

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008 C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

*(Handwritten signatures in blue ink)*

IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a.  
Il Direttore

**Il Responsabile di Progetto  
Dott. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Giovanni Piazza

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A-27296

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392



Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. s.p.a.  
Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

**Dott. Ing. PIETRO MAZZOLI  
IMPRESA PIZZAROTTI  
ISCRITTO ALL'ORDINE  
INGEGNERI PARMA n.821**

Titolo Elaborato:

**Asse Principale  
Cavalcavia  
Allargamento ponte A1 sul torrente Recchio (ramo H)  
Relazione di calcolo – Opere di sostegno a protezione degli scavi**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	V	AP	PV	05	G	RE	003	A
A	13/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				MAFFEI	PIAZZA	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

## SOMMARIO

1.	GENERALE .....	5
1.1.	Premessa .....	5
1.2.	Descrizione dell'opera .....	5
1.3.	Fasi di realizzazione .....	7
1.3.1.	Paratie a sbalzo.....	7
2.	NORMATIVA.....	8
2.1.	Cemento armato e acciaio .....	8
2.2.	Sismica .....	8
2.3.	Carichi e sovraccarichi .....	8
2.4.	Opere di sostegno e fondazioni .....	8
2.5.	Ponti stradali .....	9
3.	NORME TECNICHE .....	10
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	11
4.1.	Acciaio per palancole .....	11
5.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	12
5.1.	Stratigrafia di progetto .....	12
6.	MODELLO DI CALCOLO.....	13
6.1.	Analisi con il software PARATIE .....	13
6.2.	Rigidezza equivalente della paratia .....	14
6.3.	Coefficienti di spinta .....	14
6.4.	Sovraccarico accidentale sul terrapieno .....	16
6.5.	Spinta dell'acqua .....	16
6.6.	Combinazioni di carico .....	16
6.7.	Storie di carico .....	17
6.8.	Fattore moltiplicativo $\gamma_F$ per sollecitazioni Caso B .....	18
6.9.	Verifica sugli spostamenti .....	18
7.	RISULTATI E VERIFICHE – SEZIONE 1 .....	19
7.1.	Geometria di calcolo .....	19
7.2.	Caratteristiche inerziali .....	19
7.3.	Parametri geotecnici .....	19

7.4. Sovraccarico accidentale	20
7.5. Risultati analisi	20
7.6. Verifica strutturale	21
7.7. Verifica geotecnica	21
7.8. Spostamenti	21
8. RISULTATI E VERIFICHE – SEZIONE 2.....	22
8.1. Geometria di calcolo	22
8.2. Caratteristiche inerziali	22
8.3. Parametri geotecnici	22
8.4. Sovraccarico accidentale	23
8.5. Risultati analisi	23
8.6. Verifica strutturale	24
8.7. Verifica geotecnica	24
8.8. Spostamenti	24
9. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI.....	25
9.1. Confronto con un modello di calcolo semplificato	25
10. CONCLUSIONI.....	27
11. ALLEGATO 1 – DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO.....	28
11.1. Struttura di Paratie	28
11.2. Fasi tipiche dell'analisi	29
11.2.1. La fase zero.....	30
11.2.2. Una fase di scavo.....	30
11.2.3. La simulazione di un reinterro.....	31
11.2.4. L'applicazione di tiranti o di puntoni.....	31
11.2.5. Applicazione di carichi esterni e vincoli.....	33
11.3. Il modello del terreno	33
11.3.1. Considerazioni generali sulla scelta dei parametri.....	34
11.3.2. Parametri che caratterizzano il modello.....	34
11.4. La presenza di acqua nel terreno	37
11.5. L'effetto di carichi nastriformi	37
11.5.1. Carichi preesistenti allo scavo.....	37
11.5.2. Carichi nastriformi applicati in una fase successiva.....	41
11.5.3. Rimozione di carichi nastriformi.....	42
12. ALLEGATO 2 – TABULATI DI CALCOLO.....	43

12.1. SEZ-1 - M1	43
12.2. SEZ-1 – M2	47
12.3. SEZ-2 – M1	51
12.4. SEZ-2 – M2	54

## 1. GENERALE

### 1.1. Premessa

La presente relazione si inserisce nell'ambito del progetto esecutivo dei lavori del Corridoio plurimodale Tirreno Brennero - Raccordo autostradale autostrada della cisa A15 e autostrada del brennero A22 tra Fontevivo (PR) e Nogarole Rocca (VR) – 1° lotto da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali - Terre verdiane" ed opere accessorie.

In particolare nel presente elaborato si riportano i calcoli e le verifiche strutturali relativi alle opere di sostegno a protezione degli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle spalle A e B del ponte PV05 - Allargamento ponte A1 sul torrente Recchio (ramo H).

### 1.2. Descrizione dell'opera

Per la realizzazione delle fondazioni delle pile sono previste opere di sostegno a protezione degli scavi realizzate attraverso paratie di palancole infisse nel terreno. Tali opere hanno una vita utile in esercizio di pochi mesi, pertanto, nel loro dimensionamento non è stato tenuto conto dell'azione sismica.

Per il calcolo ed il dimensionamento dell'opera sono state considerate le seguenti sezioni di calcolo:

- SEZIONE 1 - Palancole di tipo PU28 in corrispondenza della Spalla A di lunghezza pari a 12.0 m a sbalzo con un'altezza di scavo pari a 3.90 m soggetta alla spinta del fiume recchio.
- SEZIONE 2 - Palancole di tipo PU28 in corrispondenza della Spalla A di lunghezza pari a 12.0 m a sbalzo con un'altezza di scavo pari a 4.50 m soggetta alla spinta del traffico stradale.

Di seguito sono riportate alcune immagini con l'indicazione della posizione delle opere di sostegno in esame.

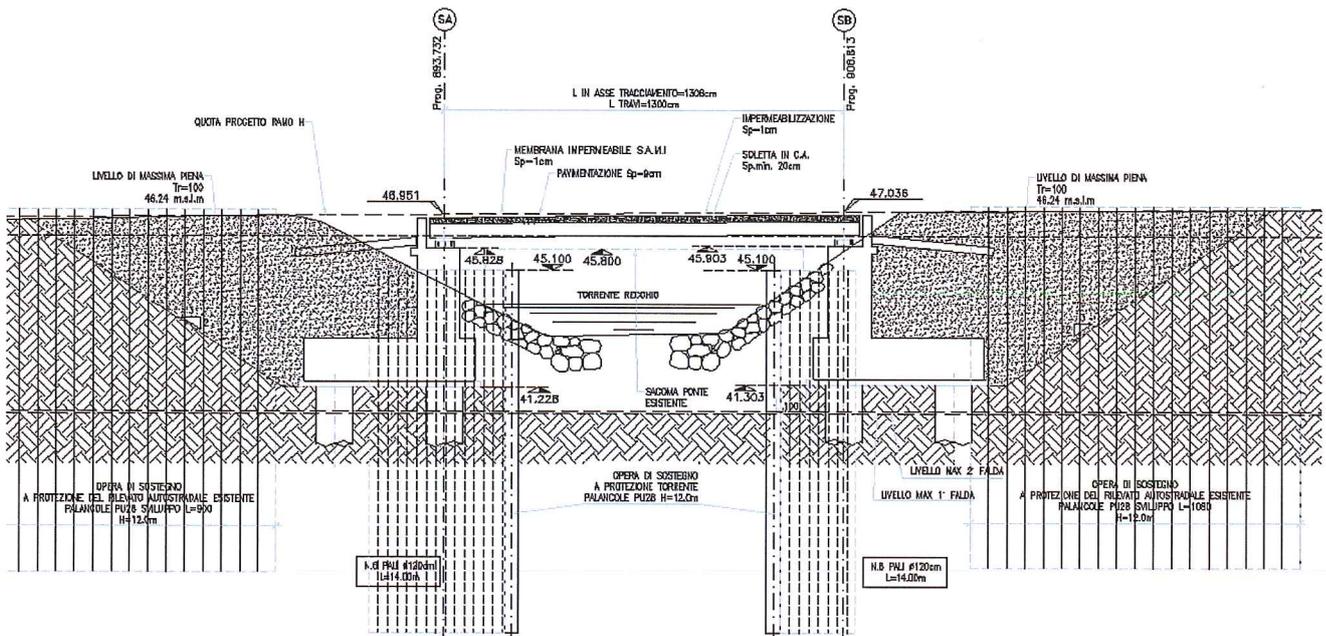


FIGURA 1 – SEZIONE LONGITUDINALE DELLE OPERE DI SOSTEGNO



### **1.3. Fasi di realizzazione**

#### **1.3.1. Paratie a sbalzo**

Di seguito si riepilogano le fasi costruttive in esame:

1. Infissione delle palancole;
2. Scavo di sbancamento fino alla quota di posa in opera delle fondazioni del plinto;
3. Realizzazione del plinto di fondazione e delle elevazioni
4. Rinterro del terreno sopra il plinto
5. Rimozione delle palancole.

L'analisi delle paratie di palancole a sbalzo si limita alle prime due fasi che risultano le più significative ai fini della verifica strutturale.

## 2. NORMATIVA

I calcoli sono stati svolti in ottemperanza alla normativa posta a base del progetto definitivo a base d'appalto, antecedente alla entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 e relative Istruzioni applicative.

### 2.1. Cemento armato e acciaio

- 1 - Legge 5-11-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- 2 - D.M. 9-1-1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", per quanto riguarda le prescrizioni sui materiali.
- 3 - Circ. Ministeriale protocollo n° 252/DD.GG./STC del 15-10-1996: "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato".
- 4 - CNR 10011/97: "Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- 5 - CNR 10016/2000: "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".
- 6 - UNI EN 206-1:2001: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- 7 - UNI 11104: "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità, Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".

### 2.2. Sismica

- 8 - Ordinanza 20-3-2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri pubblicata sul supplemento Ordinario G.U. n° 105 del 08/05/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per la costruzione in zona sismica – Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".
- 9 – Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Servizio Sismico Nazionale 04/06/2003: "Nota esplicativa dell'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri".
- 10 - Ordinanza 2-10-2003 n. 3316 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003"

### 2.3. Carichi e sovraccarichi

- 11 - D.M. 16-1-1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- 12 – Circ. LL.PP. protocollo n. 156 AA.GG./STC del 4-7-1996: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16-01-1996".

### 2.4. Opere di sostegno e fondazioni

- 13 - D.M. 11-3-1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ed i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- 14 - Circ. LL.PP. 24-9-1988 n° 30483: "Istruzioni relative alle Norme Tecniche del D.M. 11.3.88" citato al punto 13.

15 – Eurocodice 7 UNI ENV 1977-1, Aprile 1997

16 – Eurocodice 7 prEN 1977-1, Gennaio 2004

## **2.5. Ponti stradali**

17 - D.M. 4-5-1990: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

18 - Circ. Min. LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991: "Istruzioni relative alla Normativa tecnica dei ponti stradali".

### 3. NORME TECNICHE

I calcoli e le verifiche di resistenza relative alle sezioni più sollecitate vengono condotte nel rispetto del metodo degli stati limite secondo quanto previsto nella Sezione II del D.M. 09-01-1996.

Per la combinazione delle azioni e la determinazione delle sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali è stato fatto riferimento a quanto riportato nell'Eurocodice 7 UNI ENV 1977-1, Aprile 1997 e nell'Eurocodice 7 prEN 1977-1, Gennaio 2004.

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di resistenza considerate in sede di calcolo:

### 4.1. Acciaio per palancole

- Acciaio **S240GP – UNI EN 10248-1;**
- Tensione limite di snervamento  $R_{eH}$  **240 Mpa;**
- Resistenza tensionale di progetto  $f_{Rd}$  **240 Mpa.**

## 5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1. Stratigrafia di progetto

L'opera si inserisce principalmente in uno strato di Ghiaia prevalente. Per semplicità di calcolo ed in favore di sicurezza, nel calcolo delle opere di sostegno è stata considerata la seguente stratigrafia di progetto:

	Da quota	A quota	$\gamma$	$c'$	$\varphi$	$E_o$	$E_r$
	<i>m da p.c.</i>	<i>m da p.c.</i>	<i>kN/m<sup>3</sup></i>	<i>kPa</i>	<i>°</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>
<b>L1_SX</b>	0.00	-3.00	20	0	26	15	22.5
<b>G1_SX</b>	-3.00	In giù	20	0	40	50	75

La falda si trova all'incirca 0.80 al di sotto della quota di imposta delle fondazioni dei plinti. Per quanto riguarda la sezione a ridosso del fiume Recchio nei calcoli è stata considerata la spinta dell'acqua a quota -0.80 m da testa paratia corrispondente alla quota di pelo libero del torrente.

## 6. MODELLO DI CALCOLO

### 6.1. Analisi con il software PARATIE

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE release 7.0 prodotto da CeAS.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale  $EJ$ ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Il problema è risolto con una schematizzazione a modello piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria.

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale  $EJ$ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie puntonate/tirantate viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un insieme di puntoni/tiranti applicati, da una precisa disposizione di carichi.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson.

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse  $X$  ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step. Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

## 6.2. Rigidezza equivalente della paratia

Nei modelli di calcolo la paratia è schematizzata mediante elementi beam aventi rigidezza equivalente. La rigidezza flessionale ed il modulo resistente caratteristico della paratia prevista dal progetto sono stati valutati riconducendosi ad una sezione equivalente rettangolare di larghezza unitaria e spessore valutato secondo la formula:

$$s = \sqrt[3]{12 \cdot J}$$

dove:

s : spessore equivalente;

J<sub>eq</sub> : momento d'inerzia della paratia per unità di lunghezza.

## 6.3. Coefficienti di spinta

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo PARATIE, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  ed il coefficiente di spinta passiva  $K_p$ .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace  $\sigma'_h$  a quella verticale  $\sigma'_v$  attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

$K_0$  dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace  $\phi'$  e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (\text{OCR})^m$$

Dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato (OCR=1). OCR è il grado di sovraconsolidazione e  $m$  è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Per tener conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per  $K_a$  e  $K_p$  la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Secondo la formulazione di Coulomb il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  vale:

$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

$\varphi'$  è l'angolo di attrito del terreno

$\beta$  è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

$\delta$  è l'angolo di attrito paratia-terreno posto pari a  $0.5 \varphi'$ .

$i$  è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Secondo la formulazione di Caquot – Kerisel il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  viene calcolato secondo la seguente figura:

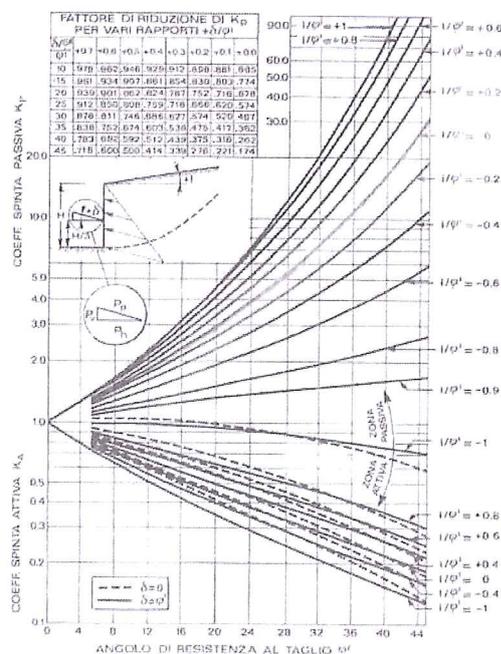


Figura 3: Formulazione di Caquot – Kerisel per  $K_p$  che considera superfici di rottura curvilinee

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse,  $k$ , è data da:

$$K = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:

$$K = (E \cdot \Delta) / L$$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

in zona attiva (uphill)  $L_A = 2/3 \cdot l_a \cdot \tan(45^\circ - \phi'/2)$

in zona Passiva (downhill)  $L_P = 2/3 \cdot l_p \cdot \tan(45^\circ + \phi'/2)$

con  $l_a$  e  $l_p$  rispettivamente:

$$l_a = \min(l, 2H)$$

$$l_p = \min(l - H, H)$$

dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

#### 6.4. Sovraccarico accidentale sul terrapieno

Si considera un sovraccarico accidentale a monte della paratia pari a  $20 \text{ kN/m}^2$ .

#### 6.5. Spinta dell'acqua

Per la paratia in corrispondenza del fiume Recchio si considera l'azione di spinta dell'acqua a partire da 1.15 m al di sotto della testa della paratia.

#### 6.6. Combinazioni di carico

Le verifiche strutturali sono state effettuate in fase statica agli SLE ed agli SLU facendo riferimento ai coefficienti moltiplicativi delle azioni (indicati d'ora in avanti con "A") ed ai coefficienti riduttivi dei parametri geotecnici del terreno (indicati d'ora in avanti con "M") indicati nell'Eurocodice 7 UNI ENV 1977-1, Aprile 1997.

In particolare nella combinazione SLE sono stati considerati tutti coefficienti moltiplicativi delle azioni pari ad 1.00 e sono stati considerati i parametri caratteristici della resistenza del terreno.

Sono invece previste due distinte combinazioni SLU:

- SLU – CASO B: Le azioni agenti sulla struttura sono amplificate attraverso coefficienti moltiplicativi (vedere tabella seguente). I parametri di resistenza del terreno sono pari a quelli caratteristici.
- SLU – CASO C: Le azioni agenti sulla struttura sono amplificate attraverso coefficienti moltiplicativi (vedere tabella seguente). I parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite coefficienti riduttivi. Di conseguenza vengono considerati un valore maggiore della spinta attiva e minore della spinta passiva dei corrispondenti valori caratteristici.

Di seguito sono riportati i coefficienti di sicurezza parziali utilizzati per le verifiche.

CASO	Azioni		Proprietà del terreno		
	Permanenti	Temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$	$c_u$
SLE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SLU - Caso B	1.35	1.5	1.00	1.00	1.00
SLU - Caso C	1.00	1.30	1.25	1.60	1.4

Ai fini della verifica strutturale è stato considerato l'involuppo delle due combinazioni di carico SLU corrispondenti al Caso B e C, mentre la combinazione SLE è stata considerata per valutare la deformazione dell'opera che deve risultare compatibile con la funzionalità della stessa.

## 6.7. Storie di carico

Tenendo conto delle verifiche da effettuare agli SLE ed agli SLU sono state considerate le seguenti storie di carico:

- Una prima storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali e gli spostamenti orizzontali delle paratie per le successive verifiche agli SLE. Inoltre, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione Caso B, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo  $\gamma_F$  di cui al successivo paragrafo.
- Una seconda storia di carico in cui i parametri del terreno sono stati ridotti attraverso i coefficienti parziali rispetto ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. In questo caso le azioni amplificate secondo i coefficienti parziali sono inserite direttamente all'interno del modello di calcolo..

## 6.8. Fattore moltiplicativo $\gamma_F$ per sollecitazioni Caso B

Nelle verifiche SLU-Caso B i coefficienti parziali amplificativi delle azioni sono stati applicati direttamente alle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni (ciò non fattorizzate). In questo caso le sollecitazioni da utilizzare per le verifiche agli SLU sono state ottenute da quelle di calcolo, moltiplicandole per un coefficiente amplificativo che tiene conto dei diversi pesi dei coefficienti parziali relativi a carichi permanenti ed accidentali:

$$\gamma_F = \frac{\gamma_G \cdot \frac{\gamma \cdot H}{2} + \gamma_Q \cdot q}{\frac{\gamma \cdot H}{2} + q}$$

Dove:

$H$  è l'altezza di scavo;

$\gamma$  è il peso specifico del terreno;

$q$  è il sovraccarico accidentale a monte della paratia;

$\gamma_G$  è il coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti;

$\gamma_Q$  è il coefficiente di sicurezza per le azioni accidentali.

## 6.9. Verifica sugli spostamenti

E' stato anche sviluppato un specifico calcolo agli SLE valutando gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante verificandone la compatibilità con la funzionalità delle opere.

## 7. RISULTATI E VERIFICHE – SEZIONE 1

### 7.1. Geometria di calcolo

Di seguito sono riportate le caratteristiche dimensionali dell'opera di sostegno. In particolare, per altezza complessiva della paratia, si intende la lunghezza delle palancole utilizzate. Per altezza massima di scavo si considera, a favore di sicurezza, la distanza tra la testa della paratia e la quota di fondo scavo nonché di imposta delle opere di fondazione.

<b>Geometria sezione</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Altezza complessiva paratia	Lp	m	12.00
Altezza massima di scavo	Hs	m	3.90

### 7.2. Caratteristiche inerziali

L'analisi della paratia è di tipo bidimensionale ed è stata svolta considerando un concio di larghezza unitaria. L'analisi è stata quindi svolta considerando una sezione rettangolare di larghezza unitaria e spessore variabile in funzione della rigidezza delle palancole. Di seguito è riportato il calcolo dello spessore equivalente utilizzato nei calcoli.

<b>Caratteristiche geometriche-inerziali paratia</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Tensione di snervamento acciaio	fya	MPa	240
Rigidezza paratia al ml	I/intp	m <sup>4</sup> /m	0.00064460
Modulo di resistenza elastico al ml	W/intp	m <sup>3</sup> /m	0.00284000
Spessore equivalente $(12 \cdot (I/intp))^{(1/3)}$	seq	m	0.198
Resistenza di calcolo acciaio	fda	Mpa	240.0
Momento Resistente di progetto	MR	kNm/m	681.6

### 7.3. Parametri geotecnici

Di seguito sono riportate le le caratteristiche geotecniche del terreno da cui sono ricavati i parametri utilizzati per le verifiche nel Caso B (verifica degli elementi strutturali) e nel caso C (verifica degli elementi strutturali e verifiche di stabilità geotecnica). Per la verifica SLE degli spostamenti orizzontali delle paratie è stato fatto riferimento ai parametri utilizzati per la verifica nel Caso B considerando i carichi non amplificati.

<b>Stratigrafia e parametri geotecnici</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Strato n.	st		1      2
Descrizione	Desc		L1_SX      G1_SX

Da quota	Zs	m	0.00	-3.00
A quota	Zi	m	-3.00	in giù
peso specifico del terreno secco	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	20.0	20.0
peso specifico del terreno immerso	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	20.0	20.0
Grado di sovraconsolidazione	OCR		1.0	1.0
Modulo elastico	E'	MPa	15	50

#### Parametri per Caso B (UNI ENV 1997-1)

coesione	c'(M1)	kPa	0.0	0.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M1)	deg	26.0	40.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M1)	rad	0.4538	0.6981
angolo d'attrito terra-paratia (0.5 $\phi$ )	$\delta$ (M1)	deg	13.0	20.0
angolo d'attrito terra-paratia	d(M1)	rad	0.2269	0.3491
Coefficiente di spinta attiva	ka (M1)		0.344	0.187
Coefficiente di spinta a riposo	k0 (M1)		0.562	0.357
Coefficiente di spinta passiva	kp (M1)		3.511	9.021

#### Parametri per Caso C (UNI ENV 1997-1)

coesione	c'(M2)	kPa	0.0	0.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M2)	deg	21.3	33.9
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M2)	rad	0.3720	0.5912
angolo d'attrito terra-paratia (0.5 $\phi$ )	$\delta$ (M2)	deg	10.7	16.9
angolo d'attrito terra-paratia	d(M2)	rad	0.1860	0.2956
Coefficiente di spinta attiva (M2)	ka (M2)		0.417	0.247
Coefficiente di spinta a riposo (M2)	k0 (M2)		0.637	0.443
Coefficiente di spinta passiva (M2)	kp (M2)		2.689	5.740

*N.B. Valori dei coefficienti di spinta riferiti alle rispettive componenti orizzontali*

#### 7.4. Sovraccarico accidentale

E' stato considerato un sovraccarico a monte pari a:

Sovraccarico accidentale unif. distribuito	pv	kN/m <sup>2</sup>	20.0
--	----	-------------------	------

#### 7.5. Risultati analisi

Le sollecitazioni ottenute dalla combinazioni di carico B è ottenuta moltiplicando i risultati ricavati dal modello di calcolo 1 per il seguente fattori moltiplicativo di cui si è parlato nel relativo paragrafo.

**Coefficiente parziale per le azioni per verifiche SLU**

			<b>Caso B</b>
Altezza di scavo	Hs	m	3.90
Peso specifico terreno mediato sull'altezza di scavo	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	20
sovraccarico accidentale sul terrapieno	q	kN/m <sup>2</sup>	20
fattore parziale per verifiche SLU-STR-permanenti	$\gamma_{F1}$		1.35
fattore parziale per verifiche SLU-STR-accidentali	$\gamma_{F2}$		1.50
fattore parziale per verifiche SLU-STR	$\gamma_F$		<b>1.40</b>

Pertanto si ha:

		MEd, SLE	MEd, SLU		
Modello 1	Modello 2	SLE	SLU - Caso B	SLU - Caso C	Inviluppo
(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)
286.0	487.0	286.0	400.6	487.0	487.0

## 7.6. Verifica strutturale

La verifica strutturale SLU fornisce il seguente fattore di sicurezza:

Med, SLU	W	sigma	Mrd	FS
(kNm/m)	(m <sup>3</sup> )	Mpa	(kNm/m)	MRd/MEd
487.0	0.002840	171.5	681.6	1.40

Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

## 7.7. Verifica geotecnica

Tale verifica consiste nel valutare la spinta passiva mobilitata ovvero la percentuale della massima spinta passiva possibile durante la fase finale di scavo. Nel caso specifico la spinta passiva mobilitata è pari al **35%** di quella disponibile corrispondente ad un fattore di sicurezza pari a **2.83**.

## 7.8. Spostamenti

Lo spostamento massimo in fase di esercizio (modello 1) è pari a **6.7 cm** circa.

## 8. RISULTATI E VERIFICHE – SEZIONE 2

### 8.1. Geometria di calcolo

Di seguito sono riportate le caratteristiche dimensionali dell'opera di sostegno. In particolare, per altezza complessiva della paratia, si intende la lunghezza delle palancole utilizzate. Per altezza massima di scavo si considera, a favore di sicurezza, la distanza tra la testa della paratia e la quota di fondo scavo nonché di imposta delle opere di fondazione.

<b>Geometria sezione</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Altezza complessiva paratia	Lp	m	12.00
Altezza massima di scavo	Hs	m	4.50

### 8.2. Caratteristiche inerziali

L'analisi della paratia è di tipo bidimensionale ed è stata svolta considerando un concio di larghezza unitaria. L'analisi è stata quindi svolta considerando una sezione rettangolare di larghezza unitaria e spessore variabile in funzione della rigidezza delle palancole. Di seguito è riportato il calcolo dello spessore equivalente utilizzato nei calcoli.

<b>Caratteristiche geometriche-inerziali paratia</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Tensione di snervamento acciaio	fya	MPa	240
Rigidezza paratia al ml	I/intp	m <sup>4</sup> /m	0.00064460
Modulo di resistenza elastico al ml	W/intp	m <sup>3</sup> /m	0.00284000
Spessore equivalente $(12 \cdot (I/intp))^{1/3}$	seq	m	0.198
Resistenza di calcolo acciaio	fda	Mpa	240.0
Momento Resistente di progetto	MR	kNm/m	681.6

### 8.3. Parametri geotecnici

Di seguito sono riportate le le caratteristiche geotecniche del terreno da cui sono ricavati i parametri utilizzati per le verifiche nel Caso B (verifica degli elementi strutturali) e nel caso C (verifica degli elementi strutturali e verifiche di stabilità geotecnica). Per la verifica SLE degli spostamenti orizzontali delle paratie è stato fatto riferimento ai parametri utilizzati per la verifica nel Caso B considerando i carichi non amplificati.

<b>Stratigrafia e parametri geotecnici</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Strato n.	st	1	2
Descrizione	Desc	L1_SX	G1_SX

Da quota	Zs	m	0.00	-3.00
A quota	Zi	m	-3.00	in giù
peso specifico del terreno secco	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	20.0	20.0
peso specifico del terreno immerso	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	20.0	20.0
Grado di sovraconsolidazione	OCR		1.0	1.0
Modulo elastico	E'	MPa	15	50

#### Parametri per Caso B (UNI ENV 1997-1)

coesione	c'(M1)	kPa	0.0	0.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M1)	deg	26.0	40.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M1)	rad	0.4538	0.6981
angolo d'attrito terra-paratia (0.5 $\phi$ )	$\delta$ (M1)	deg	13.0	20.0
angolo d'attrito terra-paratia	d(M1)	rad	0.2269	0.3491
Coefficiente di spinta attiva	ka (M1)		0.344	0.187
Coefficiente di spinta a riposo	k0 (M1)		0.562	0.357
Coefficiente di spinta passiva	kp (M1)		3.511	9.021

#### Parametri per Caso C (UNI ENV 1997-1)

coesione	c'(M2)	kPa	0.0	0.0
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M2)	deg	21.3	33.9
angolo d'attrito interno	$\phi$ k(M2)	rad	0.3720	0.5912
angolo d'attrito terra-paratia (0.5 $\phi$ )	$\delta$ (M2)	deg	10.7	16.9
angolo d'attrito terra-paratia	d(M2)	rad	0.1860	0.2956
Coefficiente di spinta attiva (M2)	ka (M2)		0.417	0.247
Coefficiente di spinta a riposo (M2)	k0 (M2)		0.637	0.443
Coefficiente di spinta passiva (M2)	kp (M2)		2.689	5.740

*N.B. Valori dei coefficienti di spinta riferiti alle rispettive componenti orizzontali*

#### 8.4. Sovraccarico accidentale

E' stato considerato un sovraccarico a monte pari a:

Sovraccarico accidentale unif. distribuito	pv	kN/m <sup>2</sup>	20.0
--	----	-------------------	------

#### 8.5. Risultati analisi

Le sollecitazioni ottenute dalla combinazioni di carico B è ottenuta moltiplicando i risultati ricavati dal modello di calcolo 1 per il seguente fattori moltiplicativo di cui si è parlato nel relativo paragrafo.

**Coefficiente parziale per le azioni per verifiche SLU**

			<b>Caso B</b>
Altezza di scavo	Hs	m	4.50
Peso specifico terreno mediato sull'altezza di scavo	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	20
sovraccarico accidentale sul terrapieno	q	kN/m <sup>2</sup>	20
fattore parziale per verifiche SLU-STR-permanenti	$\gamma_{F1}$		1.35
fattore parziale per verifiche SLU-STR-accidentali	$\gamma_{F2}$		1.50
fattore parziale per verifiche SLU-STR	$\gamma_F$		<b>1.40</b>

Pertanto si ha:

		MEd, SLE		MEd, SLU	
Modello 1	Modello 2	SLE	SLU - Caso B	SLU - Caso C	Inviluppo
(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)	(kNm/m)
223.0	356.0	223.0	311.3	356.0	356.0

## 8.6. Verifica strutturale

La verifica strutturale SLU fornisce il seguente fattore di sicurezza:

Med, SLU	W	sigma	Mrd	FS
(kNm/m)	(m <sup>3</sup> )	Mpa	(kNm/m)	MRd/MEd
356.0	0.002840	125.4	681.6	1.91

Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

## 8.7. Verifica geotecnica

Tale verifica consiste nel valutare la spinta passiva mobilitata ovvero la percentuale della massima spinta passiva possibile durante la fase finale di scavo. Nel caso specifico la spinta passiva mobilitata è pari al 26% di quella disponibile corrispondente ad un fattore di sicurezza pari a 3.79.

## 8.8. Spostamenti

Lo spostamento massimo in fase di esercizio (modello 1) è pari a 4.8 cm circa.

## 9. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Nel presente paragrafo è riportato un esempio numerico atto a confermare le ipotesi di calcolo assunte ed i risultati ottenuti.

### 9.1. Confronto con un modello di calcolo semplificato

Nel caso in esame è stato confrontato il momento ricavato dal programma di calcolo alla quota di fondo scavo con un valore ottenuto considerando uno schema semplificato di trave a mensola soggetta ad un carico trapezoidale calcolato attraverso il coefficiente di spinta attiva.

L'analisi è effettuata con riferimento ai valori nominali dei carichi. L'analisi è stata condotta per la sola sezione 2.

Dal programma di calcolo si ottiene che il momento sulla paratia alla quota di fondo scavo (a circa **4.50 m** dalla testa) è pari a circa **156.3 kNm/m**.

Considerando lo schema statico di mensola a sbalzo si ottiene invece:

Terreno A	da +0.00 m a -3.00 m
Altezza	$H_1 = 3.00$ m
Peso proprio del terreno	$\gamma = 20$ kN/mc
Angolo di attrito del terreno	$\varphi = 26^\circ$
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	$K_{a1} = 0.344$
Terreno B	da -3.00 m a -4.50 m
Altezza	$H_2 = 1.50$ m
Peso proprio del terreno	$\gamma = 20$ kN/mc
Angolo di attrito del terreno	$\varphi = 40^\circ$
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	$K_{a2} = 0.187$
Altezza complessiva di scavo	$H = 4.50$ m
Sovraccarico accidentale a tergo	$q = 20$ kN/mq

Momento massimo dovuto alla spinta del terreno:

$$M = (0.5 \times \gamma \times K_{a1} + H_1^2) \times (H_1/3 + H_2) + (0.5 \times \gamma \times K_{a2} \times H_2^2) \times (H_2/3) + (\gamma \times H_1 \times K_{a2} \times H_2) \times (H_2/2) = 92.1 \text{ kNm/m}$$

Momento massimo dovuto al sovraccarico sul terreno:

$$M = (q \times K_{a1} + H_1) \times (H_1/2 + H_2) + (q \times K_{a2} \times H_2) \times (H_2/2) = 66.1 \text{ kNm/m}$$

Il momento complessivo è quindi pari a:

$$M_{tot} = M1 + M2 = 92.1 \text{ kNm/m} + 66.1 \text{ kNm/m} = 158.2 \text{ kNm/m}$$

La differenza tra i due valori è pari a circa l'1%.

In definitiva, pertanto, i risultati ottenuti dal programma di calcolo possono ritenersi validi.

## 10. CONCLUSIONI

La presente relazione riguarda le opere di sostegno a protezione degli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle spalle A e B del ponte PV05 - Allargamento ponte A1 sul torrente Recchio (ramo H).

Per il calcolo ed il dimensionamento dell'opera sono state considerate le seguenti sezioni di calcolo:

- SEZIONE 1 - Palancole di tipo PU28 in corrispondenza della Spalla A di lunghezza pari a 12.0 m a sbalzo con un'altezza di scavo pari a 3.55 m soggetta alla spinta del fiume recchio.
- SEZIONE 2 - Palancole di tipo PU28 in corrispondenza della Spalla A di lunghezza pari a 12.0 m a sbalzo con un'altezza di scavo pari a 4.50 m soggetta alla spinta del traffico stradale.

Per quanto riguarda la sezione 1:

Di seguito sono riepilogati i risultati delle verifiche:

Fattore di sicurezza per la verifica di resistenza strutturale:	<b>1.64</b>
Fattore di sicurezza per la verifica di mobilitazione della spinta passiva:	<b>3.20</b>
Spostamento massimo in fase di esercizio:	<b>5.2 cm</b>

Per quanto riguarda la sezione 2:

Di seguito sono riepilogati i risultati delle verifiche:

Fattore di sicurezza per la verifica di resistenza strutturale:	<b>1.91</b>
Fattore di sicurezza per la verifica di mobilitazione della spinta passiva:	<b>3.79</b>
Spostamento massimo in fase di esercizio:	<b>4.8 cm</b>

## 11. ALLEGATO 1 – DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

### 11.1. Struttura di Paratie

PARATIE è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Il problema è visto ad un problema piano in cui viene analizzata una “fetta” di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura 1.

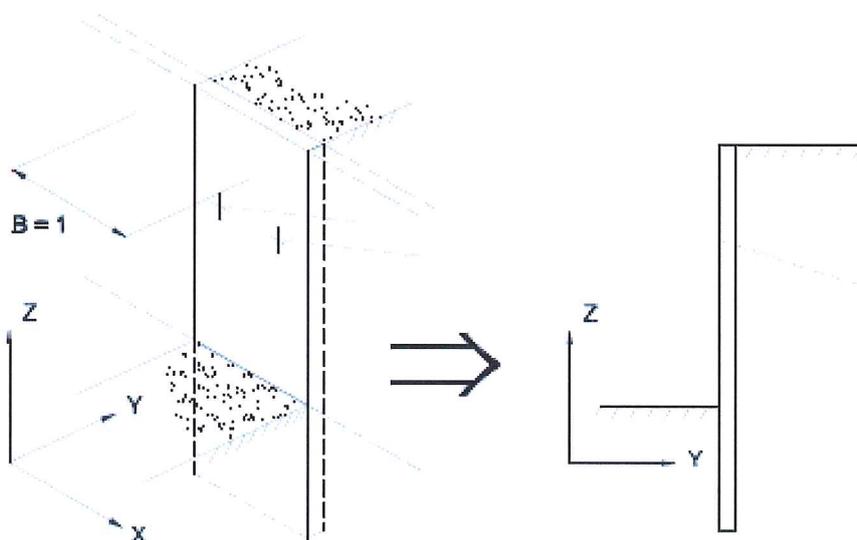


Figura 1

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo “TRAVE SU SUOLO ELASTICO”: le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale  $EJ$ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

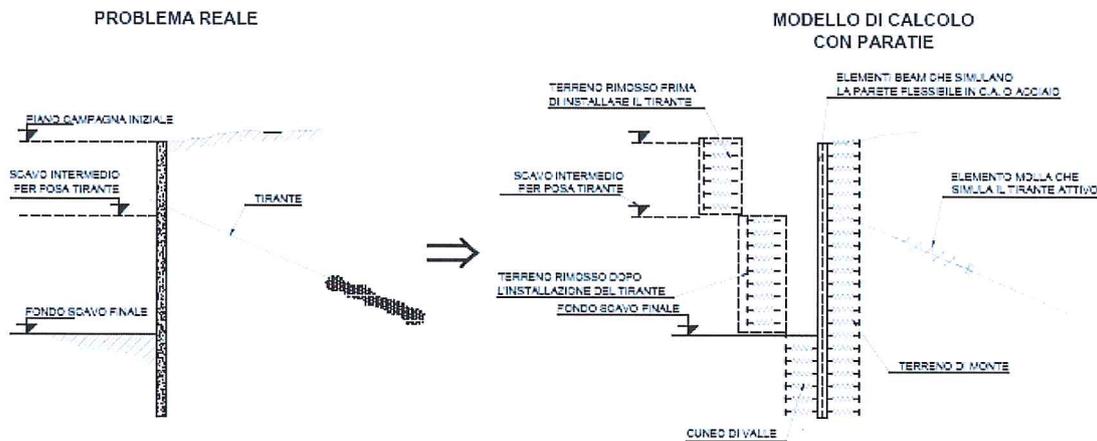


Figura 2

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi **STATICA INCREMENTALE**: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996)).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

## 11.2. Fasi tipiche dell'analisi

Si elencano, nel seguito, le fasi tipiche di una modellazione di scavo affrontata con **PARATIE**. La grande flessibilità del programma permette anche altre possibilità di simulazione.

### 11.2.1. La fase zero

La simulazione numerica di un generico problema geotecnico richiede generalmente che sia prevista una fase *zero* coincidente con la configurazione a riposo nella quale viene riprodotto lo stato tensionale supposto esistente nel terreno prima di ogni intervento. In PARATIE, la configurazione *zero* deve prevedere uno step di carico in cui tutti gli elementi terreno siano presenti e bilanciati tra monte e valle; la quota di scavo coincide inoltre con la quota del piano di campagna e la freatica a monte e a valle sono alla stessa quota.

La soluzione relativa a questo primo step porta ad un campo di spostamenti nodali ovunque nullo e quindi ad uno stato tensionale nullo negli elementi trave che simulano i diaframmi. Negli elementi terreno vi sarà per contro uno stato tensionale non nullo ma relativo a condizioni indisturbate, cioè la pressione verticale funzione della quota del piano di campagna e dei sovraccarichi ed una pressione orizzontale legata alla precedente attraverso il coefficiente di spinta a RIPOSO.

Alla pressione orizzontale così calcolata si sommano gli effetti di pressioni iniziali dovute a sovraccarichi concentrati calcolate sulla base di formule della teoria dell'Elasticità.

Si suppone in pratica che l'inserimento della parete, prima dello scavo, perturbi di poco lo stato tensionale nel terreno.

Il solutore risolve la fase *zero* impiegando al massimo due iterazioni di equilibrio: se al primo passo sono necessarie più iterazioni, i dati di input normalmente non sono corretti.

### 11.2.2. Una fase di scavo

Un passo dell'analisi incrementale coincidente con l'abbassamento della quota di fondo scavo viene simulato come segue. Viene assegnata—per questo passo—una quota di fondo scavo inferiore a quella dei passi precedenti; PARATIE rimuove automaticamente gli elementi terreno al di sopra della quota di fondo scavo, perturbando la configurazione di equilibrio nella fase precedente. L'equilibrio viene ristabilito, con una procedura iterativa, a prezzo di una variazione del quadro deformativo. Se non è possibile raggiungere una nuova configurazione rispettosa sia dell'equilibrio che della condizione di rottura del terreno, il processo iterativo non converge.

Durante una fase di scavo, può essere prescritto l'abbassamento della freatica all'interno dello scavo.

Inoltre può essere simulata la realizzazione di un tampone di fondo tramite il miglioramento del terreno naturale con tecnologie quali il jetgrouting o simili.

### 11.2.3. La simulazione di un reinterro

Una porzione di terreno, dopo essere stata rimossa, in seguito ad un scavo, può essere riattivata: in questo modo viene simulato un reinterro. Lo stato di sforzo negli elementi finiti appena riattivati viene calcolato nel seguente modo:

- La componente verticale efficace viene calcolata tenendo conto della componente geostatica, del sovraccarico uniformemente distribuito e degli effetti di eventuali fondazioni nastriformi, secondo i criteri esposti nel capitolo 9;
- La componente orizzontale efficace viene calcolata moltiplicando per il coefficiente di spinta a riposo  $K_0^{NC}$ , lo sforzo verticale efficace dovuto alla componente geostatica ed al sovraccarico uniformemente distribuito, ma non agli effetti di eventuali carichi nastriformi;
- La pressione dell'acqua viene valutata come in qualsiasi altro elemento.

Tutto questo alla prima iterazione del passo in cui avviene la riattivazione: alla fine del processo iterativo che porta alla soluzione equilibrata, lo sforzo efficace orizzontale può differire dal valore di spinta a riposo, se in terreno appena riattivato subisce delle deformazioni.

Per specificare un reinterro, è sufficiente assegnare una quota di fondo scavo (o di piano campagna), superiore a quella della fase precedente.

È possibile simulare—in via approssimata—anche l'effetto di una compattazione, applicando, e poi rimuovendo, un sovraccarico uniformemente distribuito equivalente al rullaggio stesso.

### 11.2.4. L'applicazione di tiranti o di puntoni

La messa in opera di un ordine di tiranti va generalmente simulata con uno step a se stante, se non altro per poter valutare le conseguenze di questa variazione, al netto di altri effetti collaterali di disturbo.

L'applicazione di un tirante, di solito, viene preceduta da una fase nella quale lo scavo è approfondito appena al di sotto della quota di inserimento dell'ancoraggio. In questo modo il vero processo realizzativo è simulato in modo abbastanza fedele. Invece, attivando il tirante contemporaneamente all'approfondimento dello scavo, si perde la possibilità di valutare una fase intermedia che talora potrebbe essere critica.

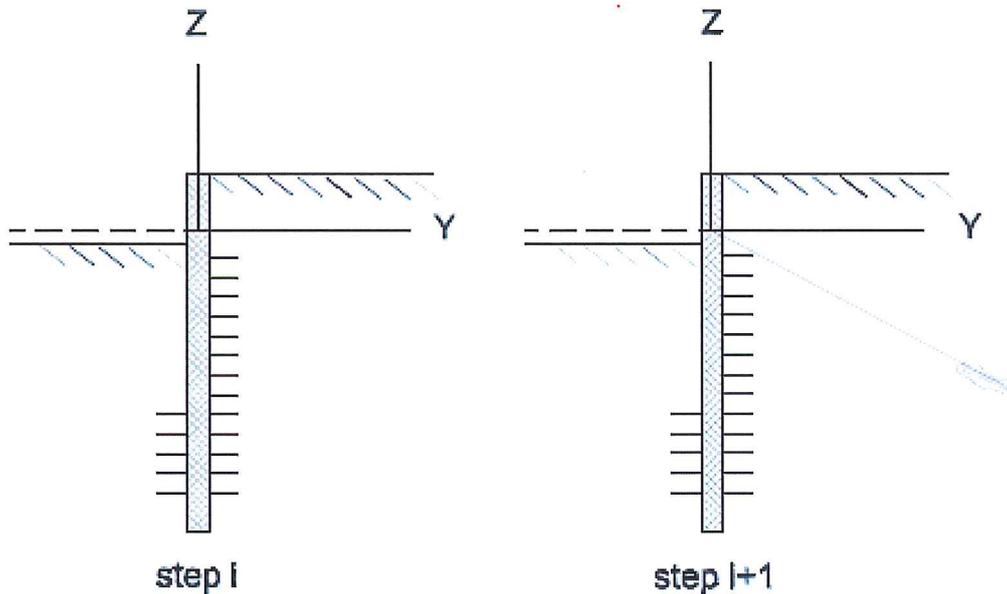


Figura 3

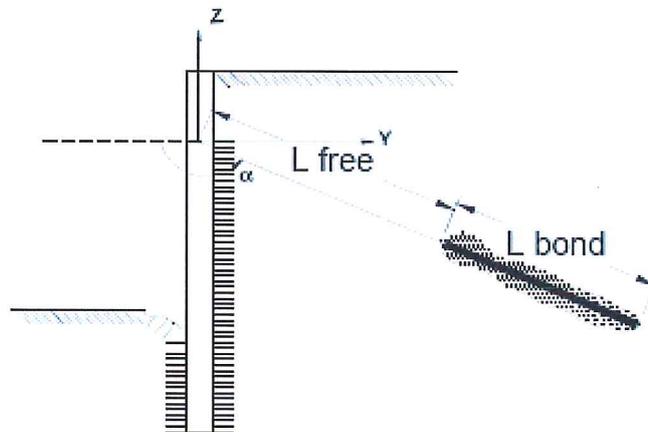
Il tirante applicato è un elemento finito che diviene attivo a partire da questo step e che può eventualmente essere rimosso in seguito. La sua “nascita” provoca nel modello due effetti:

- Sorge una forza al nodo di applicazione del tirante, forza dovuta allo stato di coazione (la pretensione) con cui l'elemento nasce;
- La rigidezza globale della struttura riceve un contributo dovuto alla rigidezza estensionale del tirante stesso. Quando, nelle fasi successive, il nodo ove il tirante è connesso, subirà ulteriori spostamenti, la forza nel tirante subirà mutamenti.

Un tirante attivo viene caratterizzato anche da una rigidezza assiale data da un'espressione del tipo:

$$K = E \times (A/L)$$

ove  $E$  è il modulo elastico della barra,  $A$  l'area per unità di larghezza della barra nel tratto deformabile e  $L$  la lunghezza del tratto deformabile del tirante, che può essere stimata come indicato nella figura che segue.



$$L = L_{\text{free}} + L_{\text{bond}} \times \eta \quad (\eta < 1)$$

Figura 4

Se il tirante viene imposto senza una pretensione iniziale, nel modello non si hanno ripercussioni. In modo analogo, la simulazione della messa in opera di un puntone (un elemento TRUSS) o di una soletta (elemento SLAB) che collega punti di due diaframmi opposti, non provoca di per se stessa variazioni e quindi non vale la pena prevedere uno step dell'analisi per questo solo motivo.

Per l'elemento TRUSS che collega due nodi, è possibile definire un comportamento "gap", cioè prevedere resistenza nulla a trazione.

#### 11.2.5. Applicazione di carichi esterni e vincoli

Generalmente la simulazione del processo realizzativo di un diaframma non necessita la definizione di forze esterne. La struttura è sollecitata dalla differente distribuzione di coazioni negli elementi terreno a monte e a valle della paratia.

È comunque possibile definire anche forze laterali esterne, concentrate e distribuite, facendole variare durante le varie fasi.

Infine conviene ricordare che i sovraccarichi verticali non vengono trattati come carichi esterni, ma servono esclusivamente a determinare uno stato geostatico nel terreno.

Quanto all'imposizione di condizioni di vincolo, PARATIE permette di specificare condizioni al contorno che impongono un ben preciso valore di spostamento o rotazione (assoluta o incrementale rispetto al passo di attivazione del vincolo) ad una generica quota.

### 11.3. Il modello del terreno

### 11.3.1. Considerazioni generali sulla scelta dei parametri.

Il terreno è schematizzato come un letto di molle, come già fatto da molti autori, vedi ad esempio Bowles (1988). La novità rispetto a precedenti lavori consiste nella legge costitutiva che tiene conto dei più importanti aspetti del comportamento sperimentale osservato.

Il limite dei modelli a molle tradizionali consiste infatti nella semplificazione eccessiva che essi danno del comportamento del terreno. Perché questi modelli forniscano risultati in buon accordo con l'evidenza sperimentale, è necessario che la rigidità delle molle dipenda non solo dalle caratteristiche meccaniche del terreno, ma anche dal grado di vincolo della paratia e dalle sue caratteristiche di snellezza e deformabilità: vedi ad esempio Jamiolkowski e Pasqualini (1979).

### 11.3.2. Parametri che caratterizzano il modello

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $K_A$  e il coefficiente di spinta passiva  $K_P$ .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace  $\sigma'_h$  a quella verticale  $\sigma'_v$  attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$$

$K_0$  dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace  $\phi'$  e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} (OCR)^m$$

dove:

$$K_0^{NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ( $OCR=1$ ).  $OCR$  è il grado di sovraconsolidazione e  $m$  è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di  $m$  per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da

$$K_A = \tan^2(45^\circ - \phi' / 2)$$

$$K_P = \tan^2(45^\circ + \phi' / 2)$$

Attraverso valori opportuni di  $K_A$  e  $K_P$  si può tener conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948).

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da

$$\sigma_h' = K_A \sigma_v' - 2c' \sqrt{K_A}$$

$$\sigma_h' = K_P \sigma_v' + 2c' \sqrt{K_P}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.  $c'$  è la coesione drenata del terreno.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse,  $k$ , è data da

$$k = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidezza del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidezza di ogni molla è

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$$

dove  $l_A$  e  $l_P$  sono rispettivamente:

$$\ell_A = \min\{l, 2H\};$$

$$\ell_P = \min\{l - H, H\}$$

e dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987).

Si assume in ogni caso un valore di  $H$  non minore di  $1/10$  dell'altezza totale della parete.

Il parametro  $E$  dipende dalla storia tensionale del sito nonché dall'incremento locale dello stato tensionale come illustrato in Becci e Nova (1987).

Il modulo  $E$  può essere considerato dipendente dalla pressione media

$$p = (\sigma'_v + \sigma'_h) / 2$$

secondo la legge:

$$E = R(p - p_a)^n$$

in cui  $p_a$  è la pressione atmosferica mentre  $R$  e  $n$  sono quantità determinabili sperimentalmente.

È ovvio che ponendo  $n=0$  si può considerare il caso di modulo costante, mentre se  $n$  è posto pari a 1, si ha il caso, tipico delle argille normalconsolidate, in cui il modulo varia linearmente con la profondità.

Il valore  $R$  è diverso in condizioni di carico vergine o di scarico-ricarico. Valori indicativi di  $R$  e  $n$  sono dati da Janbu (1963).

Si noti inoltre che, poiché lo stato tensionale iniziale vergine non è isotropo, la rigidezza del terreno in condizioni di carico vergine è minore di quella che si può misurare in prove triassiali drenate isotropicamente consolidate.

Nel caso in cui  $n=0$ , il valore del modulo  $R$  in condizioni di carico vergine può essere considerato identico al valore del modulo elastico inteso tradizionalmente.

Il modulo di scarico-ricarico è da 3 a 10 volte maggiore nel caso di argille, mentre è in genere da 1.5 a 3 volte più grande nel caso di sabbie.

Si noti infine che il programma può essere utilizzato, rinunciando peraltro a buona parte delle sue possibilità, anche per esaminare paratie su letto di molle alla Winkler. I valori della costante di sottofondo da utilizzare sono ad esempio indicati nel testo di Cestelli-Guidi (1984), in quello di Scott (1981) oppure in Bowles (1988).

#### 11.4. La presenza di acqua nel terreno

Nel tenere conto della presenza di acqua nel terreno PARATIE assume che il terreno immerso sia saturo (grado di saturazione 100%).

Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno. Nel solo caso in cui uno strato di terreno (immerso nella falda) venga dichiarato come non drenato, in questa zona la pressione dell'acqua non viene definita.

Sono ignorati effetti quali la consolidazione (trasferimento graduale di sforzi dall'acqua allo scheletro solido).

Possono darsi due condizioni da intendersi come stazionarie:

- condizioni di acqua in quiete, in cui la distribuzione delle pressioni è idrostatica;
- condizioni di moto stazionario di acqua in un mezzo poroso, in cui la distribuzione delle pressioni non è idrostatica ma tiene conto della dissipazione di energia potenziale causata dalla filtrazione.

Il primo caso è banale, mentre nel secondo caso si ricorre ad uno schema semplificato.

#### 11.5. L'effetto di carichi nastriformi

##### 11.5.1. Carichi preesistenti allo scavo

###### Descrizione del metodo di simulazione

Lo sforzo verticale efficace  $\sigma'_v$  nel terreno è calcolato, in PARATIE, indipendentemente dalle deformazioni alle quali la parete va incontro: è cioè ricavato attraverso semplici formule che tengono conto, fase per fase, della quota del piano campagna, di un sovraccarico uniformemente distribuito, ecc.

Nella fase iniziale, lo sforzo orizzontale efficace nel generico elemento terreno è calcolato come:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v \text{ (step 1)}$$

in cui  $K_0$  è il coefficiente di spinta a riposo. Nelle fasi successive,  $\sigma'_h$  si modifica tenendo conto della deformazione laterale subita.

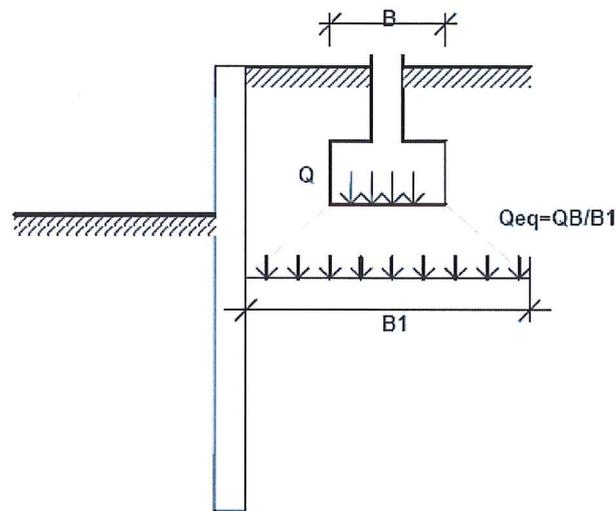


Figura 5

Questa impostazione cade in difetto se lo stato tensionale all'inizio non è descrivibile con le semplici formule sopra illustrate. Questa situazione si verifica se esistono fondazioni di dimensioni ridotte molto vicine alla parete.

In tal caso, il contributo allo stato tensionale verticale e orizzontale nel terreno, dovuto al solo plinto, è rappresentato da una distribuzione complessa. Sforzi verticali ed orizzontali di intensità significativa perturbano lo stato di sforzo geostatico in una zona di influenza limitata.

Per tener conto di questo effetto, in PARATIE si può operare in due modi:

- Se il plinto è sufficientemente distante dalla parete e l'entità del carico trasmesso al terreno non è troppo elevata, è bene, da parte dell'utente, schematizzare tale effetto attraverso un carico  $Q$  equivalente ridotto pensato applicato ad una quota più bassa rispetto all'imposta della fondazione. (vedi figura precedente). In questo modo si ricade nel caso di sovraccarico uniforme; in genere, così facendo, si sottostimano le pressioni laterali a quote prossime a quella ove è impostata la fondazione, ma si sovrastimano gli effetti della fondazione in profondità.
- Si può assumere che il carico concentrato induca, nel terreno, prima dello scavo, uno stato di sforzo addizionale, calcolabile ad esempio attraverso note formule della Teoria dell'Elasticità (vedi Lancellotta (1988), Nova (1978) e più in generale Timoshenko e Goodier (1970)). Questo sforzo, sommato a quello geostatico (dipendente da  $K_0$ ), consente di calcolare lo sforzo efficace presente negli elementi molla, all'inizio dell'analisi, cioè a spostamenti nulli.

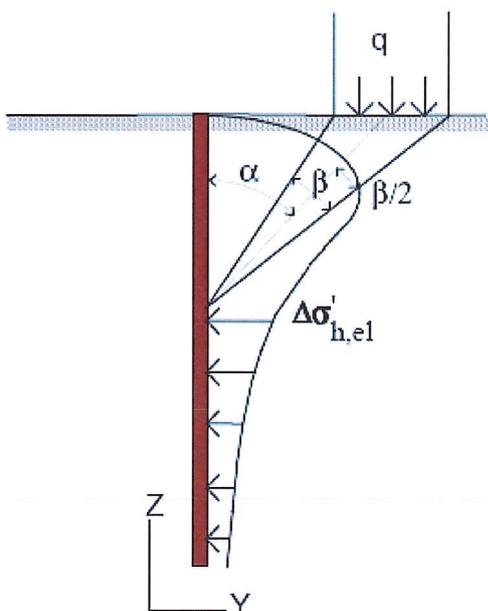
In questa seconda ipotesi, nella prima fase dell'analisi (vedi cap. "LA FASE ZERO"), in tutti gli elementi molla (sia a monte che a valle),  $\sigma'_h$  è calcolato come:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_{v(\text{step } 1)} + \Delta\sigma'_h$$

$\sigma'_v$ , nella formula precedente, non tiene conto dell'incremento di tensione verticale dovuto alla fondazione.  $\Delta\sigma'_h$  è calcolata attraverso la soluzione del semispazio elastico sollecitato da un carico nastriforme sulla superficie libera.  $\sigma'_h$  così calcolato stabilisce solamente lo sforzo iniziale nella molla generica: lo sforzo orizzontale in seguito varierà, in accordo con le deformazioni subite. In particolare, se la parete subisce deformazioni molto elevate, l'effetto di  $\Delta\sigma'_h$  può azzerarsi.

Negli elementi a valle,  $\sigma'_v$  non risente della presenza di fondazioni nastriformi; a monte, invece, si tiene conto, in tutte le fasi, di un incremento di  $\sigma'_v$ , a partire da una quota opportuna.

Il profilo degli sforzi orizzontali iniziali è calcolato secondo la formula che fornisce la distribuzione di sforzi in un semispazio elastico caricato da una striscia di carico di lunghezza indefinita. La formula implementata è riportata nella figura 6: lo sforzo attribuito alle molle è lo sforzo orizzontale valutato su tutti i punti di una linea verticale distante  $\beta x$  dal bordo più vicino della fondazione di larghezza  $\beta$ .



$$\Delta\sigma'_{h,el} = \frac{q}{\pi} (\beta - \text{sen}\beta\cos 2\alpha)$$

$$\Delta\sigma'_{v,el} = \frac{q}{\pi} (\beta + \text{sen}\beta\cos 2\alpha)$$

Figura 6

La formula è applicata ipotizzando il piano libero del semispazio elastico coincidente con la quota di imposta della fondazione: questa approssimazione è tanto più grave quanto minore è  $Z_F$  rispetto alla quota del piano campagna (ZPC).

Ad una quota  $ZETA > Z_F$ , non vengono considerati incrementi di sforzo.

Alla pressione geostatica  $SIGMA-v$ , solo per gli elementi a monte, in tutte le fasi dell'analisi, è sommato un incremento di sforzo verticale  $DSIGV$ , calcolato come segue (vedi figura 7):

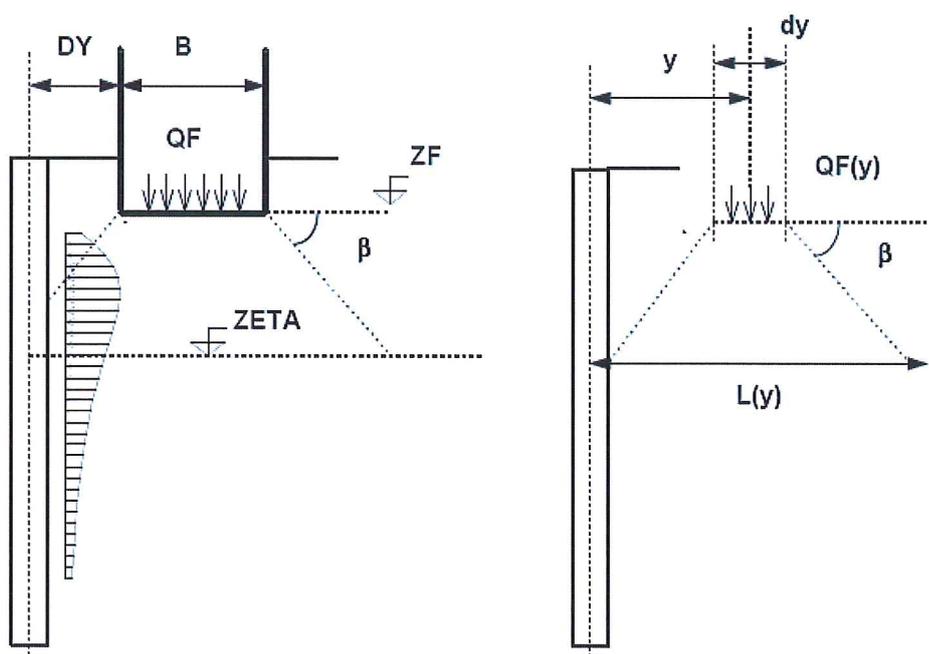


Figura 7

Si calcola dapprima la grandezza  $\Delta\sigma'_{v,1}$  come segue:

se  $ZETA > Z_F - DY \operatorname{tg}(\beta)$  allora

$$\Delta\sigma'_{v,1} = 0$$

se  $ZETA < Z_F - DY \operatorname{tg}(\beta)$

$$\Delta\sigma'_{v,1} = \int_{DY}^{DY+B} \frac{QF(y)}{L(y)} dy$$

ove

$$QF(y) = QF \quad \text{se } y \geq (ZF - ZETA) / tg(\beta)$$

$$QF(y) = 0 \quad \text{se } y < (ZF - ZETA) / tg(\beta)$$

$$L(y) = y + (ZF - ZETA) / tg(\beta)$$

L'integrale è valutato suddividendo l'intervallo di integrazione in 100 tratti.

Si confronta tale valore con quello fornito dalla relazione in figura 6 e si sceglie il massimo fra i due valori.

Cioè:

$$\Delta\sigma'_v = \max(\Delta\sigma'_{v,1}, \Delta\sigma'_{v,el})$$

Si osservi che l'incremento di sforzo verticale dovuto al plinto si riduce con la profondità; in genere,  $\Delta\sigma'_{v,1}$  prevale su  $\Delta\sigma'_{v,el}$ . Infatti, il modo secondo il quale viene calcolato  $\Delta\sigma'_{v,1}$  sottintende che la parete agisca, in qualche modo, da superficie riflettente (o rigida), mentre  $\Delta\sigma'_{v,el}$  deriva dall'ipotesi di semispazio elastico privo dell'ipotesi di superficie riflettente. È semplice rendersi conto che la soluzione del semispazio elastico con piano verticale rigido può essere ottenuta semplicemente raddoppiando i valori di  $\Delta\sigma'_{v,el}$  e  $\Delta\sigma'_{h,el}$ . In questo modo possiamo mettere a confronto  $\Delta\sigma'_{v,1}$  con la soluzione del semispazio elastico privo ( $\Delta\sigma'_{v,el}$ ) e munito di piano verticale riflettente ( $2 \times \Delta\sigma'_{v,el}$ ).

### 11.5.2. Carichi nastriformi applicati in una fase successiva

È possibile assegnare un carico nastriforme, a monte del diaframma, in una fase successiva alla prima. In questo caso il comportamento di PARATIE differisce da quello descritto nel paragrafo precedente, come segue:

Per i soli elementi terreno a monte della parete:

- allo sforzo verticale geostatico viene aggiunto  $\Delta\sigma'_v = \max(\Delta\sigma'_{v,1}, \Delta\sigma'_{v,el})$  valutato secondo i criteri esposti nel paragrafo precedente;
- lo sforzo laterale  $\sigma'_h$  varia di conseguenza, in funzione dell'incremento di carico verticale, secondo i criteri precedentemente esposti. In pratica l'incremento di sforzo orizzontale è legato  $\Delta\sigma'_v$  attraverso un coefficiente che dipende da  $K_0$  o dai coefficienti di spinta a rottura.

In pratica, l'applicazione di un sovraccarico nastriforme, in una fase successiva alla fase zero, determina, a monte della parete, un incremento di sforzo verticale secondo una distribuzione particolare. Gli incrementi di sforzo

laterale seguono il medesimo criterio applicato agli incrementi dovuti, ad esempio, ad una variazione di sforzo litostatico.

Applicando un carico in una fase successiva alla prima, PARATIE controlla il rispetto del criterio di rottura.

### 11.5.3. Rimozione di carichi nastriformi

Un carico nastriforme, sia presente dall'inizio, sia applicato in una fase successiva, può essere rimosso. La sua scomparsa determina la rimozione, a monte della paratia, della distribuzione di sforzi verticali aggiuntivi a quelli geostatici. Di conseguenza, a causa di un decremento di  $\sigma'_v$ , lo sforzo  $\sigma'_h$  decresce secondo i criteri precedentemente esposti.

## 12. ALLEGATO 2 – TABULATI DI CALCOLO

### 12.1. SEZ-1 - M1

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

```
*****
**                               **
**      P A R A T I E           **
**                               **
**      RELEASE 7.00  VERSIONE WIN  **
**                               **
**      Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10  **
**      20129 MILANO              **
**                               **
*****
```

JOBNAME Y:\PROGETTI\Pizzarotti\TIBRE\PE\Rel\PV - Ponti\_Viadotti\PV.05\OOPP\  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

#### ELENCO DEI DATI DI INPUT (PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
 si faccia riferimento al manuale di  
 input PARAGEN, versione 7.00.

N. comando  
 1: \* Paratie for Windows version 7.0  
 2: \* Filename= <y:\progetti\pizzarotti\tibre\pe\rel\pv -  
 ponti\_viadotti\pv.05\oopp  
 3: \* project with "run time" parameters  
 4: \* Force=kN Length=m  
 5: \*  
 6: units m kN  
 7: title History 0 - M1  
 8: delta 0.2  
 9: option param itemax 20  
 10: option noprint echo  
 11: option noprint displ  
 12: option noprint react  
 13: option noprint stresses  
 14: wall LeftWall 0 -12 0  
 15: \*  
 16: soil UHLeft LeftWall -12 0 1 0  
 17: soil DHLeft LeftWall -12 0 2 180  
 18: \*  
 19: material 1 2.1E+008  
 20: \*  
 21: beam PALANCOIA LeftWall -12 0 1 0.198 00 00  
 22: \*  
 23: \* Soil Profile  
 24: \*  
 25: ldata 1 0  
 26: weight 20 10 10  
 27: atrest 0.561629 0.5 1  
 28: resistance 0 26 0.344 3.511  
 29: permeabil 0.0001  
 30: young 15000 22500  
 31: endlayer  
 32: ldata 2 -3  
 33: weight 20 10 10  
 34: atrest 0.357212 0.5 1  
 35: resistance 0 40 0.187 9.021  
 36: permeabil 0.0001  
 37: young 50000 75000  
 38: endlayer

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

N. comando  
 39: \*  
 40: option find safety  
 41: \*  
 42: step 1 : geostatica  
 43: setwall LeftWall  
 44: geom 0 0  
 45: water -1.15 0 0 noremove update  
 46: endstep  
 47: \*  
 48: step 2 : Realizzazione paratia  
 49: setwall LeftWall  
 50: add PALANCOIA  
 51: endstep  
 52: \*  
 53: step 3 : scavo fino a -3.9 m da p.c.  
 54: setwall LeftWall  
 55: geom 0 -3.9  
 56: water -1.15 2.75  
 57: surcharge 20 0 0 0  
 58: endstep  
 59: \*  
 60: \*

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

#### RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000  
 quota superiore = 0.0000 m  
 quota inferiore = -3.0000 m  
 peso fuori falda = 20.000 KN/m<sup>3</sup>  
 peso efficace in falda = 10.000 KN/m<sup>3</sup>  
 peso dell'acqua = 10.000 KN/m<sup>3</sup>  
 angolo di attrito = 26.000 DEG (A MONTE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.34400 (A MONTE)  
 coeff. spinta passiva kp = 3.5110 (A MONTE)  
 Konc normal consolidato = 0.56163  
 esponente di OCR = 0.50000  
 OCR: grado di sovraconsolidazione = 1.0000  
 modello di rigidità = 1.0000  
 modulo el. compr. vergine = 15000. kPa  
 modulo el. scarico/ricarico = 22500. kPa  
 permeabilita' = 0.10000E-03 m/time (A MONTE)  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000 (A VALLE)  
 angolo di attrito = 26.000 DEG (A VALLE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.34400 (A VALLE)  
 coeff. spinta passiva kp = 3.5110 (A VALLE)  
 permeabilita' = 0.10000E-03 m/time (A VALLE)

LAYER 2  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000  
 quota superiore = -3.0000 m  
 quota inferiore = -0.10000E+31 m  
 peso fuori falda = 20.000 KN/m<sup>3</sup>  
 peso efficace in falda = 10.000 KN/m<sup>3</sup>  
 peso dell'acqua = 10.000 KN/m<sup>3</sup>  
 angolo di attrito = 40.000 DEG (A MONTE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.18700 (A MONTE)  
 coeff. spinta passiva kp = 9.0210 (A MONTE)  
 Konc normal consolidato = 0.35721  
 esponente di OCR = 0.50000  
 OCR: grado di sovraconsolidazione = 1.0000  
 modello di rigidità = 1.0000  
 modulo el. compr. vergine = 50000. kPa  
 modulo el. scarico/ricarico = 75000. kPa  
 permeabilita' = 0.10000E-03 m/time (A MONTE)  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000 (A VALLE)  
 angolo di attrito = 40.000 DEG (A VALLE)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

#### RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

coeff. spinta attiva ka = 0.18700 (A VALLE)  
 coeff. spinta passiva kp = 9.0210 (A VALLE)  
 permeabilita' = 0.10000E-03 m/time (A VALLE)

#### RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

#### RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

#### RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall  
 coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = 0.0000 m  
 quota della falda = -1.1500 m  
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 0.0000 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = -0.99900E+30 m  
 quota di taglio = -0.99900E+30 m  
 quota di equil. pressioni dell'acqua = 0.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m

Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure elev. = 0.0000 m

## RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

 WALL LeftWall  
 coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = 0.0000 m  
 quota della falda = -1.1500 m  
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 0.0000 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = -0.99900E+30 m  
 quota di taglio = -0.99900E+30 m

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

 quota di equil. pressioni dell'acqua = 0.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure elev. = 0.0000 m

## RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

 WALL LeftWall  
 coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = -3.9000 m  
 quota della falda = -1.1500 m  
 sovraccarico a monte = 20.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 2.7500 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
 quota di taglio = -0.99900E+30 m  
 quota di equil. pressioni dell'acqua = -12.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO ELEMENTI

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	0.	-12.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-12.00	DOWNHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
PALANCOIA	LeftWall	0.	-12.00		0.1980

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO DATI VARI

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
1	2.1E+008

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	6	SI

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## STEP DI CARICO No. 1

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.0000000E+00	0.0000000E+00
2	0.0000000E+00	0.0000000E+00
3	0.0000000E+00	0.0000000E+00
4	0.0000000E+00	0.0000000E+00
5	0.0000000E+00	0.0000000E+00
6	0.0000000E+00	0.0000000E+00
7	0.0000000E+00	0.0000000E+00
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	0.0000000E+00
13	0.0000000E+00	0.0000000E+00
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00
16	0.0000000E+00	0.0000000E+00
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00
25	0.0000000E+00	0.0000000E+00
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00
29	0.0000000E+00	0.0000000E+00
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00
48	0.0000000E+00	0.0000000E+00
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00
53	0.0000000E+00	0.0000000E+00
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00
58	0.0000000E+00	0.0000000E+00
59	0.0000000E+00	0.0000000E+00
60	0.0000000E+00	0.0000000E+00

61 0.0000000E+00 0.0000000E+00

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

STEP DI CARICO NO. 2

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.0000000E+00	0.0000000E+00
2	0.0000000E+00	0.0000000E+00
3	0.0000000E+00	0.0000000E+00
4	0.0000000E+00	0.0000000E+00
5	0.0000000E+00	0.0000000E+00
6	0.0000000E+00	0.0000000E+00
7	0.0000000E+00	0.0000000E+00
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	0.0000000E+00
11	0.0000000E+00	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	0.0000000E+00
13	0.0000000E+00	0.0000000E+00
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00
16	0.0000000E+00	0.0000000E+00
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00
25	0.0000000E+00	0.0000000E+00
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00
29	0.0000000E+00	0.0000000E+00
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

STEP DI CARICO NO. 3

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00
48	0.0000000E+00	0.0000000E+00
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00
53	0.0000000E+00	0.0000000E+00
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00
58	0.0000000E+00	0.0000000E+00
59	0.0000000E+00	0.0000000E+00
60	0.0000000E+00	0.0000000E+00
61	0.0000000E+00	0.0000000E+00

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

STEP DI CARICO NO. 3

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.67622602E-01	-0.10596907E-01
2	0.65503225E-01	-0.10596805E-01
3	0.63383907E-01	-0.10596258E-01
4	0.61264787E-01	-0.10594739E-01
5	0.59146117E-01	-0.10591639E-01
6	0.57028282E-01	-0.10586270E-01
7	0.54911811E-01	-0.10577863E-01
8	0.52797396E-01	-0.10565558E-01
9	0.50685912E-01	-0.10548373E-01
10	0.48578449E-01	-0.10525180E-01
11	0.46476327E-01	-0.10494703E-01
12	0.44381149E-01	-0.1045521E-01
13	0.42294804E-01	-0.1040663E-01
14	0.40219523E-01	-0.10344611E-01
15	0.38157884E-01	-0.10269303E-01
16	0.36112860E-01	-0.10178125E-01
17	0.34087814E-01	-0.10069219E-01
18	0.32086466E-01	-0.99408831E-02
19	0.30112879E-01	-0.97912885E-02
20	0.28171498E-01	-0.96184835E-02
21	0.26267173E-01	-0.94203884E-02
22	0.24405159E-01	-0.91950595E-02
23	0.22591049E-01	-0.89412089E-02
24	0.20830601E-01	-0.86584669E-02
25	0.19129552E-01	-0.83473809E-02
26	0.17493442E-01	-0.80094142E-02

27	0.15927419E-01	-0.76469486E-02
28	0.14436075E-01	-0.72632837E-02
29	0.13023239E-01	-0.68626353E-02
30	0.11691811E-01	-0.64501371E-02
31	0.10443620E-01	-0.60310918E-02
32	0.92794960E-02	-0.56102104E-02
33	0.81993835E-02	-0.51916209E-02
34	0.72024558E-02	-0.47789118E-02
35	0.62872204E-02	-0.43751765E-02
36	0.54516108E-02	-0.39830566E-02
37	0.46930746E-02	-0.36047823E-02
38	0.40086508E-02	-0.32422161E-02
39	0.33950391E-02	-0.28968905E-02
40	0.28486624E-02	-0.25700475E-02
41	0.23657221E-02	-0.22626733E-02
42	0.19422441E-02	-0.19755345E-02
43	0.15741208E-02	-0.17092085E-02

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
44	0.12571452E-02	-0.14641151E-02
45	0.98704000E-03	-0.12405437E-02
46	0.75948058E-03	-0.10386796E-02
47	0.57011552E-03	-0.85860468E-03
48	0.41459835E-03	-0.70013548E-03
49	0.28865971E-03	-0.56269072E-03
50	0.18818192E-03	-0.44534804E-03
51	0.10925977E-03	-0.34691623E-03
52	0.48247963E-04	-0.26599644E-03
53	0.17974022E-05	-0.20103352E-03
54	-0.33117976E-04	-0.15035855E-03
55	-0.59182639E-04	-0.11223288E-03
56	-0.78729485E-04	-0.84882529E-04
57	-0.93734452E-04	-0.66514185E-04
58	-0.10581384E-03	-0.55326171E-04
59	-0.11622344E-03	-0.49515900E-04
60	-0.12585879E-03	-0.47284433E-04
61	-0.13525627E-03	-0.46838861E-04

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI  
 \*TUTTI I PASSI\*  
 \* PARETE LeftWall\*  
 \* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 \* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m  
 E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
1	0.67623E-01	0.65503E-01	3
2	-0.20000	0.63384E-01	3
3	-0.40000	0.61265E-01	3
4	-0.60000	0.59146E-01	3
5	-0.80000	0.57028E-01	3
6	-1.00000	0.54912E-01	3
7	-1.20000	0.52797E-01	3
8	-1.40000	0.50686E-01	3
9	-1.60000	0.48578E-01	3
10	-1.80000	0.46476E-01	3
11	-2.00000	0.44381E-01	3
12	-2.20000	0.42295E-01	3
13	-2.40000	0.40220E-01	3
14	-2.60000	0.38158E-01	3
15	-2.80000	0.36113E-01	3
16	-3.00000	0.34088E-01	3
17	-3.20000	0.32086E-01	3
18	-3.40000	0.30113E-01	3
19	-3.60000	0.28171E-01	3
20	-3.80000	0.26267E-01	3
21	-4.00000	0.24405E-01	3
22	-4.20000	0.22591E-01	3
23	-4.40000	0.20831E-01	3
24	-4.60000	0.19130E-01	3
25	-4.80000	0.17493E-01	3
26	-5.00000	0.15927E-01	3
27	-5.20000	0.14436E-01	3
28	-5.40000	0.13023E-01	3
29	-5.60000	0.11692E-01	3
30	-5.80000	0.10444E-01	3
31	-6.00000	0.92795E-02	3
32	-6.20000	0.81994E-02	3
33	-6.40000	0.72025E-02	3
34	-6.60000	0.62872E-02	3
35	-6.80000	0.54516E-02	3
36	-7.00000	0.46931E-02	3
37	-7.20000	0.40087E-02	3
38	-7.40000		

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - MI

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
39	-7.60000	0.33950E-02	3
40	-7.80000	0.28487E-02	3
41	-8.00000	0.23657E-02	3
42	-8.20000	0.19422E-02	3
43	-8.40000	0.15741E-02	3
44	-8.60000	0.12571E-02	3
45	-8.80000	0.98704E-03	3
46	-9.00000	0.75948E-03	3
47	-9.20000	0.57011E-03	3
48	-9.40000	0.41459E-03	3
49	-9.60000	0.28866E-03	3

50	-9.8000	0.18818E-03	3
51	-10.000	0.10926E-03	3
52	-10.200	0.48248E-04	3
53	-10.400	0.17974E-05	3
54	-10.600	-0.33118E-04	3
55	-10.800	-0.59183E-04	3
56	-11.000	-0.78729E-04	3
57	-11.200	-0.93734E-04	3
58	-11.400	-0.10581E-03	3
59	-11.600	-0.11622E-03	3
60	-11.800	-0.12586E-03	3
61	-12.000	-0.13526E-03	3

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - Ml

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE  
 (PER UNITA' DI PROFONDITA')  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO PALANCOLA\*  
 \*STEP 1 - 3\*  
 \* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]  
 MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]  
 TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.5275E-10	0.	0.6880
	B	-0.2000	0.1376	0.	0.6880
2	A	-0.2000	0.1376	0.	2.339
	B	-0.4000	0.6054	0.	2.339
3	A	-0.4000	0.6054	0.	4.266
	B	-0.6000	1.459	0.	4.266
4	A	-0.6000	1.459	0.	6.467
	B	-0.8000	2.752	0.	6.467
5	A	-0.8000	2.752	0.	8.944
	B	-1.000	4.541	0.	8.944
6	A	-1.000	4.541	0.	11.70
	B	-1.200	6.880	0.	11.70
7	A	-1.200	6.880	0.	14.78
	B	-1.400	9.836	0.	14.78
8	A	-1.400	9.836	0.	18.36
	B	-1.600	13.51	0.	18.36
9	A	-1.600	13.51	0.	22.44
	B	-1.800	18.00	0.	22.44
10	A	-1.800	18.00	0.	27.03
	B	-2.000	23.40	0.	27.03
11	A	-2.000	23.40	0.	32.11
	B	-2.200	29.82	0.	32.11
12	A	-2.200	29.82	0.	37.69
	B	-2.400	37.36	0.	37.69
13	A	-2.400	37.36	0.	43.77
	B	-2.600	46.12	0.	43.77
14	A	-2.600	46.12	0.	50.35
	B	-2.800	56.19	0.	50.35
15	A	-2.800	56.19	0.	57.43
	B	-3.000	67.67	0.	57.43
16	A	-3.000	67.67	0.	62.99
	B	-3.200	80.27	0.	62.99
17	A	-3.200	80.27	0.	68.98
	B	-3.400	94.07	0.	68.98

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 21  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - Ml

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-3.400	94.07	0.	75.40
	B	-3.600	109.1	0.	75.40
19	A	-3.600	109.1	0.	82.25
	B	-3.800	125.6	0.	82.25
20	A	-3.800	125.6	0.	89.52
	B	-4.000	143.5	0.	89.52
21	A	-4.000	143.5	0.	95.45
	B	-4.200	162.6	0.	95.45
22	A	-4.200	162.6	0.	98.27
	B	-4.400	182.2	0.	98.27
23	A	-4.400	182.2	0.	97.97
	B	-4.600	201.8	0.	97.97
24	A	-4.600	201.8	0.	94.55
	B	-4.800	220.7	0.	94.55
25	A	-4.800	220.7	0.	88.02
	B	-5.000	238.4	0.	88.02
26	A	-5.000	238.4	0.	78.38
	B	-5.200	254.0	0.	78.38
27	A	-5.200	254.0	0.	65.61
	B	-5.400	267.2	0.	65.61
28	A	-5.400	267.2	0.	49.74
	B	-5.600	277.1	0.	49.74
29	A	-5.600	277.1	0.	30.75
	B	-5.800	283.2	0.	30.75
30	A	-5.800	283.2	0.	13.72
	B	-6.000	286.0	0.	13.72
31	A	-6.000	286.0	0.	1.250
	B	-6.200	285.7	0.	1.250
32	A	-6.200	285.7	0.	14.32
	B	-6.400	282.9	0.	14.32
33	A	-6.400	282.9	0.	25.63
	B	-6.600	277.8	0.	25.63
34	A	-6.600	277.8	0.	35.33
	B	-6.800	270.7	0.	35.33
35	A	-6.800	270.7	0.	43.56
	B	-7.000	262.0	0.	43.56
36	A	-7.000	262.0	0.	50.48
	B	-7.200	251.9	0.	50.48
37	A	-7.200	251.9	0.	56.21
	B	-7.400	240.6	0.	56.21
38	A	-7.400	240.6	0.	60.89
	B	-7.600	228.5	0.	60.89
39	A	-7.600	228.5	0.	64.64
	B	-7.800	215.5	0.	64.64
40	A	-7.800	215.5	0.	67.59

B -8.000 202.0 0. 67.59

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - Ml

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-8.000	202.0	0.	69.85
	B	-8.200	188.0	0.	69.85
42	A	-8.200	188.0	0.	71.52
	B	-8.400	173.7	0.	71.52
43	A	-8.400	173.7	0.	72.70
	B	-8.600	159.2	0.	72.70
44	A	-8.600	159.2	0.	73.48
	B	-8.800	144.5	0.	73.48
45	A	-8.800	144.5	0.	73.96
	B	-9.000	129.7	0.	73.96
46	A	-9.000	129.7	0.	74.04
	B	-9.200	114.9	0.	74.04
47	A	-9.200	114.9	0.	72.71
	B	-9.400	100.4	0.	72.71
48	A	-9.400	100.4	0.	70.09
	B	-9.600	86.34	0.	70.09
49	A	-9.600	86.34	0.	66.45
	B	-9.800	73.06	0.	66.45
50	A	-9.800	73.06	0.	62.00
	B	-10.00	60.66	0.	62.00
51	A	-10.00	60.66	0.	56.94
	B	-10.20	49.27	0.	56.94
52	A	-10.20	49.27	0.	51.44
	B	-10.40	38.98	0.	51.44
53	A	-10.40	38.98	0.	45.61
	B	-10.60	29.86	0.	45.61
54	A	-10.60	29.86	0.	39.63
	B	-10.80	21.93	0.	39.63
55	A	-10.80	21.93	0.	33.56
	B	-11.00	15.22	0.	33.56
56	A	-11.00	15.22	0.	27.45
	B	-11.20	9.731	0.	27.45
57	A	-11.20	9.731	0.	21.32
	B	-11.40	5.467	0.	21.32
58	A	-11.40	5.467	0.	15.20
	B	-11.60	2.426	0.	15.20
59	A	-11.60	2.426	0.	9.104
	B	-11.80	0.6053	0.	9.104
60	A	-11.80	0.6053	0.	3.026
	B	-12.00	0.3837E-12	0.	3.026

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - Ml

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA = massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX = massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	6.880	6.560	0.	0.
2	-0.2000	9.256	7.872	0.	0.
3	-0.4000	9.632	9.184	0.	0.
4	-0.6000	11.01	10.50	0.	0.
5	-0.8000	12.38	11.81	0.	0.
6	-1.000	13.76	13.12	0.	0.
7	-1.200	14.99	14.29	0.5000	0.1451
8	-1.400	15.78	15.04	2.500	0.1451
9	-1.600	16.56	15.79	4.500	0.1451
10	-1.800	17.35	16.55	6.500	0.1451
11	-2.000	18.14	17.30	8.500	0.1451
12	-2.200	18.93	18.05	10.50	0.1451
13	-2.400	19.94	18.80	12.50	0.1451
14	-2.600	21.06	19.55	14.50	0.1451
15	-2.800	22.18	20.30	16.50	0.1451
16	-3.000	23.42	21.05	18.50	0.1451
17	-3.200	24.77	21.80	20.50	0.1451
18	-3.400	26.25	22.55	22.50	0.1451
19	-3.600	27.87	23.30	24.50	0.1451
20	-3.800	29.64	24.05	26.50	0.1451
21	-4.000	31.57	24.80	28.50	0.1451
22	-4.200	33.67	25.55	30.50	0.1451
23	-4.400	35.94	26.30	32.50	0.1451
24	-4.600	38.38	27.05	34.50	0.1451
25	-4.800	40.99	27.80	36.50	0.1451
26	-5.000	43.77	28.55	38.50	0.1451
27	-5.200	46.72	29.30	40.50	0.1451
28	-5.400	49.84	30.05	42.50	0.1451
29	-5.600	53.14	30.80	44.50	0.1451
30	-5.800	56.62	31.55	46.50	0.1451
31	-6.000	60.29	32.30	48.50	0.1451
32	-6.200	64.16	33.05	50.50	0.1451
33	-6.400	68.23	33.80	52.50	0.1451
34	-6.600	72.50	34.55	54.50	0.1451
35	-6.800	76.97	35.30	56.50	0.1451

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 24  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - Ml

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.000	81.54	36.05	58.50	0.1451
37	-7.200	86.99	36.80	60.50	0.1451
38	-7.400	92.72	37.55	62.50	0.1451
39	-7.600	98.74	38.30	64.50	0.1451
40	-7.800	105.05	39.05	66.50	0.1451

41	-8.000	32.68	49.37	68.50	0.1451
42	-8.200	33.40	50.30	70.50	0.1451
43	-8.400	34.11	51.23	72.50	0.1451
44	-8.600	34.83	52.16	74.50	0.1451
45	-8.800	35.54	53.09	76.50	0.1451
46	-9.000	36.26	54.02	78.50	0.1451
47	-9.200	36.97	52.26	80.50	0.1451
48	-9.400	37.69	50.59	82.50	0.1451
49	-9.600	41.00	49.38	84.50	0.1451
50	-9.800	44.92	48.57	86.50	0.1451
51	-10.00	48.18	48.08	88.50	0.1451
52	-10.20	50.89	47.87	90.50	0.1451
53	-10.40	53.14	47.89	92.50	0.1451
54	-10.60	54.70	48.26	94.50	0.1451
55	-10.80	56.05	48.73	96.50	0.1451
56	-11.00	57.27	49.26	98.50	0.1451
57	-11.20	58.40	49.84	100.5	0.1451
58	-11.40	59.47	50.45	102.5	0.1451
59	-11.60	60.50	51.08	104.5	0.1451
60	-11.80	61.52	51.72	106.5	0.1451
61	-12.00	62.53	52.36	108.5	0.1451

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 25  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	2.247	0.8767	0.	0.
3	-0.4000	4.493	1.753	0.	0.
4	-0.6000	6.740	2.630	0.	0.
5	-0.8000	8.986	3.507	0.	0.
6	-1.0000	11.23	4.384	0.	0.
7	-1.2000	13.20	5.151	0.5000	0.
8	-1.4000	14.32	5.589	2.5000	0.
9	-1.6000	15.44	6.028	4.5000	0.
10	-1.8000	16.57	6.466	6.5000	0.
11	-2.0000	17.69	6.904	8.5000	0.
12	-2.2000	18.81	7.343	10.5000	0.
13	-2.4000	19.94	7.781	12.5000	0.
14	-2.6000	21.06	8.219	14.5000	0.
15	-2.8000	22.18	8.658	16.5000	0.
16	-3.0000	14.82	13.34	18.5000	0.
17	-3.2000	15.54	13.98	20.5000	0.
18	-3.4000	16.25	14.62	22.5000	0.
19	-3.6000	16.97	15.27	24.5000	0.
20	-3.8000	17.68	15.91	26.5000	0.
21	-4.0000	18.40	16.55	28.5000	0.1451
22	-4.2000	23.14	17.19	30.5000	0.1451
23	-4.4000	38.56	17.84	32.5000	0.1451
24	-4.6000	53.98	24.00	34.5000	0.1451
25	-4.8000	69.41	30.86	36.5000	0.1451
26	-5.0000	84.83	37.71	38.5000	0.1451
27	-5.2000	100.3	44.57	40.5000	0.1451
28	-5.4000	115.7	51.43	42.5000	0.1451
29	-5.6000	131.1	58.28	44.5000	0.1451
30	-5.8000	121.1	52.44	46.5000	0.1451
31	-6.0000	110.7	46.37	48.5000	0.1451
32	-6.2000	101.0	40.68	50.5000	0.1451
33	-6.4000	92.08	35.36	52.5000	0.1451
34	-6.6000	83.89	30.40	54.5000	0.1451
35	-6.8000	76.42	25.81	56.5000	0.1451

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 26  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.0000	69.66	26.19	58.50	0.1451
37	-7.2000	63.59	26.84	60.50	0.1451
38	-7.4000	58.17	27.48	62.50	0.1451
39	-7.6000	53.39	28.12	64.50	0.1451
40	-7.8000	49.21	28.76	66.50	0.1451
41	-8.0000	45.60	29.41	68.50	0.1451
42	-8.2000	42.51	30.05	70.50	0.1451
43	-8.4000	39.92	30.69	72.50	0.1451
44	-8.6000	37.79	31.34	74.50	0.1451
45	-8.8000	36.07	31.98	76.50	0.1451
46	-9.0000	36.26	32.62	78.50	0.1451
47	-9.2000	36.97	33.26	80.50	0.1451
48	-9.4000	37.69	33.91	82.50	0.1451
49	-9.6000	38.40	34.55	84.50	0.1451
50	-9.8000	39.11	35.19	86.50	0.1451
51	-10.00	39.83	35.84	88.50	0.1451
52	-10.20	40.54	36.48	90.50	0.1451
53	-10.40	41.26	37.12	92.50	0.1451
54	-10.60	41.97	37.76	94.50	0.1451
55	-10.80	42.69	38.41	96.50	0.1451
56	-11.00	43.40	39.05	98.50	0.1451
57	-11.20	44.12	39.69	100.5	0.1451
58	-11.40	44.83	40.34	102.5	0.1451
59	-11.60	45.54	40.98	104.5	0.1451
60	-11.80	46.26	41.62	106.5	0.1451
61	-12.00	46.97	42.26	108.5	0.1451

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 27  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

## RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO

(LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA; e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE 1	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		318.15	318.15
SPINTA ACQUA		588.65	588.65
SPINTA TOTALE VERA		906.80	906.80
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		169.99	169.99
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		7301.5	7301.5
RAPPORTO PASSIVA/VERA		22.950	22.950
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		4.%	4.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.8716	1.8716

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 28  
 1 LUGLIO 2014 15:10:54  
 History 0 - M1

FASE 2	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		318.15	318.15
SPINTA ACQUA		588.65	588.65
SPINTA TOTALE VERA		906.80	906.80
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		169.99	169.99
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		7301.5	7301.5
RAPPORTO PASSIVA/VERA		22.950	22.950
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		4.%	4.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.8716	1.8716

FASE 3	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		307.44	434.96
SPINTA ACQUA		503.23	375.71
SPINTA TOTALE VERA		810.67	810.67
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		240.30	52.451
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		9905.3	2530.3
RAPPORTO PASSIVA/VERA		32.218	5.8173
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		3.%	17.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.2794	8.2926

## 12.2. SEZ-1 - M2

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

```

*****
**                                     **
**           P A R A T I E           **
**                                     **
**      RELEASE 7.00  VERSIONE WIN    **
**                                     **
**  Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10  **
**                                20129 MILANO  **
**                                     **
*****
  
```

 JOBNAME Y:\PROGETTI\Pizzarotti\TIBRE\PE\Rel\PV - Ponti\_Viadotti\FV.05\OOPP  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26

 PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

## ELENCO DEI DATI DI INPUT (PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi si faccia riferimento al manuale di input PARAGEN, versione 7.00.

 N. comando  
 1: \* Paratie for Windows version 7.0

```

2: * Filename= <y:\progetti\pizzarotti\tibre\pe\rel\pv -
ponti_viadotti\pv.05\oop\
3: * project with "run time" parameters
4: * Force=kN Lenght=m
5: *
6: units m kN
7: title History 0 - M2
8: delta 0.2
9: option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14: wall LeftWall 0 -12 0
15: *
16: soil UHLeft LeftWall -12 0 1 0
17: soil DHLeft LeftWall -12 0 2 180
18: *
19: material 1 2.1E+008
20: *
21: beam PALANCOLA LeftWall -12 0 1 0.198 00 00
22: *
23: * Soil Profile
24: *
25: ldata 1 0
26: weight 20 10 10
27: atrest 0.636749 0.5 1
28: resistance 0 21.3 0.417 2.689
29: permeabil 0.0001
30: young 15000 22500
31: endlayer
32: ldata 2 -3
33: weight 20 10 10
34: atrest 0.442255 0.5 1
35: resistance 0 33.9 0.246 5.74
36: permeabil 0.0001
37: young 50000 75000
38: endlayer
  
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3  
1 LUGLIO 2014 15:10:26  
History 0 - M2

N. comando

```

39: *
40: option find safety
41: *
42: step 1 : geostatica
43: setwall LeftWall
44: geom 0 0
45: water -1.15 0 0 noremove update
46: endstep
47: *
48: step 2 : Realizzazione paratia
49: setwall LeftWall
50: add PALANCOLA
51: endstep
52: *
53: step 3 : scavo fino a -3.9 m da p.c.
54: setwall LeftWall
55: geom 0 -3.9
56: water -1.15 2.75
57: surcharge 26 0 0 0
58: endstep
59: *
60: *
  
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
1 LUGLIO 2014 15:10:26  
History 0 - M2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1

natura l=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -3.0000	m	
peso fuori falda	= 20.0000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 21.3000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.417000		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6890		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.53675		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 15000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 22500.	kPa	
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A MONTE)
natura l=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 21.3000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.417000		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6890		(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A VALLE)

LAYER 2

natura l=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -3.0000	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 20.0000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 33.9000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.24600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.7400		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.44225		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 75000.	kPa	

permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A MONTE)
natura l=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 33.9000	DEG	(A VALLE)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
1 LUGLIO 2014 15:10:26  
History 0 - M2

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

coeff. spinta attiva ka	= 0.24600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.7400		(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
1 LUGLIO 2014 15:10:26  
History 0 - M2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= 0.0000	m	
quota della falda	= -1.1500	m	
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 0.0000	m	
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m	
quota di taglio	= -0.99900E+30	m	
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m	
indicatore comportamento acqua	= 0.0000		(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000		(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]	
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]	
delta/phi a monte	= 0.0000		
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]	
delta/phi a valle	= 0.0000		
opzione dyn. acqua	= 0.0000		(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000		
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure	= 0.0000	m	
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= 0.0000	m	
quota della falda	= -1.1500	m	
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 0.0000	m	
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m	
quota di taglio	= -0.99900E+30	m	

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
1 LUGLIO 2014 15:10:26  
History 0 - M2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m	
indicatore comportamento acqua	= 0.0000		(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000		(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]	
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]	
delta/phi a monte	= 0.0000		
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]	
delta/phi a valle	= 0.0000		
opzione dyn. acqua	= 0.0000		(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000		
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure	= 0.0000	m	
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= -3.9000	m	
quota della falda	= -1.1500	m	
sovraccarico a monte	= 26.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 2.7500	m	

sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
 quota di taglio = -0.99900E+30 m  
 quota di equil. pressioni dell'acqua = -12.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000 [°]  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000 [°]  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3  
 Wood top pressure elev. = 0.0000 m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

## RIASSUNTO ELEMENTI

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	0.	-12.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-12.00	DOWNHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
PALANCOLA	LeftWall	0.	-12.00		0.1980

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

## RIASSUNTO DATI VARI

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
1	2.1E+008

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

## RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	7	SI

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE

(PER UNITA' DI PROFONDITA')

\* PARETE LeftWall GRUPPO PALANCOLA\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]  
 MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]  
 TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.3383E-09	0.	1.084
	B	-0.2000	0.2168	0.	1.084
2	A	-0.2000	0.2168	0.	3.586
	B	-0.4000	0.9341	0.	3.586
3	A	-0.4000	0.9341	0.	6.422
	B	-0.6000	2.218	0.	6.422
4	A	-0.6000	2.218	0.	9.591
	B	-0.8000	4.137	0.	9.591
5	A	-0.8000	4.137	0.	13.09
	B	-1.000	6.755	0.	13.09
6	A	-1.000	6.755	0.	16.93
	B	-1.200	10.14	0.	16.93
7	A	-1.200	10.14	0.	21.15
	B	-1.400	14.37	0.	21.15
8	A	-1.400	14.37	0.	25.90
	B	-1.600	19.55	0.	25.90
9	A	-1.600	19.55	0.	31.19
	B	-1.800	25.79	0.	31.19
10	A	-1.800	25.79	0.	37.01
	B	-2.000	33.19	0.	37.01
11	A	-2.000	33.19	0.	43.36
	B	-2.200	41.86	0.	43.36
12	A	-2.200	41.86	0.	50.24
	B	-2.400	51.91	0.	50.24
13	A	-2.400	51.91	0.	57.66
	B	-2.600	63.44	0.	57.66
14	A	-2.600	63.44	0.	65.61
	B	-2.800	76.57	0.	65.61
15	A	-2.800	76.57	0.	74.10
	B	-3.000	91.39	0.	74.10
16	A	-3.000	91.39	0.	80.71
	B	-3.200	107.5	0.	80.71
17	A	-3.200	107.5	0.	87.78
	B	-3.400	125.1	0.	87.78

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-3.400	125.1	0.	95.31
	B	-3.600	144.1	0.	95.31
19	A	-3.600	144.1	0.	103.3
	B	-3.800	164.8	0.	103.3
20	A	-3.800	164.8	0.	111.7
	B	-4.000	187.1	0.	111.7
21	A	-4.000	187.1	0.	119.4
	B	-4.200	211.0	0.	119.4
22	A	-4.200	211.0	0.	125.1
	B	-4.400	236.1	0.	125.1
23	A	-4.400	236.1	0.	128.9
	B	-4.600	261.8	0.	128.9
24	A	-4.600	261.8	0.	130.6
	B	-4.800	288.0	0.	130.6
25	A	-4.800	288.0	0.	130.5
	B	-5.000	314.0	0.	130.5
26	A	-5.000	314.0	0.	128.3
	B	-5.200	339.7	0.	128.3
27	A	-5.200	339.7	0.	124.2
	B	-5.400	364.5	0.	124.2
28	A	-5.400	364.5	0.	118.1
	B	-5.600	388.2	0.	118.1
29	A	-5.600	388.2	0.	110.0
	B	-5.800	410.2	0.	110.0
30	A	-5.800	410.2	0.	100.0
	B	-6.000	430.2	0.	100.0
31	A	-6.000	430.2	0.	88.05
	B	-6.200	447.8	0.	88.05
32	A	-6.200	447.8	0.	74.10
	B	-6.400	462.6	0.	74.10
33	A	-6.400	462.6	0.	58.18
	B	-6.600	474.2	0.	58.18
34	A	-6.600	474.2	0.	40.30
	B	-6.800	482.3	0.	40.30
35	A	-6.800	482.3	0.	20.45
	B	-7.000	486.4	0.	20.45
36	A	-7.000	486.4	0.	1.362
	B	-7.200	486.1	0.	1.362
37	A	-7.200	486.1	0.	25.14
	B	-7.400	481.1	0.	25.14
38	A	-7.400	481.1	0.	48.66
	B	-7.600	471.4	0.	48.66
39	A	-7.600	471.4	0.	68.92
	B	-7.800	457.6	0.	68.92
40	A	-7.800	457.6	0.	86.23
	B	-8.000	440.3	0.	86.23

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - M2

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-8.000	440.3	0.	100.8
	B	-8.200	420.2	0.	100.8
42	A	-8.200	420.2	0.	113.0
	B	-8.400	397.6	0.	113.0
43	A	-8.400	397.6	0.	123.0
	B	-8.600	372.9	0.	123.0
44	A	-8.600	372.9	0.	131.1
	B	-8.800	346.7	0.	131.1
45	A	-8.800	346.7	0.	137.5
	B	-9.000	319.2	0.	137.5
46	A	-9.000	319.2	0.	142.4
	B	-9.200	290.8	0.	142.4
47	A	-9.200	290.8	0.	145.9
	B	-9.400	261.6	0.	145.9
48	A	-9.400	261.6	0.	148.3
	B	-9.600	231.9	0.	148.3

49	A	-9.600	231.9	0.	149.8
	B	-9.800	201.9	0.	149.8
50	A	-9.800	201.9	0.	148.5
	B	-10.000	172.3	0.	143.8
51	A	-10.000	172.3	0.	143.8
	B	-10.200	143.5	0.	136.2
52	A	-10.200	143.5	0.	136.2
	B	-10.400	116.2	0.	126.1
53	A	-10.400	116.2	0.	126.1
	B	-10.600	91.03	0.	114.0
54	A	-10.600	91.03	0.	114.0
	B	-10.800	68.23	0.	100.0
55	A	-10.800	68.23	0.	100.0
	B	-11.000	48.23	0.	84.40
56	A	-11.000	48.23	0.	84.40
	B	-11.200	31.35	0.	67.23
57	A	-11.200	31.35	0.	67.23
	B	-11.400	17.90	0.	49.09
58	A	-11.400	17.90	0.	49.09
	B	-11.600	8.086	0.	30.12
59	A	-11.600	8.086	0.	30.12
	B	-11.800	2.063	0.	10.31
60	A	-11.800	2.063	0.	10.31
	B	-12.000	0.2274E-11	0.	10.31

PARATIE 7.00  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
 History 0 - M2

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*

\*STEP 1 - 3\*  
 \* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	10.84	7.579	0.	0.
2	-0.2000	12.51	8.745	0.	0.
3	-0.4000	14.18	9.911	0.	0.
4	-0.6000	15.85	11.08	0.	0.
5	-0.8000	17.51	12.24	0.	0.
6	-1.0000	19.18	13.41	0.	0.
7	-1.2000	20.67	14.45	0.5000	0.1451
8	-1.4000	21.63	15.12	2.5000	0.1451
9	-1.6000	22.58	15.79	4.5000	0.1451
10	-1.8000	23.54	16.45	6.5000	0.1451
11	-2.0000	24.49	17.12	8.5000	0.1451
12	-2.2000	25.45	17.79	10.5000	0.1451
13	-2.4000	26.40	18.46	12.5000	0.1451
14	-2.6000	27.36	19.12	14.5000	0.1451
15	-2.8000	28.31	19.79	16.5000	0.1451
16	-3.0000	18.35	26.46	18.5000	0.1451
17	-3.2000	19.24	27.32	20.5000	0.1451
18	-3.4000	20.12	28.19	22.5000	0.1451
19	-3.6000	21.01	29.05	24.5000	0.1451
20	-3.8000	21.89	29.91	26.5000	0.1451
21	-4.0000	22.78	30.78	28.5000	0.1451
22	-4.2000	23.66	31.64	30.5000	0.1451
23	-4.4000	24.54	32.50	32.5000	0.1451
24	-4.6000	25.43	33.37	34.5000	0.1451
25	-4.8000	26.31	34.23	36.5000	0.1451
26	-5.0000	27.20	35.09	38.5000	0.1451
27	-5.2000	28.08	35.96	40.5000	0.1451
28	-5.4000	28.97	36.82	42.5000	0.1451
29	-5.6000	29.85	37.68	44.5000	0.1451
30	-5.8000	30.74	38.55	46.5000	0.1451
31	-6.0000	31.62	39.41	48.5000	0.1451
32	-6.2000	32.51	40.27	50.5000	0.1451
33	-6.4000	33.39	41.14	52.5000	0.1451
34	-6.6000	34.27	42.00	54.5000	0.1451
35	-6.8000	35.16	42.86	56.5000	0.1451

PARATIE 7.00  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
 History 0 - M2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.0000	36.04	43.73	58.50	0.1451
37	-7.2000	36.93	44.59	60.50	0.1451
38	-7.4000	37.81	45.45	62.50	0.1451
39	-7.6000	38.70	46.32	64.50	0.1451
40	-7.8000	39.58	47.18	66.50	0.1451
41	-8.0000	40.47	48.05	68.50	0.1451
42	-8.2000	41.35	48.91	70.50	0.1451
43	-8.4000	42.23	49.77	72.50	0.1451
44	-8.6000	43.12	50.64	74.50	0.1451
45	-8.8000	44.00	51.50	76.50	0.1451
46	-9.0000	44.89	52.36	78.50	0.1451
47	-9.2000	45.77	53.23	80.50	0.1451
48	-9.4000	46.66	54.09	82.50	0.1451
49	-9.6000	47.54	54.95	84.50	0.1451
50	-9.8000	48.43	55.82	86.50	0.1451
51	-10.0000	56.31	47.02	88.50	0.1451
52	-10.2000	66.62	43.01	90.50	0.1451
53	-10.4000	75.13	39.90	92.50	0.1451
54	-10.6000	82.16	37.53	94.50	0.1451
55	-10.8000	88.29	35.61	96.50	0.1451
56	-11.0000	94.00	33.90	98.50	0.1451
57	-11.2000	99.45	34.44	100.5	0.1451
58	-11.4000	104.7	35.00	102.5	0.1451
59	-11.6000	109.9	35.56	104.5	0.1451
60	-11.8000	115.0	36.11	106.5	0.1451
61	-12.0000	120.2	36.67	108.5	0.1451

PARATIE 7.00  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17

History 0 - M2

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*

\*STEP 1 - 3\*  
 \* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	2.547	0.7265	0.	0.
3	-0.4000	5.094	1.453	0.	0.
4	-0.6000	7.641	2.180	0.	0.
5	-0.8000	10.19	2.906	0.	0.
6	-1.0000	12.73	3.633	0.	0.
7	-1.2000	14.96	4.268	0.5000	0.
8	-1.4000	16.24	4.631	2.5000	0.
9	-1.6000	17.51	4.995	4.5000	0.
10	-1.8000	18.78	5.358	6.5000	0.
11	-2.0000	20.06	5.721	8.5000	0.
12	-2.2000	21.33	6.084	10.5000	0.
13	-2.4000	22.60	6.448	12.5000	0.
14	-2.6000	23.88	6.811	14.5000	0.
15	-2.8000	25.15	7.174	16.5000	0.
16	-3.0000	18.35	11.57	18.5000	0.
17	-3.2000	19.24	12.13	20.5000	0.
18	-3.4000	20.12	12.69	22.5000	0.
19	-3.6000	21.01	13.25	24.5000	0.
20	-3.8000	21.89	13.80	26.5000	0.
21	-4.0000	22.78	14.36	28.5000	0.1451
22	-4.2000	23.66	14.92	30.5000	0.1451
23	-4.4000	24.54	15.48	32.5000	0.1451
24	-4.6000	25.43	16.04	34.5000	0.1451
25	-4.8000	26.31	16.23	36.5000	0.1451
26	-5.0000	27.20	16.88	38.5000	0.1451
27	-5.2000	28.08	17.53	40.5000	0.1451
28	-5.4000	28.97	18.18	42.5000	0.1451
29	-5.6000	29.85	18.83	44.5000	0.1451
30	-5.8000	30.74	19.48	46.5000	0.1451
31	-6.0000	31.62	20.13	48.5000	0.1451
32	-6.2000	32.51	20.78	50.5000	0.1451
33	-6.4000	33.39	21.43	52.5000	0.1451
34	-6.6000	34.27	22.08	54.5000	0.1451
35	-6.8000	35.16	22.73	56.5000	0.1451

PARATIE 7.00  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18  
 History 0 - M2

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.0000	152.1	62.81	58.50	0.1451
37	-7.2000	161.9	66.86	60.50	0.1451
38	-7.4000	160.6	65.33	62.50	0.1451
39	-7.6000	144.3	56.35	64.50	0.1451
40	-7.8000	129.5	48.07	66.50	0.1451
41	-8.0000	116.0	40.48	68.50	0.1451
42	-8.2000	103.9	33.55	70.50	0.1451
43	-8.4000	92.99	27.26	72.50	0.1451
44	-8.6000	83.30	21.19	74.50	0.1451
45	-8.8000	74.74	15.75	76.50	0.1451
46	-9.0000	67.22	10.81	78.50	0.1451
47	-9.2000	60.66	6.46	80.50	0.1451
48	-9.4000	54.98	2.61	82.50	0.1451
49	-9.6000	50.08	0.00	84.50	0.1451
50	-9.8000	45.43	0.00	86.50	0.1451
51	-10.0000	49.31	31.09	88.50	0.1451
52	-10.2000	50.20	31.65	90.50	0.1451
53	-10.4000	51.08	32.21	92.50	0.1451
54	-10.6000	51.96	32.77	94.50	0.1451
55	-10.8000	52.85	33.33	96.50	0.1451
56	-11.0000	53.73	33.88	98.50	0.1451
57	-11.2000	54.62	34.44	100.5	0.1451
58	-11.4000	55.50	35.00	102.5	0.1451
59	-11.6000	56.39	35.56	104.5	0.1451
60	-11.8000	57.27	36.11	106.5	0.1451
61	-12.0000	58.16	36.67	108.5	0.1451

PARATIE 7.00  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19  
 History 0 - M2

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 (LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m  
 SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m  
 SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m  
 SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m  
 SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m  
 RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;  
 SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;  
 RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE 1 GRUPPO --> UHLe DHLe

SPINTA EFFICACE VERA	389.87	389.87
SPINTA ACQUA	588.65	588.65
SPINTA TOTALE VERA	978.52	978.52
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	221.18	221.18
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	4677.1	4677.1
RAPPORTO PASSIVA/VERA	11.997	11.997
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	8.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.7627	1.7627

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20  
 1 LUGLIO 2014 15:10:26  
 History 0 - MZ

FASE 2	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		389.87	389.87
SPINTA ACQUA		588.65	588.65
SPINTA TOTALE VERA		978.52	978.52
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		221.18	221.18
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		4677.1	4677.1
RAPPORTO PASSIVA/VERA		11.997	11.997
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		8.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.7627	1.7627

FASE 3	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		440.94	568.45
SPINTA ACQUA		503.23	375.71
SPINTA TOTALE VERA		944.16	944.16
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		332.22	69.000
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		6721.5	1610.0
RAPPORTO PASSIVA/VERA		15.244	2.8322
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		7.%	35.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.3273	8.2384

### 12.3. SEZ-2 - M1

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 18 GIUGNO 2014 15:46:15  
 History 0 - M1

```
*****
**                               **
** P A R A T I E                 **
**                               **
** RELEASE 7.00 VERSIONE WIN     **
**                               **
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10 **
** 20129 MILANO                  **
**                               **
*****
```

JOBNAME Y:\PROGETTI\Pizzarotti\TIBRE\PE\rel\PV - Ponti\_Viadotti\PV.05\OOPP\

18 GIUGNO 2014 15:46:15

ELENCO DEI DATI DI INPUT (PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
 si faccia riferimento al manuale di  
 input PARAGEN, versione 7.00.

```
N. comando
1: * Paratie for Windows version 7.0
2: * Filename= <y:\progetti\pizzarotti\tibre\pe\rel\pv -
  ponti_viadotti\pv.05\oopp>
3: * project with "run time" parameters
4: * Force=kN length=m
5: *
6: units m kN
7: title History 0 - M1
8: delta 0.2
9: option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14: wall LeftWall 0 -12 0
15: *
16: soil UHLeft LeftWall -12 0 1 0
17: soil DHLeft LeftWall -12 0 2 180
18: *
19: material 1 2.1E+008
20: *
21: beam PALANCOLA LeftWall -12 0 1 0.198 00 00
22: *
23: * Soil Profile
24: *
25: ldata 1 0
26: weight 20 10 10
27: atrest 0.561629 0.5 1
28: resistance 0 26 0.344 3.511
29: permeabil 0.0001
30: young 15000 22500
31: endlayer
32: ldata 2 -3
33: weight 20 10 10
34: atrest 0.357212 0.5 1
35: resistance 0 40 0.187 9.021
36: permeabil 0.0001
37: young 50000 75000
38: endlayer
39: *
40: option find safety
41: *
42: step 1 : geostatica
```

```
43: setwall LeftWall
44: geom 0 0
45: water -5.3 0 0 noremove update
46: endstep
47: *
48: step 2 : Realizzazione paratia
49: setwall LeftWall
50: add PALANCOLA
51: endstep
52: *
53: step 3 : scavo fino a -4.50 m da p.c.
54: setwall LeftWall
55: geom 0 -4.5
56: surcharge 20 0 0 0
57: endstep
58: *
59: *
```

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	
quota superiore	= 0.0000	m
quota inferiore	= -3.0000	m
peso fuori falda	= 20.0000	kN/m <sup>3</sup>
peso efficace in falda	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>
peso dell'acqua	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>
angolo di attrito	= 26.0000	DEG
coeff. spinta attiva ka	= 0.34400	(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.5110	(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.56163	
esponente di OCR	= 0.50000	
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000	
modello di rigidezza	= 1.0000	
modulo el. compr. vergine	= 15000.	kPa
modulo el. scarico/ricarico	= 22500.	kPa
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	(A MONTE)
angolo di attrito	= 26.0000	DEG
coeff. spinta attiva ka	= 0.34400	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.5110	(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time

LAYER 2

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	
quota superiore	= -3.0000	m
quota inferiore	= -0.10000E+31	m
peso fuori falda	= 20.0000	kN/m <sup>3</sup>
peso efficace in falda	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>
peso dell'acqua	= 10.0000	kN/m <sup>3</sup>
angolo di attrito	= 40.0000	DEG
coeff. spinta attiva ka	= 0.18700	(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 9.0210	(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.35721	
esponente di OCR	= 0.50000	
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000	
modello di rigidezza	= 1.0000	
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa
modulo el. scarico/ricarico	= 75000.	kPa
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000	(A VALLE)
angolo di attrito	= 40.0000	DEG
coeff. spinta attiva ka	= 0.18700	(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 9.0210	(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= 0.0000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= -0.99900E+30	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
Indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= 0.0000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m

quota di taglio = -0.99900E+30 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua = 0.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000 [°]  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000 [°]  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall

coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = -4.5000 m  
 quota della falda = -5.3000 m  
 sovraccarico a monte = 20.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 0.0000 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
 quota di taglio = -0.99900E+30 m  
 quota di equil. pressioni dell'acqua = 0.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000 [°]  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000 [°]  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

## RIASSUNTO ELEMENTI

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	0.	-12.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-12.00	DOWNHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
PALANCOIA	LeftWall	0.	-12.00		0.1980

## RIASSUNTO DATI VARI

MATERIALI		
Name	YOUNG MODULUS	
		kPa
1	2.1E+008	

## RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	6	SI

STEP DI CARICO	NO.	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
2	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
4	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
5	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
6	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
13	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

16	0.0000000E+00	0.0000000E+00
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00
25	0.0000000E+00	0.0000000E+00
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00
29	0.0000000E+00	0.0000000E+00
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00
48	0.0000000E+00	0.0000000E+00
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00
53	0.0000000E+00	0.0000000E+00
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00
58	0.0000000E+00	0.0000000E+00
59	0.0000000E+00	0.0000000E+00
60	0.0000000E+00	0.0000000E+00
61	0.0000000E+00	0.0000000E+00

STEP DI CARICO	NO.	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
2	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
4	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
5	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
6	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
7	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
8	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
10	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
11	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
12	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
13	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
25	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
29	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
48	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
53	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
58	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
59	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
60	0.0000000E+00	0.0000000E+00	
61	0.0000000E+00	0.0000000E+00	

STEP DI CARICO	NO.	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
1	0.48796061E-01	-0.79705250E-02	
2	0.47201955E-01	-0.79704234E-02	
3	0.45607921E-01	-0.79698765E-02	
4	0.44014078E-01	-0.79683568E-02	
5	0.42420685E-01	-0.79652574E-02	
6	0.40828127E-01	-0.79598883E-02	
7	0.39236933E-01	-0.79514813E-02	
8	0.37647791E-01	-0.79391841E-02	

9	0.36061577E-01	-0.79220654E-02
10	0.34479354E-01	-0.78991121E-02
11	0.32902397E-01	-0.78692306E-02
12	0.31332202E-01	-0.78312447E-02
13	0.29770521E-01	-0.77839000E-02
14	0.28219357E-01	-0.77258586E-02
15	0.26680987E-01	-0.76557021E-02
16	0.25157982E-01	-0.75719319E-02
17	0.23653202E-01	-0.74733370E-02
18	0.22169696E-01	-0.73590153E-02
19	0.20710709E-01	-0.72280197E-02
20	0.19279668E-01	-0.70793568E-02
21	0.17880213E-01	-0.69119940E-02
22	0.16516188E-01	-0.67248507E-02
23	0.15191665E-01	-0.65168045E-02
24	0.13910938E-01	-0.62866877E-02
25	0.12678507E-01	-0.60338196E-02
26	0.11498868E-01	-0.57590706E-02
27	0.10376140E-01	-0.54653906E-02
28	0.93136868E-02	-0.51571000E-02
29	0.83139790E-02	-0.48386282E-02
30	0.73864765E-02	-0.45139757E-02
31	0.65085618E-02	-0.41867308E-02
32	0.57039140E-02	-0.38600992E-02
33	0.49642911E-02	-0.35369333E-02
34	0.42887414E-02	-0.32197603E-02
35	0.36758387E-02	-0.29108108E-02
36	0.31237379E-02	-0.26120492E-02
37	0.26302249E-02	-0.23251993E-02
38	0.21927631E-02	-0.20517721E-02
39	0.18085329E-02	-0.17930917E-02
40	0.14749690E-02	-0.15503112E-02
41	0.11872788E-02	-0.13244434E-02
42	0.94350841E-03	-0.11162704E-02
43	0.73954917E-03	-0.92641881E-03

NOD	Y-DISPL [m]	X-ROT [rad]
44	0.57170028E-03	-0.75517694E-03
45	0.43624616E-03	-0.60241832E-03
46	0.32953167E-03	-0.46767859E-03
47	0.24802232E-03	-0.35022487E-03
48	0.18935206E-03	-0.24911622E-03
49	0.14735921E-03	-0.16325698E-03
50	0.12211296E-03	-0.91442191E-04
51	0.10993107E-03	-0.32396518E-04
52	0.10839064E-03	0.15193384E-04
53	0.11533301E-03	0.52652191E-04
54	0.12886374E-03	0.81294420E-04
55	0.14734884E-03	0.10240752E-03
56	0.16940798E-03	0.11723899E-03
57	0.19390552E-03	0.12698678E-03
58	0.21993990E-03	0.13279272E-03
59	0.24683191E-03	0.13573805E-03
60	0.27411230E-03	0.13684091E-03
61	0.30150902E-03	0.13705499E-03

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI

\*TUTTI I PASSI\*

\* PARETE LeftWall\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

\* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m  
E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE LeftWall
1	0.0000	0.48796E-01	3
2	-0.20000	0.47202E-01	3
3	-0.40000	0.45608E-01	3
4	-0.60000	0.44014E-01	3
5	-0.80000	0.42421E-01	3
6	-1.0000	0.40828E-01	3
7	-1.2000	0.39237E-01	3
8	-1.4000	0.37648E-01	3
9	-1.6000	0.36062E-01	3
10	-1.8000	0.34479E-01	3
11	-2.0000	0.32902E-01	3
12	-2.2000	0.31332E-01	3
13	-2.4000	0.29771E-01	3
14	-2.6000	0.28219E-01	3
15	-2.8000	0.26681E-01	3
16	-3.0000	0.25158E-01	3
17	-3.2000	0.23653E-01	3
18	-3.4000	0.22170E-01	3
19	-3.6000	0.20711E-01	3
20	-3.8000	0.19280E-01	3
21	-4.0000	0.17880E-01	3
22	-4.2000	0.16516E-01	3
23	-4.4000	0.15192E-01	3
24	-4.6000	0.13911E-01	3
25	-4.8000	0.12679E-01	3
26	-5.0000	0.11499E-01	3
27	-5.2000	0.10376E-01	3
28	-5.4000	0.93137E-02	3
29	-5.6000	0.83139E-02	3
30	-5.8000	0.73864E-02	3
31	-6.0000	0.65085E-02	3
32	-6.2000	0.57039E-02	3
33	-6.4000	0.49642E-02	3
34	-6.6000	0.42887E-02	3
35	-6.8000	0.36758E-02	3
36	-7.0000	0.31237E-02	3
37	-7.2000	0.26302E-02	3
38	-7.4000	0.21928E-02	3
39	-7.6000	0.18085E-02	3
40	-7.8000	0.14745E-02	3
41	-8.0000	0.11873E-02	3
42	-8.2000	0.94351E-03	3
43	-8.4000	0.73955E-03	3
44	-8.6000	0.57170E-03	3
45	-8.8000	0.43625E-03	3
46	-9.0000	0.32953E-03	3
47	-9.2000	0.24802E-03	3
48	-9.4000	0.18835E-03	3
49	-9.6000	0.14736E-03	3
50	-9.8000	0.12211E-03	3
51	-10.000	0.10993E-03	3
52	-10.200	0.10839E-03	3
53	-10.400	0.11533E-03	3
54	-10.600	0.12886E-03	3
55	-10.800	0.14735E-03	3
56	-11.000	0.16941E-03	3
57	-11.200	0.19391E-03	3
58	-11.400	0.21994E-03	3

59	-11.600	0.24683E-03	3
60	-11.800	0.27411E-03	3
61	-12.000	0.30151E-03	3

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE  
(PER UNITA' DI PROFONDITA')

\* PARETE LeftWall GRUPPO PALANCOLA\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]

MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]

TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.	0.3820E-10	0.6880
	B	-0.2000	0.1376	0.	0.6880
2	A	-0.2000	0.1376	0.	2.339
	B	-0.4000	0.6054	0.	2.339
3	A	-0.4000	0.6054	0.	4.266
	B	-0.6000	1.459	0.	4.266
4	A	-0.6000	1.459	0.	6.467
	B	-0.8000	2.752	0.	6.467
5	A	-0.8000	2.752	0.	8.944
	B	-1.0000	4.541	0.	8.944
6	A	-1.0000	4.541	0.	11.70
	B	-1.2000	6.880	0.	11.70
7	A	-1.2000	6.880	0.	14.72
	B	-1.4000	9.825	0.	14.72
8	A	-1.4000	9.825	0.	18.03
	B	-1.6000	13.43	0.	18.03
9	A	-1.6000	13.43	0.	21.60
	B	-1.8000	17.75	0.	21.60
10	A	-1.8000	17.75	0.	25.46
	B	-2.0000	22.84	0.	25.46
11	A	-2.0000	22.84	0.	29.58
	B	-2.2000	28.76	0.	29.58
12	A	-2.2000	28.76	0.	33.99
	B	-2.4000	35.56	0.	33.99
13	A	-2.4000	35.56	0.	38.67
	B	-2.6000	43.29	0.	38.67
14	A	-2.6000	43.29	0.	43.62
	B	-2.8000	52.01	0.	43.62
15	A	-2.8000	52.01	0.	48.85
	B	-3.0000	61.78	0.	48.85
16	A	-3.0000	61.78	0.	51.84
	B	-3.2000	72.15	0.	51.84
17	A	-3.2000	72.15	0.	54.98
	B	-3.4000	83.15	0.	54.98
18	A	-3.4000	83.15	0.	58.27
	B	-3.6000	94.80	0.	58.27
19	A	-3.6000	94.80	0.	61.71
	B	-3.8000	107.1	0.	61.71
20	A	-3.8000	107.1	0.	65.30
	B	-4.0000	120.2	0.	65.30
21	A	-4.0000	120.2	0.	69.04
	B	-4.2000	134.0	0.	69.04
22	A	-4.2000	134.0	0.	72.93
	B	-4.4000	148.6	0.	72.93
23	A	-4.4000	148.6	0.	76.97
	B	-4.6000	164.0	0.	76.97
24	A	-4.6000	164.0	0.	77.55
	B	-4.8000	179.5	0.	77.55
25	A	-4.8000	179.5	0.	77.07
	B	-5.0000	193.7	0.	77.07
26	A	-5.0000	193.7	0.	77.51
	B	-5.2000	205.2	0.	77.51
27	A	-5.2000	205.2	0.	77.93
	B	-5.4000	213.6	0.	77.93
28	A	-5.4000	213.6	0.	78.34
	B	-5.6000	219.1	0.	78.34
29	A	-5.6000	219.1	0.	78.73
	B	-5.8000	222.0	0.	78.73
30	A	-5.8000	222.0	0.	79.10
	B	-6.0000	222.6	0.	79.10
31	A	-6.0000	222.6	0.	79.45
	B	-6.2000	221.1	0.	79.45
32	A	-6.2000	221.1	0.	79.78
	B	-6.4000	217.9	0.	79.78
33	A	-6.4000	217.9	0.	80.09
	B	-6.6000	213.0	0.	80.09
34	A	-6.6000	213.0	0.	80.38
	B	-6.8000	206.7	0.	80.38
35	A	-6.8000	206.7	0.	80.65
	B	-7.0000	199.5	0.	80.65
36	A	-7.0000	199.5	0.	80.90
	B	-7.2000	190.5	0.	80.90
37	A	-7.2000	190.5	0.	81.13
	B	-7.4000	180.9	0.	81.13
38	A	-7.4000	180.9	0.	81.34
	B	-7.6000	170.5	0.	81.34
39	A	-7.6000	170.5	0.	81.53
	B	-7.8000	159.3	0.	81.53
40	A	-7.8000	159.3	0.	81.70
	B	-8.0000	147.5	0.	81.70
41	A	-8.0000	147.5	0.	81.85
	B	-8.2000	135.3	0.	81.85
42	A	-8.2000	135.3	0.	81.98
	B	-8.4000	122.6	0.	81.98
43	A	-8.4000	122.6	0.	82.09
	B	-8.6000	110.0	0.	82.09
44	A	-8.6000	110.0	0.	82.18
	B	-8.8000	97.53	0.	82.18
45	A	-8.8000	97.53	0.	82.25
	B	-9.0000	85.50	0.	82.25
46	A	-9.0000	85.50	0.	82.30
	B	-9.2000	74.05	0.	82.30
47	A	-9.2000	74.05	0.	82.33
	B	-9.4000	63.30	0.	82.33
48	A	-9.4000	63.30	0.	82.35
	B	-9.6000	53.33	0.	82.35
49	A	-9.6000	53.33	0.	82.36
	B	-9.8000	44.22	0.	82.36
50	A	-9.8000	44.22	0.	82.36
	B	-10.000	35.99	0.	82.36
51	A	-10.000	35.99	0.	82.36
	B	-10.200	28.66	0.	82.36
52	A	-10.200	28.66	0.	82.36
	B	-10.400	22.23	0.	82.36
53	A	-10.400	22.23	0.	82.36
	B	-10.600	16.68	0.	82.36
54	A	-10.600	16.68	0.	82.36

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
55	B	-10.80	12.00	0.	23.41
55	A	-10.80	12.00	0.	19.25
56	B	-11.00	8.148	0.	19.25
56	A	-11.00	8.148	0.	15.28
57	B	-11.20	5.093	0.	15.28
57	A	-11.20	5.093	0.	11.50
58	B	-11.40	2.794	0.	11.50
58	A	-11.40	2.794	0.	7.932
59	B	-11.60	1.207	0.	7.932
59	A	-11.60	1.207	0.	4.583
60	B	-11.80	0.2908	0.	4.583
60	A	-11.80	0.2908	0.	1.454
60	B	-12.00	0.4547E-12	0.	1.454

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*  
 \*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	6.880	6.560	0.	0.
2	-0.2000	8.256	7.872	0.	0.
3	-0.4000	9.632	9.184	0.	0.
4	-0.6000	11.01	10.50	0.	0.
5	-0.8000	12.38	11.81	0.	0.
6	-1.0000	13.76	13.12	0.	0.
7	-1.2000	15.14	14.43	0.	0.
8	-1.4000	16.51	15.74	0.	0.
9	-1.6000	17.89	17.06	0.	0.
10	-1.8000	20.22	18.37	0.	0.
11	-2.0000	22.47	19.68	0.	0.
12	-2.2000	24.71	20.99	0.	0.
13	-2.4000	26.96	22.30	0.	0.
14	-2.6000	29.20	23.62	0.	0.
15	-2.8000	31.45	24.93	0.	0.
16	-3.0000	21.43	32.52	0.	0.
17	-3.2000	22.86	34.15	0.	0.
18	-3.4000	24.29	35.77	0.	0.
19	-3.6000	25.72	37.40	0.	0.
20	-3.8000	27.15	39.02	0.	0.
21	-4.0000	28.58	40.65	0.	0.
22	-4.2000	30.01	42.28	0.	0.
23	-4.4000	31.43	43.90	0.	0.
24	-4.6000	32.86	45.53	0.	0.
25	-4.8000	34.29	47.15	0.	0.
26	-5.0000	35.72	48.78	0.	0.
27	-5.2000	37.15	50.41	0.	0.
28	-5.4000	38.58	52.04	1.000	0.
29	-5.6000	39.99	53.67	3.000	0.
30	-5.8000	39.65	53.25	5.000	0.
31	-6.0000	40.36	54.06	7.000	0.
32	-6.2000	41.08	54.88	9.000	0.
33	-6.4000	41.79	55.69	11.000	0.
34	-6.6000	42.51	56.50	13.000	0.
35	-6.8000	43.22	57.32	15.000	0.
36	-7.0000	43.94	58.13	17.000	0.
37	-7.2000	44.65	58.94	19.000	0.
38	-7.4000	45.37	59.76	21.000	0.
39	-7.6000	46.08	60.57	23.000	0.
40	-7.8000	46.79	61.38	25.000	0.
41	-8.0000	47.51	62.19	27.000	0.
42	-8.2000	48.22	62.99	29.000	0.
43	-8.4000	48.94	63.79	31.000	0.
44	-8.6000	49.65	64.59	33.000	0.
45	-8.8000	50.37	65.39	35.000	0.
46	-9.0000	51.08	66.19	37.000	0.
47	-9.2000	52.29	67.39	39.000	0.
48	-9.4000	54.61	69.20	41.000	0.
49	-9.6000	56.42	71.01	43.000	0.
50	-9.8000	57.81	72.82	45.000	0.
51	-10.0000	58.85	74.07	47.000	0.
52	-10.2000	59.61	75.00	49.000	0.
53	-10.4000	60.13	75.43	51.000	0.
54	-10.6000	60.49	75.26	53.000	0.
55	-10.8000	60.71	75.05	55.000	0.
56	-11.0000	60.83	74.71	57.000	0.
57	-11.2000	60.89	74.26	59.000	0.
58	-11.4000	60.90	73.71	61.000	0.
59	-11.6000	60.90	73.06	63.000	0.
60	-11.8000	61.08	72.31	65.000	0.
61	-12.0000	61.80	71.46	67.000	0.

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*  
 \*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	2.247	0.8767	0.	0.
3	-0.4000	4.493	1.753	0.	0.
4	-0.6000	6.740	2.630	0.	0.
5	-0.8000	8.986	3.507	0.	0.
6	-1.0000	11.23	4.384	0.	0.
7	-1.2000	13.48	5.260	0.	0.
8	-1.4000	15.73	6.137	0.	0.
9	-1.6000	17.97	7.014	0.	0.
10	-1.8000	20.22	7.891	0.	0.
11	-2.0000	22.47	8.767	0.	0.
12	-2.2000	24.71	9.644	0.	0.
13	-2.4000	26.96	10.52	0.	0.
14	-2.6000	29.20	11.40	0.	0.
15	-2.8000	31.45	12.27	0.	0.
16	-3.0000	21.43	19.28	0.	0.
17	-3.2000	22.86	20.57	0.	0.
18	-3.4000	24.29	21.85	0.	0.
19	-3.6000	25.72	23.14	0.	0.
20	-3.8000	27.15	24.43	0.	0.
21	-4.0000	28.58	25.71	0.	0.
22	-4.2000	30.01	27.00	0.	0.
23	-4.4000	31.43	28.28	0.	0.
24	-4.6000	32.86	29.57	0.	0.
25	-4.8000	34.29	30.85	0.	0.

26	-5.000	90.21	40.10	0.	0.
27	-5.200	102.1	44.06	0.	0.
28	-5.400	95.28	39.14	1.000	0.
29	-5.600	88.43	35.03	3.000	0.
30	-5.800	82.06	35.67	5.000	0.
31	-6.000	76.18	36.32	7.000	0.
32	-6.200	70.79	36.96	9.000	0.
33	-6.400	65.90	37.60	11.000	0.
34	-6.600	61.49	38.25	13.000	0.
35	-6.800	57.56	38.89	15.000	0.
36	-7.000	54.09	39.53	17.000	0.
37	-7.200	51.08	40.17	19.000	0.
38	-7.400	48.49	40.82	21.000	0.
39	-7.600	46.31	41.46	23.000	0.
40	-7.800	44.79	42.10	25.000	0.
41	-8.000	43.75	42.75	27.000	0.
42	-8.200	43.22	43.39	29.000	0.
43	-8.400	43.22	44.03	31.000	0.
44	-8.600	43.65	44.67	33.000	0.
45	-8.800	44.52	45.32	35.000	0.
46	-9.000	45.96	46.96	37.000	0.
47	-9.200	48.00	48.60	39.000	0.
48	-9.400	50.51	50.25	41.000	0.
49	-9.600	53.22	51.89	43.000	0.
50	-9.800	56.94	53.53	45.000	0.
51	-10.000	61.65	55.17	47.000	0.
52	-10.200	67.36	56.81	49.000	0.
53	-10.400	74.06	58.45	51.000	0.
54	-10.600	81.76	60.09	53.000	0.
55	-10.800	90.46	61.73	55.000	0.
56	-11.000	100.16	63.37	57.000	0.
57	-11.200	110.86	65.01	59.000	0.
58	-11.400	123.56	66.65	61.000	0.
59	-11.600	138.26	68.29	63.000	0.
60	-11.800	154.96	69.93	65.000	0.
61	-12.000	173.66	71.57	67.000	0.

 RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 (LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA	= Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA ACQUA	= Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA TOTALE VERA	= Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m
SPINTA ATTIVA POSSIBILE	= La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m
SPINTA PASSIVA POSSIBILE	= La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m
RAPPORTO PASSIVA/VERA	= e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	= e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;
RAPPORTO VERA/ATTIVA	= e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.
FASE 1	GRUPPO --> UHLe DHLe
SPINTA EFFICACE VERA	451.36
SPINTA ACQUA	224.50
SPINTA TOTALE VERA	675.86
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	240.49
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10502.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	23.268
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	4.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.8769
FASE 2	GRUPPO --> UHLe DHLe
SPINTA EFFICACE VERA	451.36
SPINTA ACQUA	224.50
SPINTA TOTALE VERA	675.86
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	240.49
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10502.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	23.268
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	4.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.8769
FASE 3	GRUPPO --> UHLe DHLe
SPINTA EFFICACE VERA	379.68
SPINTA ACQUA	224.50
SPINTA TOTALE VERA	604.18
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	294.47
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	12348.
RAPPORTO PASSIVA/VERA	32.521
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	3.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.2893

## 12.4. SEZ-2 - M2

 PARATIE 7.00  
 18 GIUGNO 2014 15:47:08 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 History 0 - M2

 \*\*\*\*\*  
 \*\* P A R A T I E \*\*  
 \*\* RELEASE 7.00 VERSIONE WIN \*\*  
 \*\* Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10 \*\*  
 \*\* 20129 MILANO \*\*  
 \*\*

```

*****
JOBNAME Y:\PROGETTI\Pizzarotti\TIBRE\PE\Rel\PV - Ponti_Viadotti\PV.05\OOPP\
18 GIUGNO 2014 15:47:08
ELENCO DEI DATI DI INPUT (PARAGEN)
Per il significato dei vari comandi
si faccia riferimento al manuale di
input PARAGEN, versione 7.00.
N. comando
1: * Paratie for Windows version 7.0
2: * Filename= <y:\progetti\pizzarotti\tibre\pe\rel\pv -
ponti_viadotti\pv.05\oopp\
3: * project with "run time" parameters
4: * Force=KN Lenght=m
5: *
6: units m kN
7: title History 0 - M2
8: delta 0.2
9: option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14: wall LeftWall 0 -12 0
15: *
16: soil UHLeft LeftWall -12 0 1 0
17: soil DHLeft LeftWall -12 0 2 180
18: *
19: material 1 2.1E+008
20: *
21: beam PALANCOLA LeftWall -12 0 1 0.198 00 00
22: *
23: * Soil Profile
24: *
25: ldata 1 0
26: weight 20 10 10
27: atrest 0.636749 0.5 1
28: resistance 0 21.3 0.417 2.689
29: permeabil 0.0001
30: young 15000 22500
31: endlayer
32: ldata 2 -3
33: weight 20 10 10
34: atrest 0.442255 0.5 1
35: resistance 0 33.9 0.246 5.74
36: permeabil 0.0001
37: young 50000 75000
38: endlayer
39: *
40: option find safety
41: *
42: step 1 : geostatica
43: setwall LeftWall
44: geom 0 0
45: water -5.3 0 0 noremove update
46: endstep
47: *
48: step 2 : Realizzazione paratia
49: setwall LeftWall
50: add PALANCOLA
51: endstep
52: *
53: step 3 : scavo fino a -4.50 m da p.c.
54: setwall LeftWall
55: geom 0 -4.5
56: surcharge 26 0 0 0
57: endstep
58: *
59: *

```

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -3.0000	m	
peso fuori falda	= 20.000	KN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 10.000	KN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	KN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 21.300	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.41700		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6890		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.63675		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 15000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 22500.	kPa	
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A MONTE)
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 21.300	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.41700		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 2.6890		(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A VALLE)
LAYER 2			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -3.0000	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 20.000	KN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 10.000	KN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 33.900	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.24600		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.7400		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.44225		
esponente di OCR	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 75000.	kPa	
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A MONTE)
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 33.900	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.24600		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.7400		(A VALLE)
permeabilita'	= 0.10000E-03	m/time	(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall			
coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= 0.0000	m	
quota della falda	= -5.3000	m	
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 0.0000	m	
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m	
quota di taglio	= -0.99900E+30	m	
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m	
indicatore comportamento acqua	= 0.0000		(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000		(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]	
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]	
delta/phi a monte	= 0.0000		
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]	
delta/phi a valle	= 0.0000		
opzione dyn. acqua	= 0.0000		(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000		
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure	= 0.0000	m	
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall			
coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= 0.0000	m	
quota della falda	= -5.3000	m	
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 0.0000	m	
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m	
quota di taglio	= -0.99900E+30	m	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m	
indicatore comportamento acqua	= 0.0000		(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000		(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]	
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]	
delta/phi a monte	= 0.0000		
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]	
delta/phi a valle	= 0.0000		
opzione dyn. acqua	= 0.0000		(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000		
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure	= 0.0000	m	
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall			
coordinata y	= 0.0000	m	
quota piano campagna	= 0.0000	m	
quota del fondo scavo	= -4.5000	m	
quota della falda	= -5.3000	m	
sovraccarico a monte	= 26.0000	kPa	
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m	
depressione falda a valle	= 0.0000	m	
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa	
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m	
quota di taglio	= -0.99900E+30	m	
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m	
indicatore comportamento acqua	= 0.0000		(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000		(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]	
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]	
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]	
delta/phi a monte	= 0.0000		
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]	
delta/phi a valle	= 0.0000		
opzione dyn. acqua	= 0.0000		(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000		
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa	
Wood top pressure	= 0.0000	m	
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa	

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO ELEMENTI

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL						
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle	
		m	m		deg	

UHLeft	LeftWall	0.	-12.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-12.00	DOWNHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
m   m   m   m					
PALANCOLA	LeftWall	0.	-12.00		0.1980

## RIASSUNTO DATI VARI

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
kPa	
1	2.1E+008

## RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	7	SI

## INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE

(PER UNITA' DI PROFONDITA')

\* PARETE LeftWall GRUPPO PALANCOLA\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]

MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]

TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.2947E-09	0.	1.084
2	A	-0.2000	0.2168	0.	3.586
2	B	-0.4000	0.9341	0.	3.586
3	A	-0.4000	0.9341	0.	6.422
3	B	-0.6000	2.218	0.	6.422
4	A	-0.6000	2.218	0.	9.591
4	B	-0.8000	4.137	0.	9.591
5	A	-0.8000	4.137	0.	13.09
5	B	-1.0000	6.755	0.	13.09
6	A	-1.0000	6.755	0.	16.93
6	B	-1.2000	10.14	0.	16.93
7	A	-1.2000	10.14	0.	21.10
7	B	-1.4000	14.36	0.	21.10
8	A	-1.4000	14.36	0.	25.60
8	B	-1.6000	19.48	0.	25.60
9	A	-1.6000	19.48	0.	30.44
9	B	-1.8000	25.57	0.	30.44
10	A	-1.8000	25.57	0.	35.61
10	B	-2.0000	32.69	0.	35.61
11	A	-2.0000	32.69	0.	41.12
11	B	-2.2000	40.92	0.	41.12
12	A	-2.2000	40.92	0.	46.95
12	B	-2.4000	50.31	0.	46.95
13	A	-2.4000	50.31	0.	53.13
13	B	-2.6000	60.93	0.	53.13
14	A	-2.6000	60.93	0.	59.63
14	B	-2.8000	72.86	0.	59.63
15	A	-2.8000	72.86	0.	66.47
15	B	-3.0000	86.15	0.	66.47
16	A	-3.0000	86.15	0.	70.70
16	B	-3.2000	100.3	0.	70.70
17	A	-3.2000	100.3	0.	75.13
17	B	-3.4000	115.3	0.	75.13
18	A	-3.4000	115.3	0.	79.75
18	B	-3.6000	131.3	0.	79.75
19	A	-3.6000	131.3	0.	84.58
19	B	-3.8000	148.2	0.	84.58
20	A	-3.8000	148.2	0.	89.59
20	B	-4.0000	166.1	0.	89.59
21	A	-4.0000	166.1	0.	94.81
21	B	-4.2000	185.1	0.	94.81
22	A	-4.2000	185.1	0.	100.2
22	B	-4.4000	205.1	0.	100.2
23	A	-4.4000	205.1	0.	105.8
23	B	-4.6000	226.3	0.	105.8
24	A	-4.6000	226.3	0.	109.3
24	B	-4.8000	248.1	0.	109.3
25	A	-4.8000	248.1	0.	108.5
25	B	-5.0000	269.8	0.	108.5
26	A	-5.0000	269.8	0.	103.2
26	B	-5.2000	290.5	0.	103.2
27	A	-5.2000	290.5	0.	93.50
27	B	-5.4000	309.2	0.	93.50
28	A	-5.4000	309.2	0.	80.52
28	B	-5.6000	325.3	0.	80.52
29	A	-5.6000	325.3	0.	65.35
29	B	-5.8000	338.3	0.	65.35
30	A	-5.8000	338.3	0.	47.99
30	B	-6.0000	347.9	0.	47.99
31	A	-6.0000	347.9	0.	28.42
31	B	-6.2000	353.6	0.	28.42
32	A	-6.2000	353.6	0.	7.952
32	B	-6.4000	355.2	0.	7.952
33	A	-6.4000	355.2	0.	10.15
33	B	-6.6000	353.2	0.	10.15
34	A	-6.6000	353.2	0.	26.08
34	B	-6.8000	348.0	0.	26.08
35	A	-6.8000	348.0	0.	40.00
35	B	-7.0000	340.0	0.	40.00
36	A	-7.0000	340.0	0.	52.10

37	B	-7.200	329.5	0.	52.10
37	A	-7.200	329.5	0.	62.56
38	B	-7.400	317.0	0.	62.56
38	A	-7.400	317.0	0.	71.54
39	B	-7.600	302.7	0.	71.54
39	A	-7.600	302.7	0.	79.22
40	B	-7.800	286.9	0.	79.22
40	A	-7.800	286.9	0.	85.74
41	B	-8.000	269.7	0.	85.74
41	A	-8.000	269.7	0.	91.26
42	B	-8.200	251.5	0.	91.26
42	A	-8.200	251.5	0.	95.91
43	B	-8.400	232.3	0.	95.91
43	A	-8.400	232.3	0.	99.73
44	B	-8.600	212.4	0.	99.73
44	A	-8.600	212.4	0.	102.6
45	B	-8.800	191.8	0.	102.6
45	A	-8.800	191.8	0.	103.0
46	B	-9.000	171.2	0.	103.0
46	A	-9.000	171.2	0.	101.4
47	B	-9.200	150.9	0.	101.4
47	A	-9.200	150.9	0.	98.15
48	B	-9.400	131.3	0.	98.15
48	A	-9.400	131.3	0.	93.53
49	B	-9.600	112.6	0.	93.53
49	A	-9.600	112.6	0.	87.85
50	B	-9.800	95.04	0.	87.85
50	A	-9.800	95.04	0.	81.40
51	B	-10.000	78.76	0.	81.40
51	A	-10.000	78.76	0.	74.35
52	B	-10.200	63.89	0.	74.35
52	A	-10.200	63.89	0.	66.91
53	B	-10.400	50.51	0.	66.91
53	A	-10.400	50.51	0.	59.23
54	B	-10.600	38.66	0.	59.23
54	A	-10.600	38.66	0.	51.39
55	B	-10.800	28.38	0.	51.39
55	A	-10.800	28.38	0.	43.48
56	B	-11.000	19.69	0.	43.48
56	A	-11.000	19.69	0.	35.53
57	B	-11.200	12.58	0.	35.53
57	A	-11.200	12.58	0.	27.58
58	B	-11.400	7.064	0.	27.58
58	A	-11.400	7.064	0.	19.65
59	B	-11.600	3.134	0.	19.65
59	A	-11.600	3.134	0.	11.76
60	B	-11.800	0.7814	0.	11.76
60	A	-11.800	0.7814	0.	3.907
61	B	-12.000	0.	0.2984E-12	3.907

## INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa]

PR. ACQUA = massima pressione interstiziale [kPa]

GRAD. MAX = massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	10.84	7.579	0.	0.
2	-0.2000	12.51	8.745	0.	0.
3	-0.4000	14.38	9.911	0.	0.
4	-0.6000	16.45	11.08	0.	0.
5	-0.8000	17.51	12.24	0.	0.
6	-1.0000	19.18	13.41	0.	0.
7	-1.2000	20.85	14.57	0.	0.
8	-1.4000	22.52	15.74	0.	0.
9	-1.6000	24.19	16.91	0.	0.
10	-1.8000	25.85	18.07	0.	0.
11	-2.0000	27.52	19.24	0.	0.
12	-2.2000	29.19	20.40	0.	0.
13	-2.4000	30.86	21.57	0.	0.
14	-2.6000	33.11	22.74	0.	0.
15	-2.8000	35.66	23.90	0.	0.
16	-3.0000	26.53	32.42	0.	0.
17	-3.2000	28.30	33.93	0.	0.
18	-3.4000	30.07	35.44	0.	0.
19	-3.6000	31.84	36.95	0.	0.
20	-3.8000	33.61	38.45	0.	0.
21	-4.0000	35.38	39.96	0.	0.
22	-4.2000	37.15	41.47	0.	0.
23	-4.4000	38.92	42.98	0.	0.
24	-4.6000	40.69	44.49	0.	0.
25	-4.8000	42.46	45.99	0.	0.
26	-5.0000	44.22	47.50	0.	0.
27	-5.2000	45.99	49.01	0.	0.
28	-5.4000	47.32	50.14	1.000	0.
29	-5.6000	48.21	50.90	3.000	0.
30	-5.8000	49.09	51.65	5.000	0.
31	-6.0000	49.97	52.40	7.000	0.
32	-6.2000	50.86	53.16	9.000	0.
33	-6.4000	51.74	53.91	11.00	0.
34	-6.6000	52.63	54.67	13.00	0.
35	-6.8000	53.51	55.42	15.00	0.
36	-7.0000	54.40	56.17	17.00	0.
37	-7.2000	55.28	56.93	19.00	0.
38	-7.4000	56.17	57.68	21.00	0.
39	-7.6000	57.05	58.43	23.00	0.
40	-7.8000	57.93	59.19	25.00	0.
41	-8.0000	58.82	59.94	27.00	0.
42	-8.2000	59.70	60.70	29.00	0.
43	-8.4000	60.59	61.45	31.00	0.
44	-8.6000	61.47	62.21	33.00	0.
45	-8.8000	62.36	62.96	35.00	0.
46	-9.0000	63.24	63.72	37.00	0.
47	-9.2000	64.13	64.48	39.00	0.
48	-9.4000	68.26	62.37	41.00	0.
49	-9.6000	72.58	51.21	43.00	0.
50	-9.8000	75.95	50.53	45.00	0.
51	-10.000	78.73	50.14	47.00	0.
52	-10.200	80.87	50.07	49.00	0.
53	-10.400	82.47	50.26	51.00	0.
54	-10.600	83.80	50.60	53.00	0.
55	-10.800	84.95	51.03	55.00	0.
56	-11.000	85.96	51.52	57.00	0.
57	-11.200	86.88	52.06	59.00	0.
58	-11.400	87.75	52.63	61.00	0.
59	-11.600	88.58	53.21	63.00	0.
60	-11.800	89.39	53.81	65.00	0.
61	-12.000	90.20	54.40	67.00	0.

## INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*

\*STEP 1 - 3\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	2.547	0.7265	0.	0.
3	-0.4000	5.094	1.453	0.	0.
4	-0.6000	7.641	2.180	0.	0.
5	-0.8000	10.19	2.906	0.	0.
6	-1.000	12.73	3.633	0.	0.
7	-1.200	15.28	4.359	0.	0.
8	-1.400	17.83	5.085	0.	0.
9	-1.600	20.38	5.812	0.	0.
10	-1.800	22.92	6.538	0.	0.
11	-2.000	25.47	7.265	0.	0.
12	-2.200	28.02	7.991	0.	0.
13	-2.400	30.56	8.718	0.	0.
14	-2.600	33.11	9.444	0.	0.
15	-2.800	35.66	10.17	0.	0.
16	-3.000	26.53	16.73	0.	0.
17	-3.200	28.30	17.85	0.	0.
18	-3.400	30.07	18.96	0.	0.
19	-3.600	31.84	20.08	0.	0.
20	-3.800	33.61	21.19	0.	0.
21	-4.000	35.38	22.31	0.	0.
22	-4.200	37.15	23.43	0.	0.
23	-4.400	38.92	24.54	0.	0.
24	-4.600	40.69	25.66	0.	0.
25	-4.800	42.46	26.77	0.	0.
26	-5.000	57.40	27.89	0.	0.
27	-5.200	80.36	33.18	0.	0.
28	-5.400	97.58	40.29	1.000	0.
29	-5.600	109.1	45.03	3.000	0.
30	-5.800	120.5	49.77	5.000	0.
31	-6.000	132.0	54.51	7.000	0.
32	-6.200	137.0	56.02	9.000	0.
33	-6.400	125.7	49.35	11.00	0.
34	-6.600	115.3	43.14	13.00	0.
35	-6.800	105.8	37.39	15.00	0.
36	-7.000	97.17	34.30	17.00	0.
37	-7.200	89.44	34.86	19.00	0.
38	-7.400	82.56	35.42	21.00	0.
39	-7.600	76.50	35.97	23.00	0.
40	-7.800	71.23	36.53	25.00	0.
41	-8.000	66.70	37.09	27.00	0.
42	-8.200	62.96	37.65	29.00	0.
43	-8.400	60.59	38.21	31.00	0.
44	-8.600	61.47	38.76	33.00	0.
45	-8.800	62.36	39.32	35.00	0.
46	-9.000	63.24	39.88	37.00	0.
47	-9.200	64.13	40.44	39.00	0.
48	-9.400	65.01	40.99	41.00	0.
49	-9.600	65.90	41.55	43.00	0.
50	-9.800	66.78	42.11	45.00	0.
51	-10.00	67.66	42.67	47.00	0.
52	-10.20	68.55	43.23	49.00	0.
53	-10.40	69.43	43.78	51.00	0.
54	-10.60	70.32	44.34	53.00	0.
55	-10.80	71.20	44.90	55.00	0.
56	-11.00	72.09	45.46	57.00	0.
57	-11.20	72.97	46.01	59.00	0.
58	-11.40	73.86	46.57	61.00	0.
59	-11.60	74.74	47.13	63.00	0.
60	-11.80	75.62	47.69	65.00	0.
61	-12.00	76.51	48.25	67.00	0.

## RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO

(LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA	=	Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA ACQUA	=	Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
SPINTA TOTALE VERA	=	Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m
SPINTA ATTIVA POSSIBILE	=	La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m
SPINTA PASSIVA POSSIBILE	=	La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m
RAPPORTO PASSIVA/VERA	=	e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	=	e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;
RAPPORTO VERA/ATTIVA	=	e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE 1	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		553.89	553.89
SPINTA ACQUA		224.50	224.50
SPINTA TOTALE VERA		778.39	778.39
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		313.38	313.38
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		6720.7	6720.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA		12.134	12.134
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		8.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.7675	1.7675

FASE 2	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		553.89	553.89
SPINTA ACQUA		224.50	224.50
SPINTA TOTALE VERA		778.39	778.39
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		313.38	313.38
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		6720.7	6720.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA		12.134	12.134
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		8.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.7675	1.7675

FASE 3	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		510.92	510.92
SPINTA ACQUA		224.50	224.50
SPINTA TOTALE VERA		735.42	735.42
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		403.02	83.173
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		8281.5	1940.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA		16.209	3.7984
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		6.%	26.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.2677	6.1429