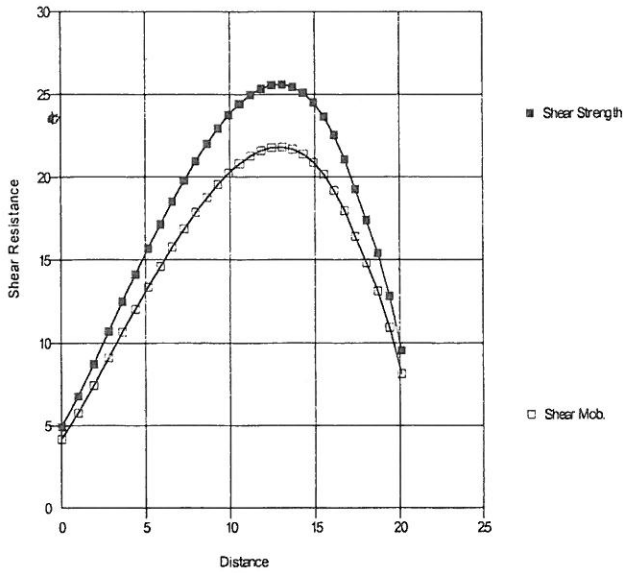
Method

Spencer

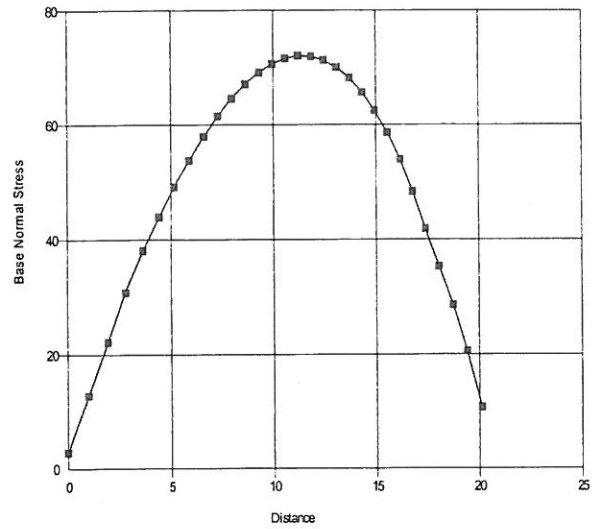


Factor of Safety 1.321

Shear Resistance vs. Distance



Base Normal Stress vs. Distance



Seismic Force / S-Width vs. Distance

