

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:  
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA VIADOTTI

VI02 – VIADOTTO UFITA MELITO DA KM 4+827.3 A KM 5+032.3

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	<b>Alpina</b> S.p.A. Ing. Paolo Galvanin

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    Progr.    REV.    SCALA:

I
F
2
8
0
1
E
Z
Z
C
L
V
I
0
2
0
2
0
0
1
B
-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Gianni	21/02/2020	L. Zanelotti	21/02/2020	M. Vernaleone	21/02/2020	P. Galvanin   10/06/2020
B	Recepimento istruttoria	C. Rizzo	10/06/2020	L. Zanelotti	10/06/2020	M. Vernaleone	10/06/2020	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>		<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> VI0202 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 47

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....</b>	<b>5</b>
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....	5
2.3	SOFTWARE .....	5
2.4	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	5
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>6</b>
3.1	ACCIAIO.....	6
3.1.1	ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A. ....	6
3.1.2	PROFILATI E PIASTRE METALLICHE.....	6
3.2	CALCESTRUZZO.....	6
3.2.1	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO .....	6
3.2.2	CALCESTRUZZO PALI, DIAFRAMMI DI FONDAZIONE, CORDOLI E OPERE PROVVISORIALI .....	6
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONI DI CALCOLO .....</b>	<b>7</b>
4.1	SEZIONI DI CALCOLO .....	7
<b>5</b>	<b>ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>11</b>
6.1	VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) .....	11
6.1.1	APPROCCIO PROGETTUALE .....	12
6.2	VERIFICHE AGLI SLE .....	12
<b>7</b>	<b>CARICHI E AZIONI.....</b>	<b>13</b>
7.1	CARICHI VARIABILI.....	13
7.2	AZIONE SISMICA .....	13
7.3	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	13
<b>8</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLA PILA P2 (PK 4+897.30) .....</b>	<b>14</b>
8.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	14
8.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	16
8.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI .....	17
8.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	17
8.4.1	SLU, A1+M1+R1 – SOLLECITAZIONI PALI .....	17

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>3 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	3 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	3 di 47													

8.4.2	SLU, A1+M1+R1 – SOLLECITAZIONI CORDOLO SOMMITALE E PUNTELLI METALLICI.....	18
8.5	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	20
8.5.1	PALI .....	20
8.5.2	CORDOLO SOMMITALE.....	22
8.5.3	PUNTELLO METALLICO .....	23
8.5.4	TRAVE DI RIPARTIZIONE METALLICA .....	24
8.6	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	26
8.6.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	26
8.6.2	VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....	26
9	SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLA PILA P3 (PK 4+962.30) .....	27
9.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	27
9.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	29
9.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI .....	30
9.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	30
9.4.1	SLU, A1+M1+R1 – SOLLECITAZIONI PALI .....	30
9.4.2	SLU, A1+M1+R1 – SOLLECITAZIONI CORDOLO SOMMITALE.....	32
9.5	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	34
9.5.1	PALI .....	34
9.5.2	CORDOLO SOMMITALE.....	35
9.5.3	PUNTELLO METALLICO .....	36
9.6	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	38
9.6.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	38
9.6.2	VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....	38
10	VERIFICA DI STABILITÀ MURO IN GABBIONI A MONTE DELLA PILA 3.....	39
10.1	MODELLO 1 .....	40
10.1.1	RIBALTAMENTO .....	41
10.1.2	STABILITÀ GLOBALE.....	41
10.1.3	ANALISI STABILITÀ INTERNA .....	43
10.2	MODELLO 2 .....	44
10.2.1	VERIFICA SCORRIMENTO.....	44
10.2.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE.....	45
10.3	MODELLO 3 .....	45
10.3.1	VERIFICA SCORRIMENTO.....	46
10.3.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE.....	46
11	CALCOLO INCIDENZE DI ARMATURA .....	47

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI0202 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 47</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra e riassume i risultati del calcolo e del dimensionamento delle opere provvisorie previste per la realizzazione delle pile di scavalco (P2 e P3) nell'ambito della progettazione esecutiva del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice-Orsara (itinerario Napoli-Bari).

Il Viadotto Ufita Melito - VI02, a doppio binario, si estende dal km 4+827,30 al km 5+032,30 della Tratta Apice-Orsara - 1° Lotto Funzionale Apice-Hirpinia per uno sviluppo complessivo di 205 m in corrispondenza del Torrente Ufita. Per la realizzazione delle fondazioni in alveo, con riferimento ai livelli idrici previsti durante le fasi di cantiere, si è reso necessario prevedere scavi confinati da paratie di pali di medio e di grande diametro (rispettivamente per le pile ordinarie e per le pile di scavalco, queste ultime contrastate da uno o più livelli di puntoni metallici) impermeabilizzate mediante colonne di jet-grouting di intasamento, intestate nelle formazioni geologiche di base.

Nella figura seguente sono evidenziate in pianta e in sezione le opere provvisorie in oggetto necessarie per la realizzazione delle pile P3 e P2.

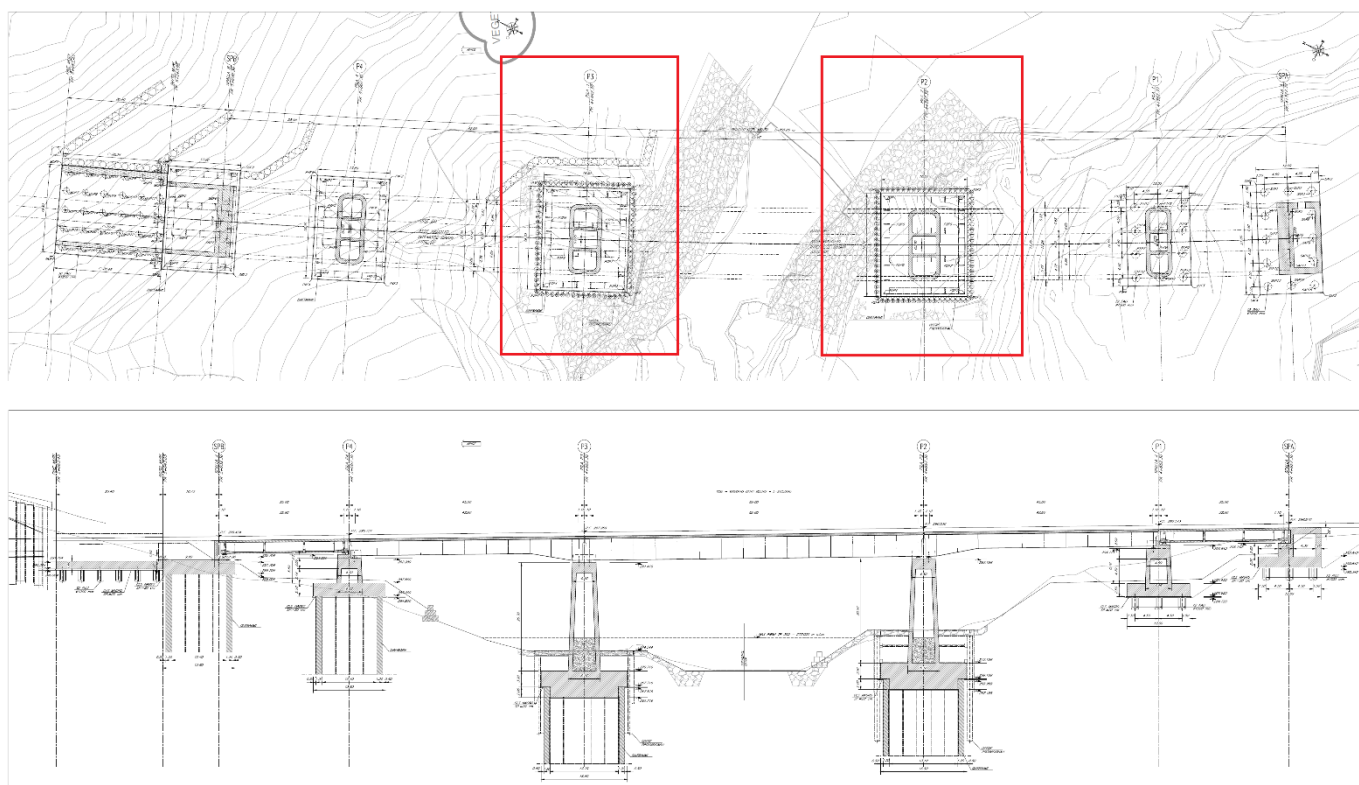







Figura 1.1. Inquadramento generale del Viadotto VI02 Ufita Melito

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>5 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	5 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	5 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																		

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

### 2.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- 1) VIADOTTI, Elaborati generali; Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni – IF2801EZZRBVI0003001.
- 2) VIADOTTI, Viadotto Ufita Melito da Km 4+827.3 a Km 5+032.3; Opere provvisoriali fondazioni pile P2 e P3: Piante e sezioni – IF2801EZZBAVI0202000A.
- 3) VIADOTTI, Viadotto Ufita Melito da Km 4+827.3 a Km 5+032.3; Opere provvisoriali fondazioni pile P2 e P3: gabbionate di protezione – IF2801EZZBAVI020C000A.

### 2.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO






- 4) Decreto Ministeriale del 14/01/2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
- 5) Circolare 01/02/2009, n.617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- 6) DM 06/05/2008 - "Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- 7) RFI DTC SI MA IFS 001 A - "Manuale di progettazione delle opere civili".
- 8) RFI DTC SI SP IFS 001 A - "Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili".
- 9) UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- 10) UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni.

### 2.3 SOFTWARE

- 1) ParatiePlus, CeAS, versione 2019.

### 2.4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 1) BRINCH HANSEN J. [1961] "The ultimate resistance of rigid piles against transversal forces" The Danish Geotechnical Institute, Bulletin n°12, Copenhagen.
- 2) KUBO K. (1965) "Experimental study of the behaviour of laterally loaded piles" Proc. Sixth international conference on soil mechanics and foundation engineering, Montreal, vol.2.
- 3) POULOS H.G., DAVIS E.H. (1974) "Elastic solutions for soil and rock mechanics" John Wiley & Sons, Inc.
- 4) STROUD M.A. (1988) "The Standard Penetration Test-Its application and interpretation" Penetration Testing in UK, Proc. of the Geotech. Conf. organized by ICE, Birmingham.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>6 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	6 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	6 di 47													

### 3 MATERIALI

Il progetto strutturale delle opere provvisionali prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

#### 3.1 ACCIAIO

##### 3.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento caratteristico:  $\geq 7.5\%$
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:  $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

##### 3.1.2 Profilati e piastre metalliche

- - Acciaio tipo: EN 10025-S275 JR
- - Tensione di rottura a trazione:  $f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$
- - Tensione di snervamento:  $f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$







#### 3.2 CALCESTRUZZO

##### 3.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

- Classe di resistenza: C12/15
- classe di esposizione: X0

##### 3.2.2 Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli e opere provvisionali

- Classe di resistenza: C25/30
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XC2
- dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 60 \text{ mm}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 7 di 47

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONI DI CALCOLO

Le opere provvisorie previste a presidio degli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle pile di scavalco (P2 e P3) sono costituite da paratie di pali trivellati di diametro 1000 mm, di lunghezza 20 m per la pila P2 e 16 m per la pila P3, posti ad interasse 1.2 m e collegati in sommità da un cordolo di dimensioni 1.2x1.2 m per la pila P2 e 1.2x1.0 m per la pila P3. In corrispondenza della pila P2 sono previsti 3 ordini di cerchiature:

- 1° ordine: posto in sommità in corrispondenza del cordolo sommitale. È previsto il posizionamento di 4 puntelli metallici ( $\Phi 406.4$  mm s=12.5 mm) disposti a 45°;
- 2° ordine: posto a -3.00 m da sommità paratia. È previsto il posizionamento di 4 puntelli metallici ( $\Phi 406.4$  mm s=12.5 mm) disposti a 45°. La trave di ripartizione è costituita da 2HEB340;
- 3° ordine: posto a -6.00 m da sommità paratia. È previsto il posizionamento di 4 puntelli metallici ( $\Phi 406.4$  mm s=12.5 mm) disposti a 45°. La trave di ripartizione è costituita da 2HEB340;

Infine, in corrispondenza della pila P3 è previsto in sommità il posizionamento di 4 puntelli metallici ( $\Phi 323.9$  mm s=16 mm) disposti a 45°.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva del viadotto VI02.

Tabella VI02										
PILA	Dimensioni pianta scavo	Tipologia di scavo	Lunghezza pali	diametro pali	Spaziatura pali	Profondità scavo da pc	Quota falda dal pc	Puntelli	dimensione testa cordolo	Modello di riferimento
SPA			-	-	-	-		-	-	-
P1			-	-	-	-		-	-	-
P2	16.7x19.9	tra pali	20	1000	1.2	9.6	-1	3 ordini di 4 puntelli metallici ( $\Phi 406.4$ mm s=12.5 mm) disposti a 45°	1.2x1.2	P2
P3	16.7x19.9	tra pali	16	1000	1.2	-7	-1	1 ordine di 4 puntelli metallici ( $\Phi 323.9$ mm s=10 mm) disposti a 45°	1.2x1.0	P3
P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 4.1 SEZIONI DI CALCOLO

Si sono individuate 2 sezioni di calcolo significative per il dimensionamento delle opere provvisorie in oggetto, poste in corrispondenza delle pile di scavalco P2 (PK 4+897.30) e P3 (PK 4+962.30). Si riportano di seguito gli schemi riepilogativi delle opere oggetto di studio.

APPALTATORE:	
Consorzio <b>HirpiniaAV</b>	Soci salini impregilo <b>ASTALDI</b>
PROGETTAZIONE:	
Mandataria <b>ROKSOJL</b>	Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3	

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b>					
<b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 8 di 47

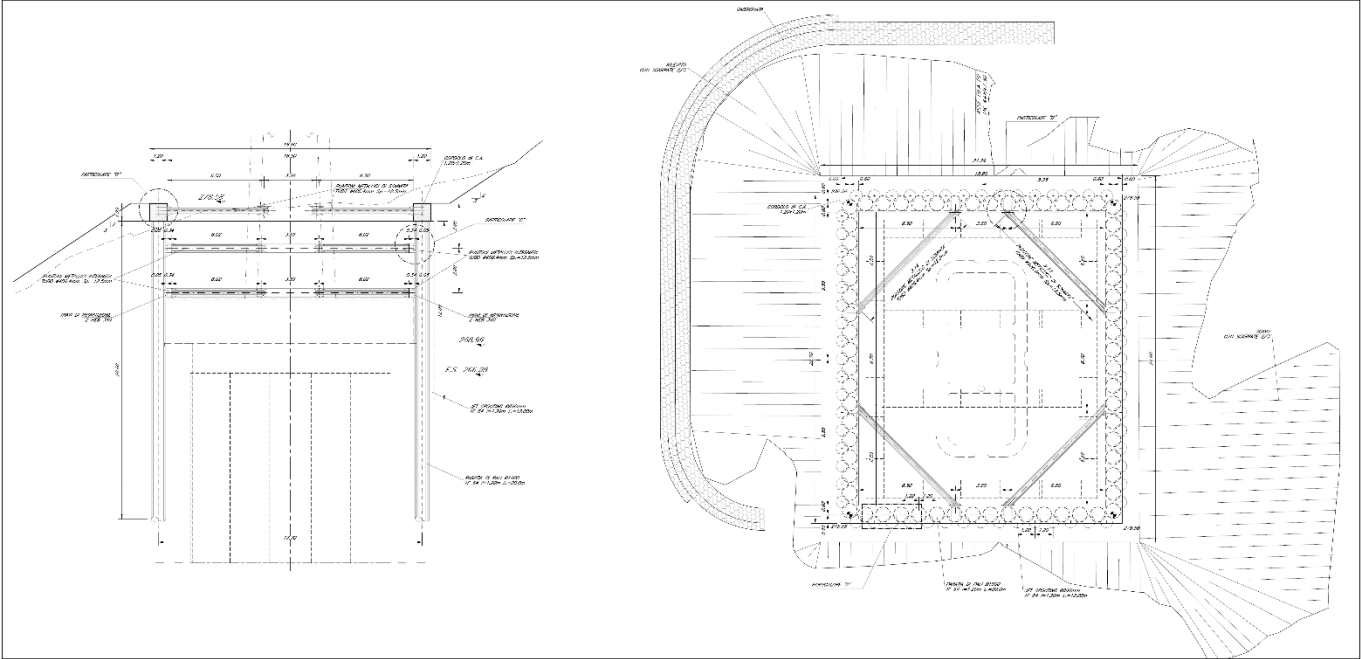


Figura 4.1. Geometria di riferimento pila di scavalco P2

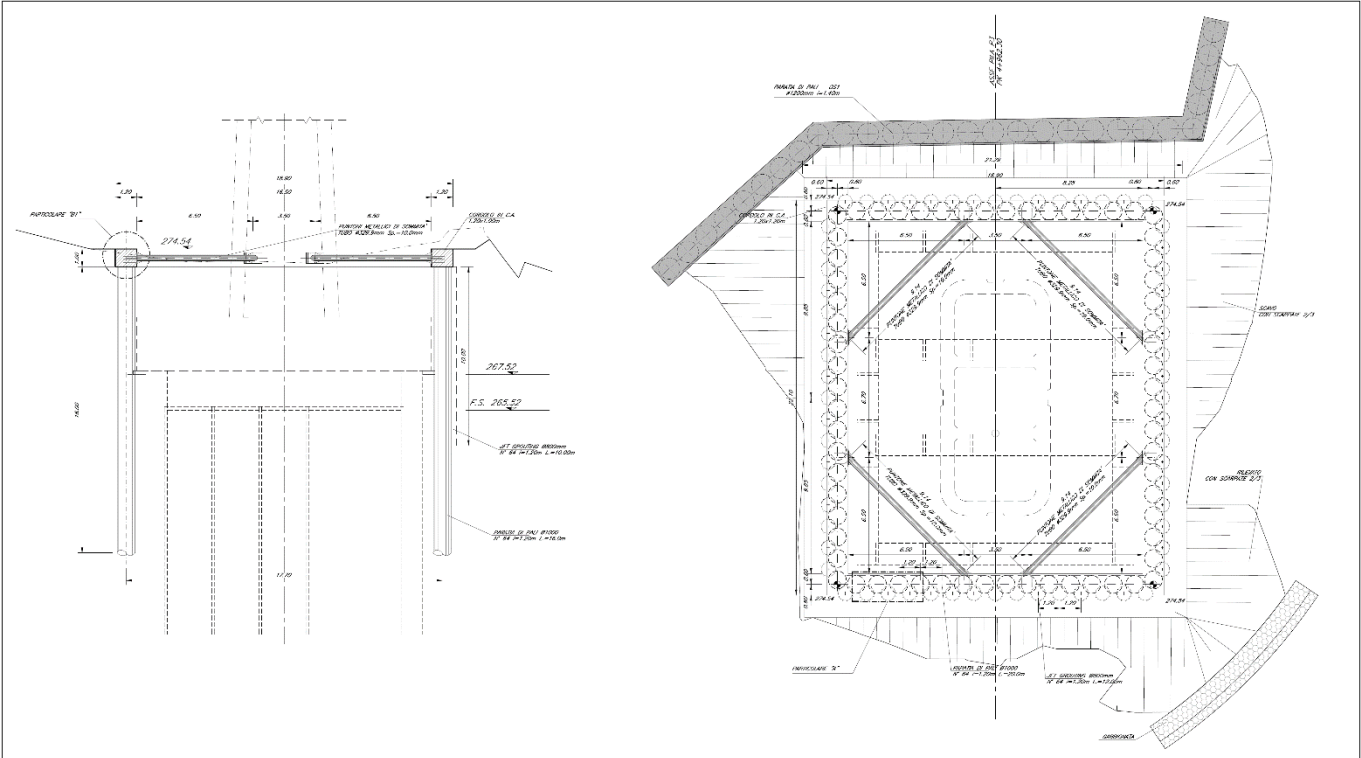




Figura 4.2. Geometria di riferimento pila di scavalco P3



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 9 di 47

## 5 ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO

Al fine di rappresentare il comportamento dell'opera di sostegno durante le varie fasi di lavoro si è utilizzato un metodo di calcolo capace di simulare l'interazione terreno-paratia. L'analisi è stata sviluppata con il software ParatiePlus 2019 di CeAS.

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 come un problema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella seguente figura.

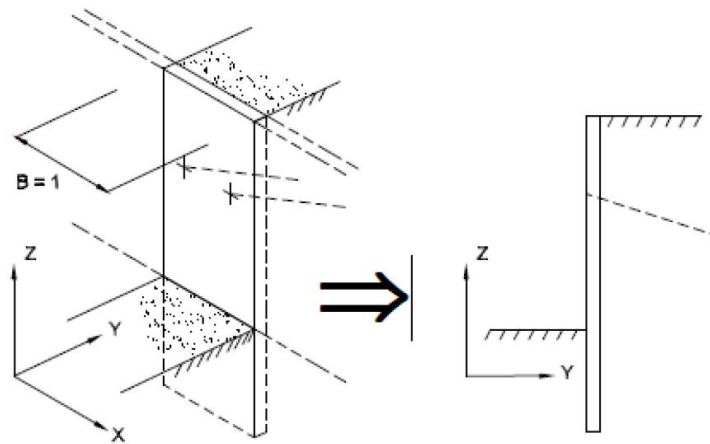


Figura 5.1. Modellazione piana della paratia

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) connesse ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi di 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 tra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

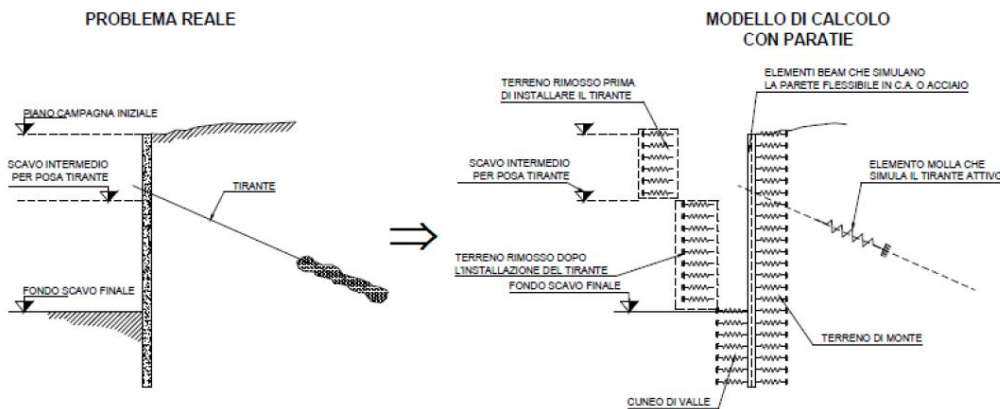



Figura 5.2. Schematizzazione terreno ed ancoraggi

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">10 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	10 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	10 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2</b> <b>E P3</b>																		

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate/puntellate, 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/vincoli 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 gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>11 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	11 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	11 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																		

## 6 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2008.

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

### 6.1 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

$$E_d = \gamma_E E \left( F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = \gamma_E E_k$ . Nella formulazione delle resistenze  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza del sistema.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito degli approcci previsti dalla normativa.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>12 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	12 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	12 di 47													

### 6.1.1 Approccio progettuale

Le verifiche sono state sviluppate adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

- approccio 1, combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO).

Le verifiche di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno sono state condotte con:

- approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO-stab).

I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici del terreno (M) e per le resistenze (R) sono in accordo alla Tab. 6.2.I, 6.2.II., 6.5.I e 6.8.I (stabilità) di cui alle NTC2008.



## 6.2 VERIFICHE AGLI SLE

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. In condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera di sostegno dovranno essere compatibili con la funzionalità.

Trattandosi di un'opera provvisoria le verifiche a fessurazione sono omesse.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">13 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	13 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	13 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																		

## 7 CARICHI E AZIONI

### 7.1 CARICHI VARIABILI

Sul piano campagna per una larghezza pari a 5.0 m è stato considerato il carico accidentale  $q_k=20$  kPa rappresentativo dei mezzi di cantiere che possono circolare nei pressi delle opere provvisoriali durante i lavori.

### 7.2 AZIONE SISMICA

Trattandosi di un'opera provvisoria la cui durata è inferiore a 2 anni (vedasi paragrafo 2.4.1 delle NTC2008) le verifiche sismiche sono omesse.

### 7.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

In accordo alle NTC2008 si sono considerate le combinazioni delle azioni nel seguito descritte in cui si indica con:

$G$  = azioni permanenti dovute al peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno; forze indotte dal terreno; forze dovute alla pressione dell'acqua.



$Q_k$  = azione variabile corrispondente al sovraccarico di 20 kPa.

- *Combinazione fondamentale* impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_k$$

- *Combinazione caratteristica (rara)* impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G + Q_k$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 14 di 47

## 8 SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLA PILA P2 (PK 4+897.30)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2019.

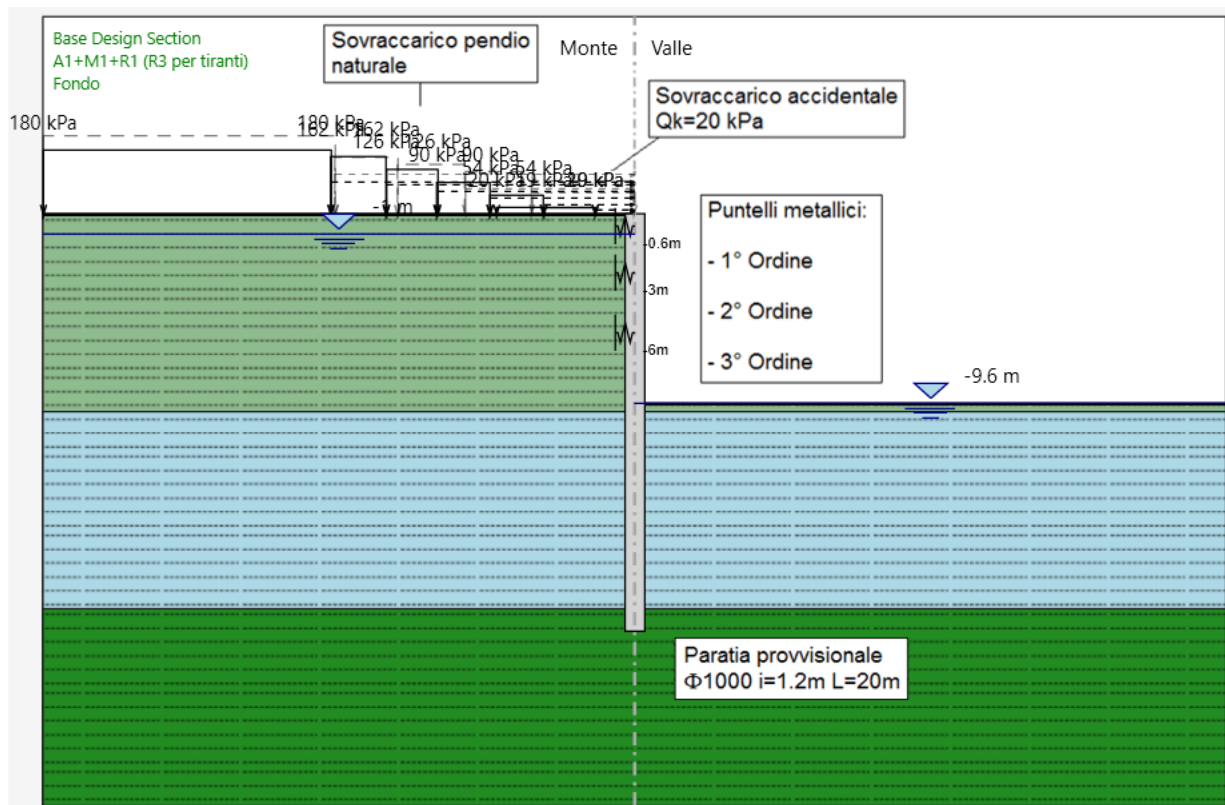


Figura 8.1. P2. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020


### 8.1 DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle Opere d'Arte oggetto del presente documento si rimanda agli elaborati specialistici.

I terreni sono stati considerati con comportamento drenato in tutte le fasi di calcolo.

Stratigrafia			Falda
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]
278.6	10.0	Unità 1	273.9
268.6	10.0	Unità 2	
var.	> 30	Unità 3	

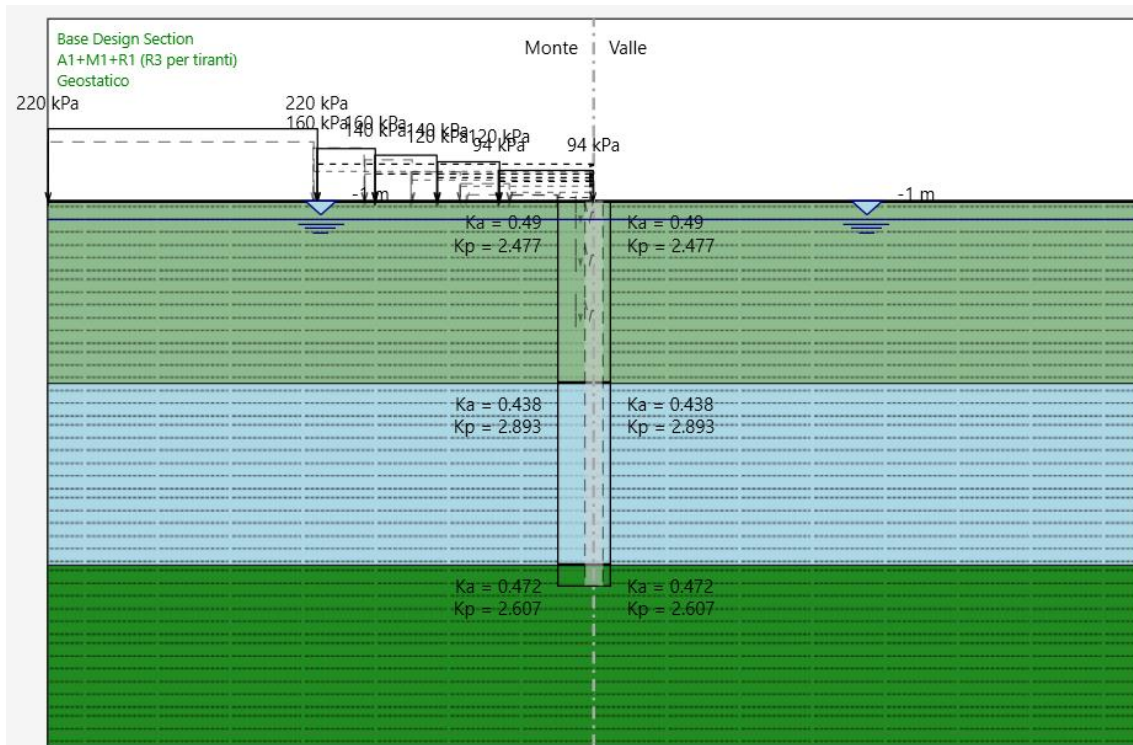
Tabella 1: Stratigrafia di riferimento

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b> 	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0202 001</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>15 di 47</b>	

Unità		Unità 1	Unità 2	Unità 3
Proprietà	u.m.	range	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19÷21	19.5÷22	19.5÷23
w <sub>N</sub>	%	15÷25	10÷25	10÷26
LL	%	50÷65	40÷75	40÷76
LP	%	18÷32	20÷30	20÷30
IP	%	30÷40	20÷45	20÷45
c'	kPa	15	17	25
$\Phi'$	°	20	23	21
E <sub>0</sub>	MPa	200÷500	500÷1200	1200÷3000
E <sub>young</sub>	MPa	40÷100	100÷240	240÷600



**Tabella 2: Parametri geotecnici di riferimento**

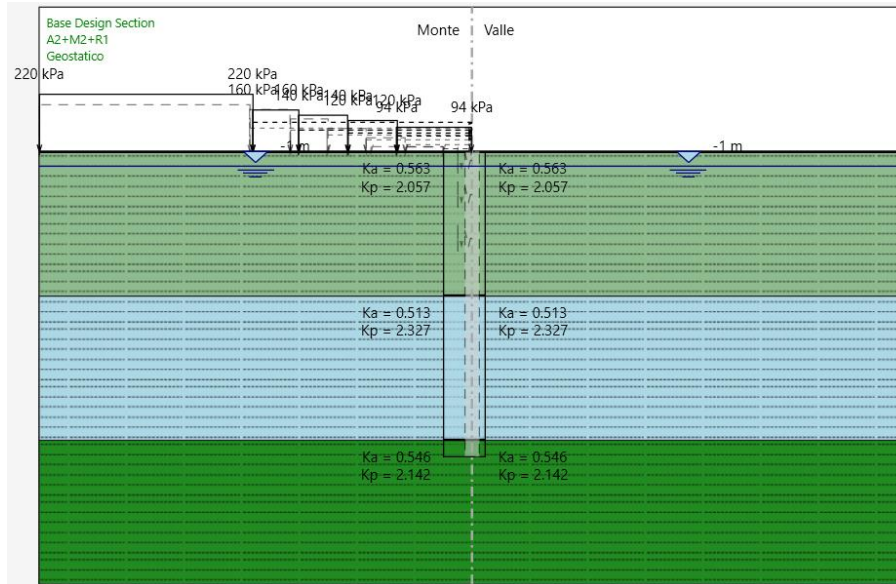
I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 2. In particolare, i coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono calcolati secondo la formulazione di Coulomb, considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo ( $\delta$ ) pari a  $\frac{1}{2} \phi'$ ; i coefficienti di spinta passiva ( $k_p$ ) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007), considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo ( $\delta$ ) pari a  $\frac{1}{2} \phi'$ . Nelle figure seguenti si riportano i valori dei coefficienti di spinta valutati dal programma ParatiePlus sia per l'approccio A1+M1+R1 che per l'approccio A2+M2+R1.



**Figura 8.2. Coefficienti di spinta Combinazione A1+M1+R1 (Pila P2)**



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti   	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL VI0202 001 B 16 di 47



**Figura 8.3. Coefficienti di spinta Combinazione A2+M2+R1 (Pila P2)**

Le molle elastiche poste su 3 differenti livelli rappresentano la rigidità fornita dai 3 ordini di puntelli metallici di contrasto; in particolare si sono impiegati dei tubolari  $\Phi 406.4$  di spessore pari a 12.5 mm, lunghezza pari a 9.2 m, interasse 6.6 m e inclinazione di  $45^\circ$ , aventi la seguente rigidità:

$$k = \frac{E_s \cdot A_s}{L \cdot i} \cdot \sin \alpha = \frac{210000000 \cdot 0.015468}{9.20 \cdot 6.60} \cdot \sin 45^\circ = 37827 \frac{kN}{m}$$

## 8.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti:

- *fase 0 – fase geostatica iniziale*
  - tutte le unità geotecniche in condizioni drenate;
  - applicazione sovraccarico pendio naturale;
- *fase 1 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 1000/1.2$  m*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia;
- *fase 2 – scavo a -1 m*
- *fase 3 – installazione 1° ordine di puntelli metallici (quota -0.6 m dalla sommità)*
- *fase 4 – scavo a -4.0 m*
- *fase 5 – installazione 2° ordine di puntelli metallici (quota -3.0 m dalla sommità)*
- *fase 6 – scavo a -7.0 m*
- *fase 7 – installazione 3° ordine di puntelli metallici (quota -6.0 m dalla sommità)*
- *fase 8 – scavo a -9.6 m*



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> VI0202 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 17 di 47
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>						

### 8.3 SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (Combinazione SLE rara), per la fase di calcolo 8.

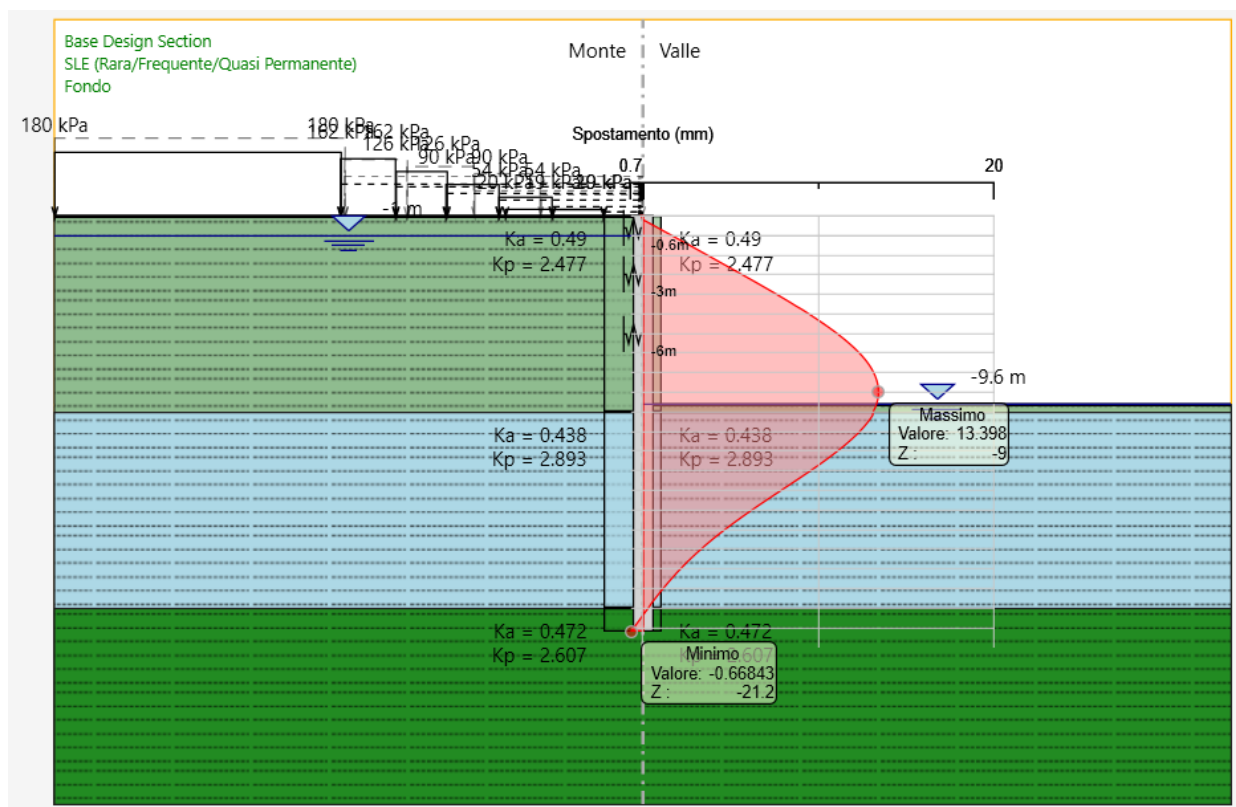


Figura 8.4. P2. Fase 8: SLE rara – Deformazioni

### 8.4 SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR)

#### 8.4.1 SLU, A1+M1+R1 – Sollecitazioni pali

Nella Tabella 3 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 8.5 e Figura 8.6 sono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di:

- Azione flettente (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);
- Azione tagliante (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);

Fase	M [kNm/m]	V [kN/m]
8	1004.4	404.6

Tabella 3: P2. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni massime agenti sul singolo palo

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 18 di 47

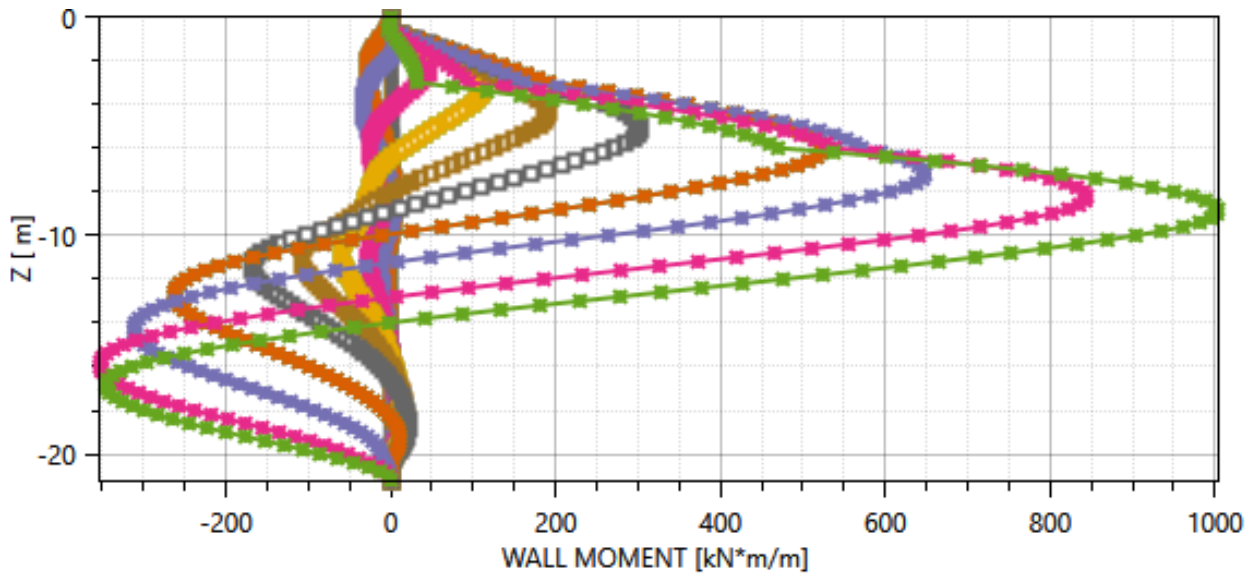


Figura 8.5. P2. Inviluppo SLU A1+M1+R1 – Azione flettente al metro lineare

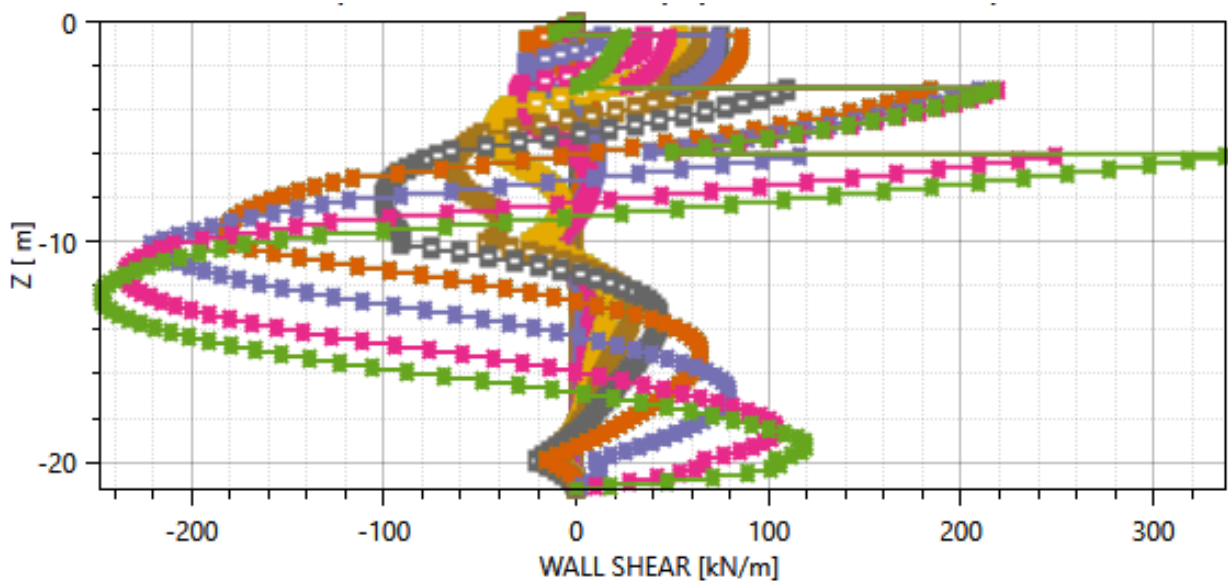


Figura 8.6. P2. Inviluppo SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante al metro lineare

#### 8.4.2 SLU, A1+M1+R1 – Sollecitazioni cordolo sommitale e puntelli metallici

Nella seguente tabella si riporta:

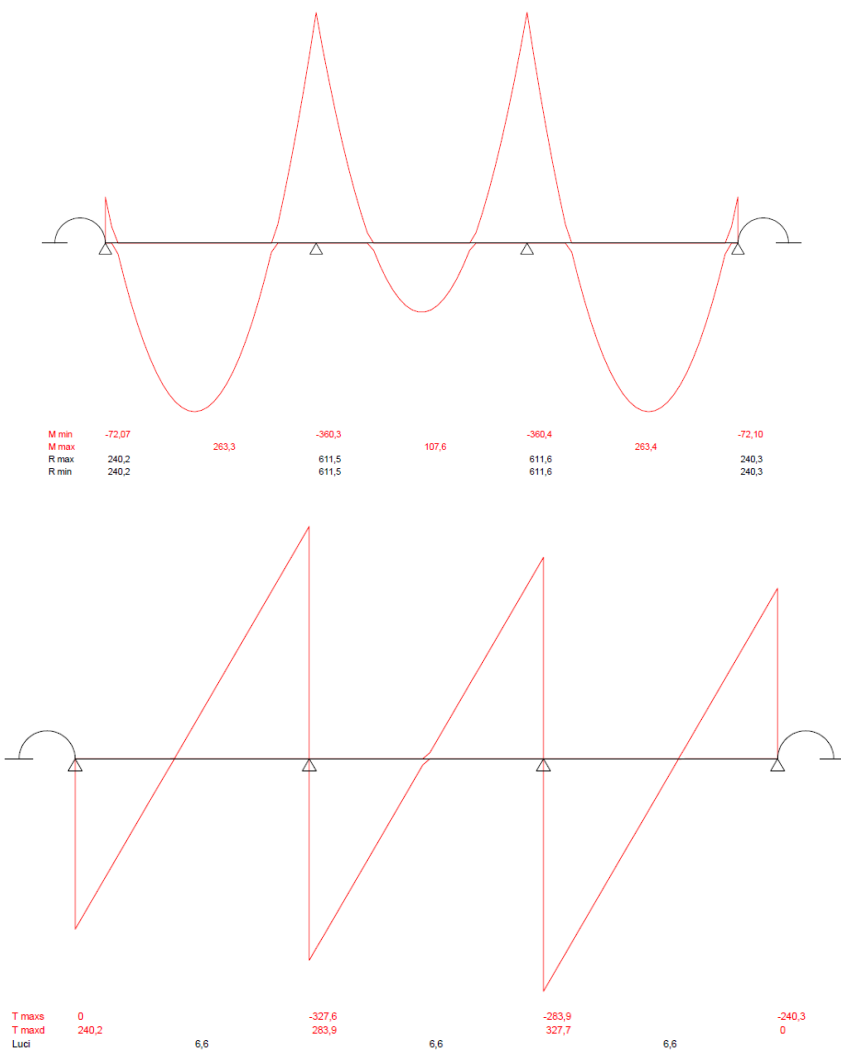
- i carichi a metro lineare  $q$ , ricavati dal modello ParatiePlus per la fase di calcolo dimensionante;
- le sollecitazioni di taglio e momento agenti sul cordolo sommitale;
- le sollecitazioni di sforzo normale agenti sui puntelli metallici.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>SOJL</b> Mandanti <b>NET ENGINEERING</b> <b>Alpina</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>					
COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0202 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>19 di 47</b>

<b>q (1° ordine)</b>	86.03	kN/m
<b>q (2° ordine)</b>	221.93	kN/m
<b>q (3° ordine)</b>	305.72	kN/m
<b>M<sub>max, appoggio</sub></b>	-360	kNm
<b>M<sub>max, mezzeria</sub></b>	263	kNm
<b>T<sub>max, appoggio</sub></b>	327.6	kN
<b>N<sub>puntello (1° ordine)</sub></b>	432	kN
<b>N<sub>puntello (2° ordine)</sub></b>	1115.1	kN
<b>N<sub>puntello (3° ordine)</sub></b>	2173	kN

**Tabella 4: P2. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul cordolo sommitale e sui puntelli metallici**

Nelle figure seguenti si riporta l'andamento delle sollecitazioni di taglio e momento flettente allo SLU (A1+M1+R1) agenti sul cordolo sommitale.



**Figura 8.7. P2. SLU A1+M1+R1 – Sollecitazioni agenti sul cordolo sommitale**

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 20 di 47

## 8.5 VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali, del cordolo sommitale e del puntone metallico.

### 8.5.1 Pali

#### Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista, successivamente riportata in Figura 8.8 in termini di momento e taglio resistente della sezione.

Verifica flessione cemento armato - Palo $\phi$ 1000/1200				
	y [m]	$M_{rd}$ [kNm]	Armatura	interferro [cm]
Gabbia 1	0.10	642.1	8 $\phi$ 26	30.3
	5.10	642.1	8 $\phi$ 26	30.3
	5.10	1204.4	16 $\phi$ 26	13.9
	10.60	1204.4	16 $\phi$ 26	13.9
Gabbia 2	8.80	1204.4	16 $\phi$ 26	13.9
	13.80	1204.4	16 $\phi$ 26	13.9
	13.80	642.1	8 $\phi$ 26	30.3
	20.80	642.1	8 $\phi$ 26	30.3

Verifica taglio cemento armato - Palo $\phi$ 1000/1200				
	y [m]	$T_{rd-}$ [kN]	$T_{rd+}$ [kN]	Armatura
Gabbia 1	0.1	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
	5.1	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
	5.1	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
	7.0	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
	7.0	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
	8.8	-507.0	507.0	Spirale $\phi$ 8/10
Gabbia 2	8.8	-405.5	405.5	Spirale $\phi$ 8/12.5
	15.0	-405.5	405.5	Spirale $\phi$ 8/12.5
	15.0	-405.5	405.5	Spirale $\phi$ 8/12.5
	20.8	-405.5	405.5	Spirale $\phi$ 8/12.5

Tabella 5: P2. Armatura longitudinale e trasversale

**APPALTATORE:**

Consorzio

Soci



**PROGETTAZIONE:**

Mandataria

Mandanti



**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3**

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**

**RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA  
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA**

COMMESSA  
IF28

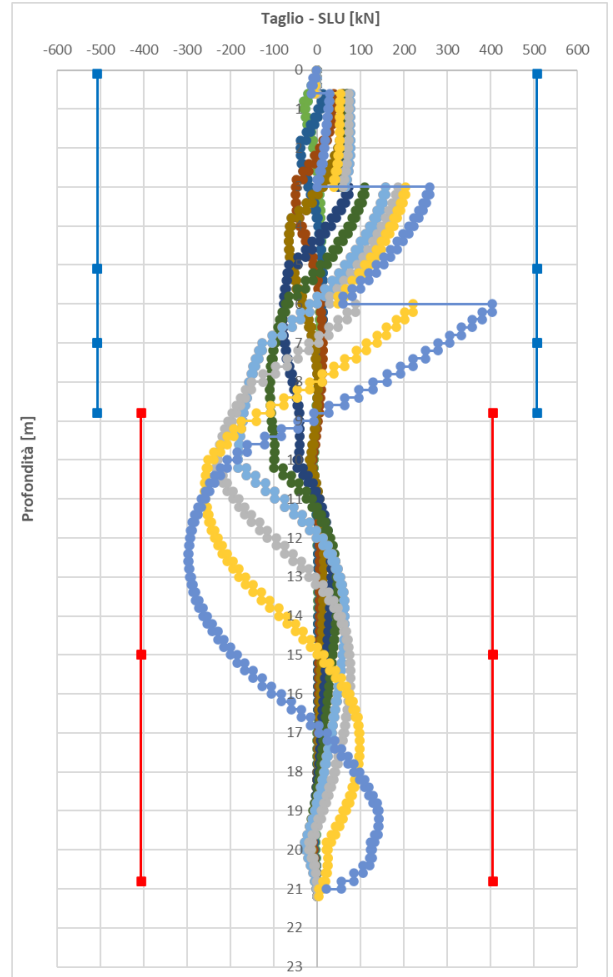
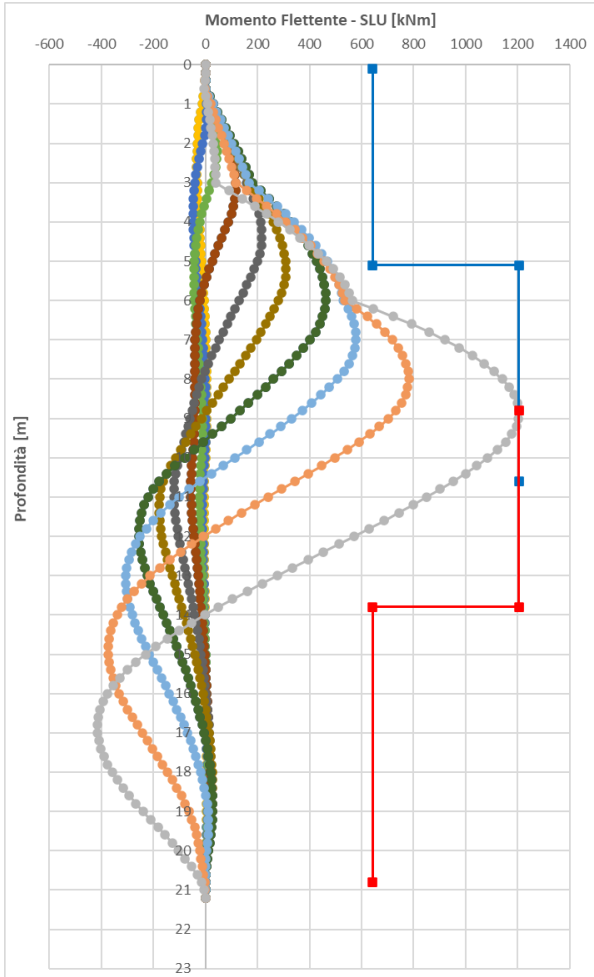
LOTTO  
01

CODIFICA  
E ZZ CL

DOCUMENTO  
VI0202 001

REV.  
B

FOGLIO  
21 di 47



**Figura 8.8. P2. Verifica flessionale e tagliante**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 22 di 47

### 8.5.2 Cordolo sommitale

#### Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista.

Armatura prevista lato terra	Armatura prevista lato scavo	Armatura trasversale
4Φ24	4Φ24	Φ12/300mm

Tabella 6: P2. Armatura longitudinale e trasversale cordolo sommitale

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
120	120	5.2	113.6	102.2
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A <sub>sl</sub>	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
4	24	6.4	18.10	
4	24	113.6	18.10	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A <sub>sw</sub>
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
2	12	30	90	2.26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
ME <sub>ek</sub> <b>276.92</b> [kNm]	ME <sub>ed</sub> <b>360.00</b> [kNm]
NE <sub>ek</sub> <b>0.00</b> [kN]	NE <sub>ed</sub> <b>0.00</b> [kN]
<b>tensioni e fessure</b>	
M <sub>dec</sub> 0.0 [kNm]	
M <sub>cr</sub> 665.7 [kNm]	
<b>presso-flessione</b>	
γ <sub>n</sub> -40.79 [cm]	MR <sub>d</sub> 790.7 [kNm]
σ <sub>c,min</sub> -1.5 [MPa]	FS    2.84
σ <sub>s,min</sub> -15.0 [MPa]	
σ <sub>s,max</sub> 110.5 [MPa]	
<b>taglio</b>	
k <sub>2</sub> 0.5	VR <sub>d,c</sub> 402.7 [kN]
E <sub>sm-E<sub>cm</sub></sub> - [%]	<b>non serve armatura a taglio</b>
s <sub>r,max</sub> - [cm]	VR <sub>d,s</sub> 522.5 [kN]
w <sub>k</sub> - [mm]	VR <sub>d,max</sub> 4049.6 [kN]
	θ    30.0 [°]
	sezione    duttile
	a <sub>l</sub> 113.6 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R <sub>ck</sub>	30 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
f <sub>ck</sub>	24.9 [MPa]	γ <sub>s</sub>	1.15
γ <sub>c</sub>	1.5	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]
α <sub>cc</sub>	0.85	E <sub>s</sub>	210000 [MPa]
f <sub>cd</sub>	14.1 [MPa]	e <sub>uk</sub>	75 [%]
v	0.540		
e <sub>c2</sub>	2.0 [%]		
e <sub>cu2</sub>	3.5 [%]		
α <sub>e</sub>	15.0		
k <sub>t</sub>	0.4		
k <sub>1</sub>	0.8	<b>valori limite</b>	
k <sub>3</sub>	3.4	0,55 f <sub>ck</sub>	13.7 [MPa]
k <sub>4</sub>	0.425	0,75 f <sub>yk</sub>	337.5 [MPa]
		w <sub>k,lim</sub>	0.2 [mm]

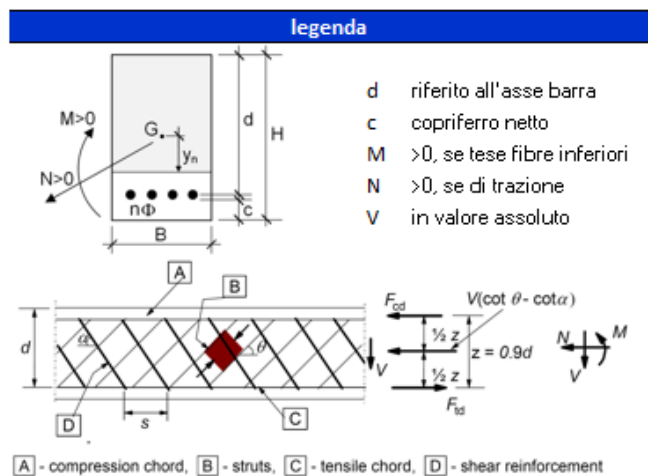





Figura 8.9. P2. Verifica flessionale e tagliante cordolo sommitale

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2</b> <b>E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 23 di 47

### 8.5.3 Puntello metallico

Si riporta nel seguito la verifica di stabilità a presso-flessione del puntello maggiormente sollecitato, condotta in accordo con quanto riportato al paragrafo 4.2.4.1.3.2 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta.

#### Caratteristiche dei materiali

tipologia acciaio	S275JR		
sezione formata	a caldo		
tensione di snervamento dell'acciaio	$f_y$	275	[MPa]
modulo di elasticità dell'acciaio	E	210000	[MPa]
coefficiente parziale sulle resistenze	$\gamma_{M0}$	1.05	[-]
coefficiente parziale sulle resistenze all'instabilità	$\gamma_{M1}$	1.10	[-]

#### Geometria del puntone

lunghezza	L	9.2	[m]
diametro esterno	d	406.4	[mm]
spessore	t	12.5	[mm]
area della sezione	A	154.7	[cm <sup>2</sup> ]
momento d'inerzia	I	30031	[cm <sup>4</sup> ]
modulo elastico a flessione	$W_{el}$	1478	[cm <sup>3</sup> ]

#### Determinazione della classe della sezione






coefficiente $\varepsilon$	$\varepsilon$	0.92	[-]
coefficiente $\varepsilon^2$	$\varepsilon^2$	0.85	[-]
rapporto larghezza - spessore	d/t	32.5	[-]
classe della sezione		1	

#### Verifica a compressione

sforzo normale massimo dal modello	$N_{Ed}$	2173	[kN/m]
resistenza a compressione	$N_{c,Rd}$	4051	[kN m]

**Verifica OK**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b>   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 24 di 47

**Verifica all'instabilità dell'asta compressa**

<i>curva di instabilità</i>	a		
<i>coefficiente di imperfezione</i>	$\alpha$	0.21	[-]
<i>carico critico di sbandamento</i>	$N_{cr}$	7353742	[N]
<i>snellezza adimensionale</i>	$\lambda$	0.76	[-]
<i>coefficiente <math>\Phi</math></i>	$\Phi$	0.85	[-]
<i>coefficiente <math>\chi</math></i>	$\chi$	0.82	[-]
<i>resistenza all'instabilità</i>	$N_{b,Rd} =$	3161	[kN]

**Verifica OK**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

**Verifica a pressoflessione**

<i>sforzo normale massimo dal modello</i>	$N_{Ed}$	2173	[kN/m]
<i>resistenza a compressione</i>	$N_{pl,Rd}$	4051	[kN m]
<i>coefficiente riduttivo</i>	1-n	0.62	[-]
<i>momento flettente massimo</i>	$M_{Ed}$	12.85	[kNm]
<i>momento plastico resistente</i>	$M_{pl,Rd}$	508.13	[kNm]


**Verifica OK**

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}(1-n)} \leq 1$$

#### 8.5.4 Trave di ripartizione metallica

Nella tabella seguente si riporta la verifica a flessione e a taglio dei profilati metallici 2HEB340 nella sezione maggiormente sollecitata, condotta in accordo con quanto riportato al paragrafo 4.2.4.1.2 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 25 di 47

**VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE - NTC 2008**

**Dati del profilato:**

Tipo di profilato	<b>HEB</b>	<b>340</b>	
Altezza del profilato	h	<b>340</b>	mm
Base del profilato	b	<b>340</b>	mm
Spessore dell'anima	a = t <sub>w</sub>	<b>12</b>	mm
Spessore delle ali	e = t <sub>r</sub>	<b>21.5</b>	mm
Raggio di curvatura	r	<b>27</b>	mm
Area della sezione	A	<b>17090</b>	mm <sup>2</sup>

**Definizione dell'azione di calcolo:**

Sforzo massimo agente	N <sub>Ed</sub>	<b>305.7</b>	[kN/ml]
Interasse degli elementi di contrasto	i	<b>6.6</b>	[m]
Momento agente sul profilato	M <sub>Ed</sub>	<b>1331.63</b>	[kNm]
Taglio agente sul profilato	V <sub>Ed</sub>	<b>1210.57</b>	[kN]

**Calcolo della resistenza di progetto a taglio:**

Tipologia di acciaio	S	<b>355</b>	[MPa]
Coefficiente di sicurezza	γ <sub>Mo</sub>	<b>1.05</b>	[-]
Piano di carico del profilato	<b>Carico nel piano dell'anima</b>		
n° di profilati considerati	n°	<b>2</b>	[-]
Area a taglio del singolo profilato	A <sub>v</sub>	<b>3889</b>	mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto a taglio	R <sub>c,Rd</sub>	<b>1518.26</b>	[kN]

**Definizione della tipologia di verifica da condurre:**

Taglio agente sul profilato	V <sub>Ed</sub>	<b>1210.57</b>	[kN]
Resistenza di progetto a taglio	V <sub>c,Rd</sub>	<b>1518.26</b>	[kN]
Rapporto V <sub>Ed</sub> /V <sub>c,Rd</sub>	V <sub>Ed</sub> /V <sub>c,Rd</sub>	<b>0.8</b>	[-]
Tipo di verifica	<b>Flessione e taglio</b>		

**Verifica strutturale per profilato soggetto a flessione e taglio:**

Momento plastico nel piano dell'anima	W <sub>pl,y</sub>	<b>2408106.1</b>	mm <sup>3</sup>
Coefficiente di riduzione	ρ	<b>0.353647392</b>	[-]
Resistenza di progetto	M <sub>y,V,Rd</sub>	<b>1590.66</b>	[kNm]
Condizione M <sub>y,V,Rd</sub> ≤ M <sub>y,c,Rd</sub>	<b>OK</b>		
Fattore di sicurezza della sezione	<b>FS</b>	<b>1.19</b>	<b>OK</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI0202 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>26 di 47</b>

## 8.6 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO

### 8.6.1 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale dell'opera provvisoria deve essere condotta in accordo all'approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R2). Data l'elevata coesione non drenata della formazione di substrato in cui i pali si immorsano la stabilità è palesemente soddisfatta.

### 8.6.2 Verifica delle spinte a valle della paratia

La verifica delle spinte a valle della paratia è condotta in accordo all'approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R1). Nella seguente figura si mostrano la risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi all'ultima fase di calcolo (Fase 8), in particolare deve risultare che la spinta mobilitata a valle (Spinta reale efficace), moltiplicata per il coefficiente  $\gamma_F = 1.0$ , sia inferiore alla resistenza del terreno (Massima spinta ammissibile) corrispondente alla spinta passiva divisa per il coefficiente di resistenza  $\gamma_R = 1.0$ .

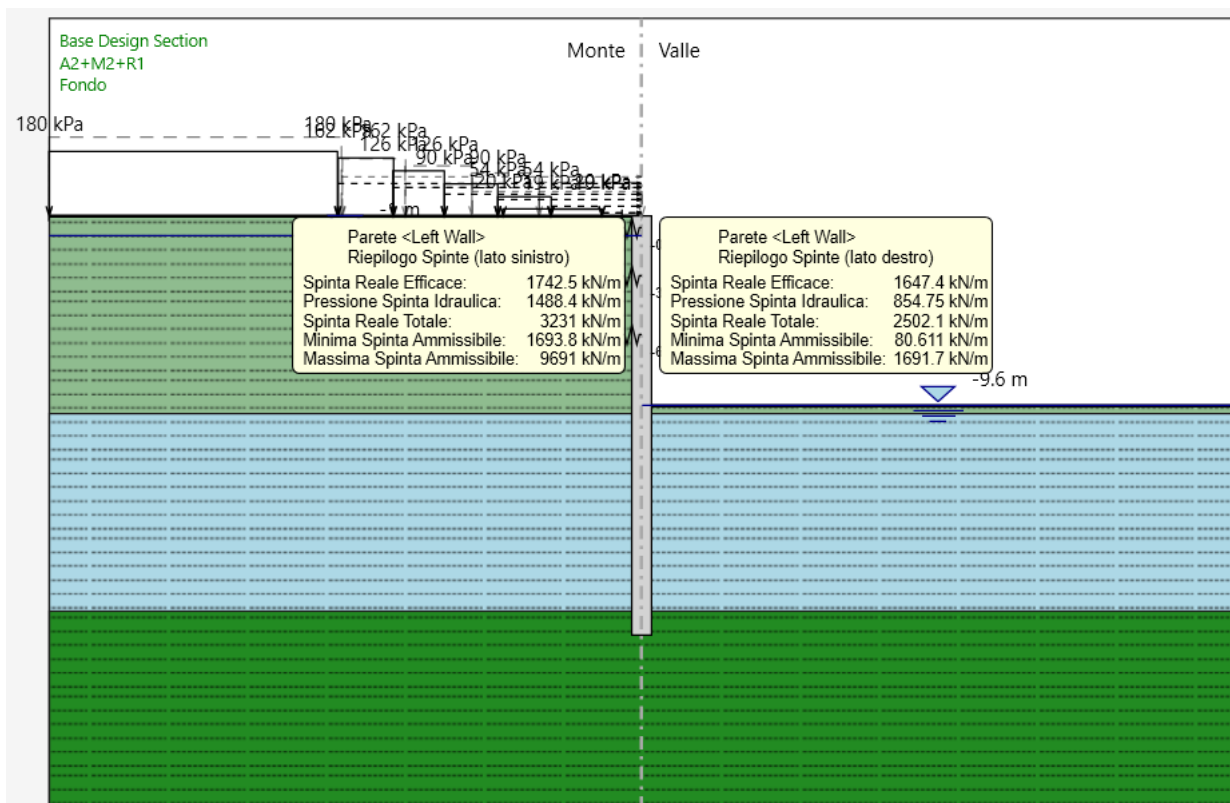




Figura 8.10. P2. Riepilogo delle spinte

Spinta reale efficace = 1647.4 kN/m

Massima spinta ammissibile = 1691.7 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 97%.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 27 di 47

## 9 SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLA PILA P3 (PK 4+962.30)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2019.

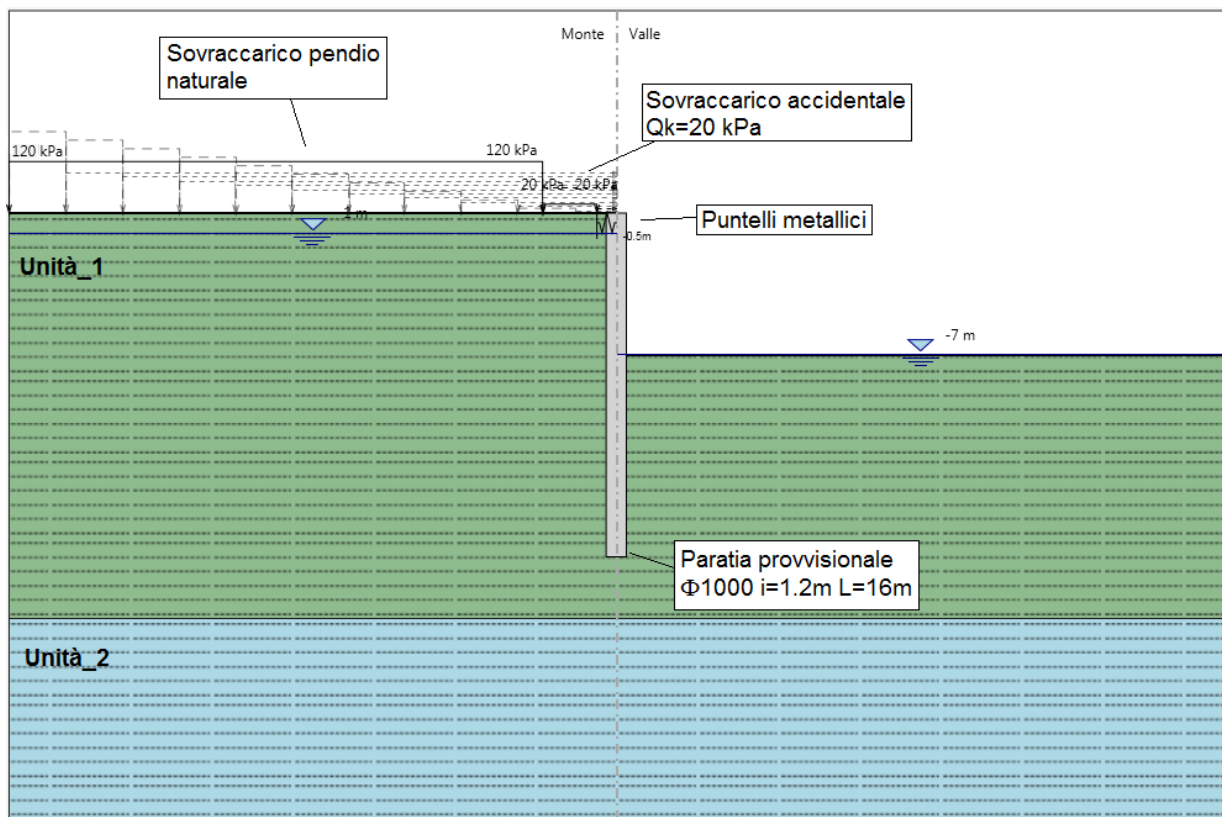


Figura 9.1. P3. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2019

### 9.1 DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle Opere d'Arte oggetto del presente documento si rimanda agli elaborati specialistici.

I terreni sono stati considerati con comportamento drenato in tutte le fasi di calcolo.

Stratigrafia			Falda
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]
254.9	20.0	Unità 1	273.9
var.	> 30	Unità 2	

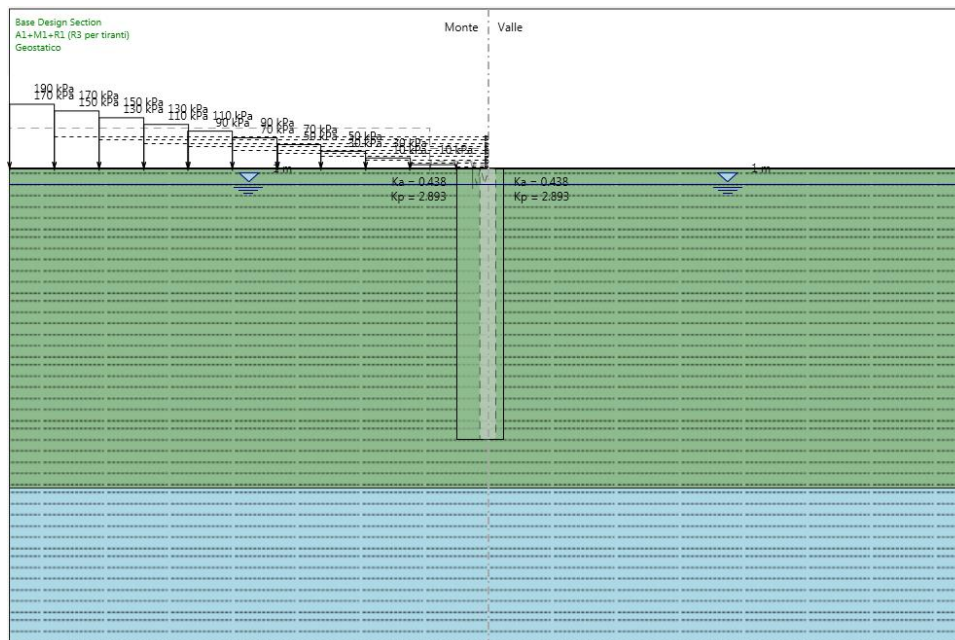
Tabella 7: Stratigrafia di riferimento

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>SOIL</b> Mandanti <b>NET ENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0202 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>28 di 47</b>

Unità		Unità 1	Unità 2
Proprietà	u.m.	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19÷21	19.5÷22
w <sub>N</sub>	%	15÷25	10÷25
LL	%	50÷65	40÷75
LP	%	18÷32	20÷30
IP	%	30÷40	20÷45
c'	kPa	15	17
$\phi'$	°	20	23
E <sub>0</sub>	MPa	200÷500	500÷1200
E <sub>young</sub>	MPa	40÷100	100÷240

**Tabella 8: Parametri geotecnici di riferimento**

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 8. In particolare, i coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono calcolati secondo la formulazione di Coulomb, considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo ( $\delta$ ) pari a  $\frac{1}{2} \phi'$ ; i coefficienti di spinta passiva ( $k_p$ ) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007), considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo ( $\delta$ ) pari a  $\frac{1}{2} \phi'$ . Nelle figure seguenti si riportano i valori dei coefficienti di spinta valutati dal programma ParatiePlus sia per l'approccio A1+M1+R1 che per l'approccio A2+M2+R1.



**Figura 9.2. Coefficienti di spinta Combinazione A1+M1+R1 (Pila P3)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOIL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0202 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>29 di 47</b>

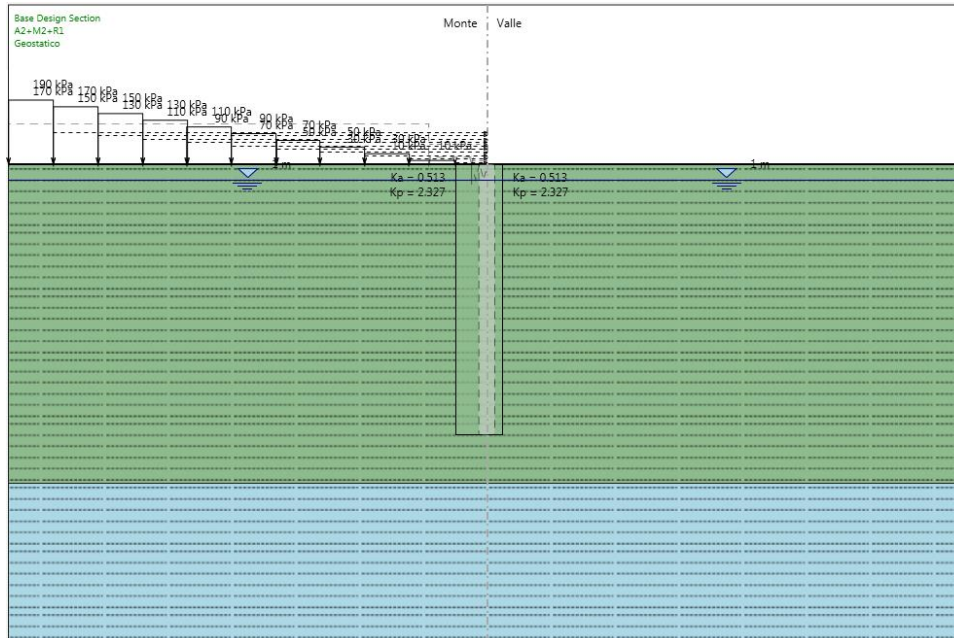


Figura 9.3. Coefficienti di spinta Combinazione A2+M2+R1 (Pila P3)

In sommità della paratia è stata considerata una molla elastica che rappresenta la rigidità fornita dai puntelli metallici di contrasto; in particolare si sono impiegati dei tubolari  $\Phi 323.9$  di spessore pari a 10 mm, lunghezza pari a 9.2 m, interasse 6.6 m e inclinazione di  $45^\circ$ , aventi la seguente rigidità:


$$k = \frac{E_s \cdot A_s}{L \cdot i} \cdot \sin \alpha = \frac{210000000 \cdot 0.009861}{9.20 \cdot 6.60} \cdot \sin 45^\circ = 24115 \frac{kN}{m}$$

## 9.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti:

- *fase 0 – fase geostatica iniziale*
  - tutte le unità geotecniche in condizioni drenate;
  - applicazione sovraccarico pendio naturale;
- *fase 1 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 1000/1.2$  m*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia;
- *fase 2 – scavo a -1 m*
- *fase 3 – installazione puntelli metallici*
- *fase 4 – scavo a -7.0 m*



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b> 													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>30 di 47</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	30 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	30 di 47								

### 9.3 SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (Combinazione SLE rara), per la fase di calcolo 4.

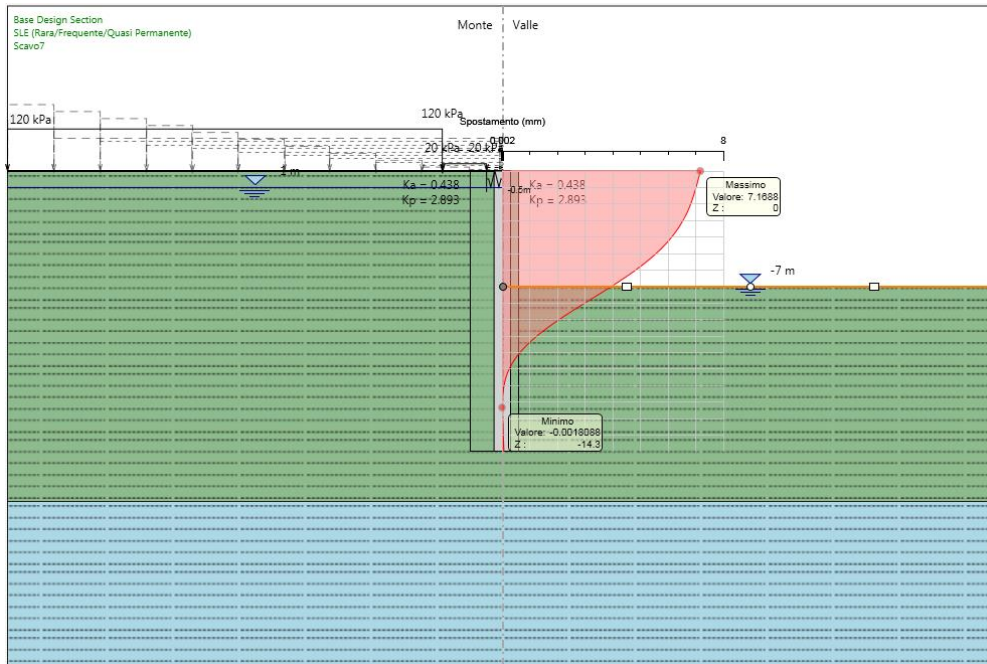


Figura 9.4. P3. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

### 9.4 SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR)







#### 9.4.1 SLU, A1+M1+R1 – Sollecitazioni pali

Nella Tabella 9 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 9.5 e Figura 9.6 sono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di:

- Azione flettente (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);
- Azione tagliante (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);

Fase	M [kNm]	V [kN]
2	1.98	4.43
3	1.98	4.43
4	-467.15	-209.78

Tabella 9: P3. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni massime agenti sul singolo palo

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">COMMESSA</th> <th style="width: 10%;">LOTTO</th> <th style="width: 15%;">CODIFICA</th> <th style="width: 15%;">DOCUMENTO</th> <th style="width: 10%;">REV.</th> <th style="width: 10%;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>31 di 47</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	31 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	31 di 47													

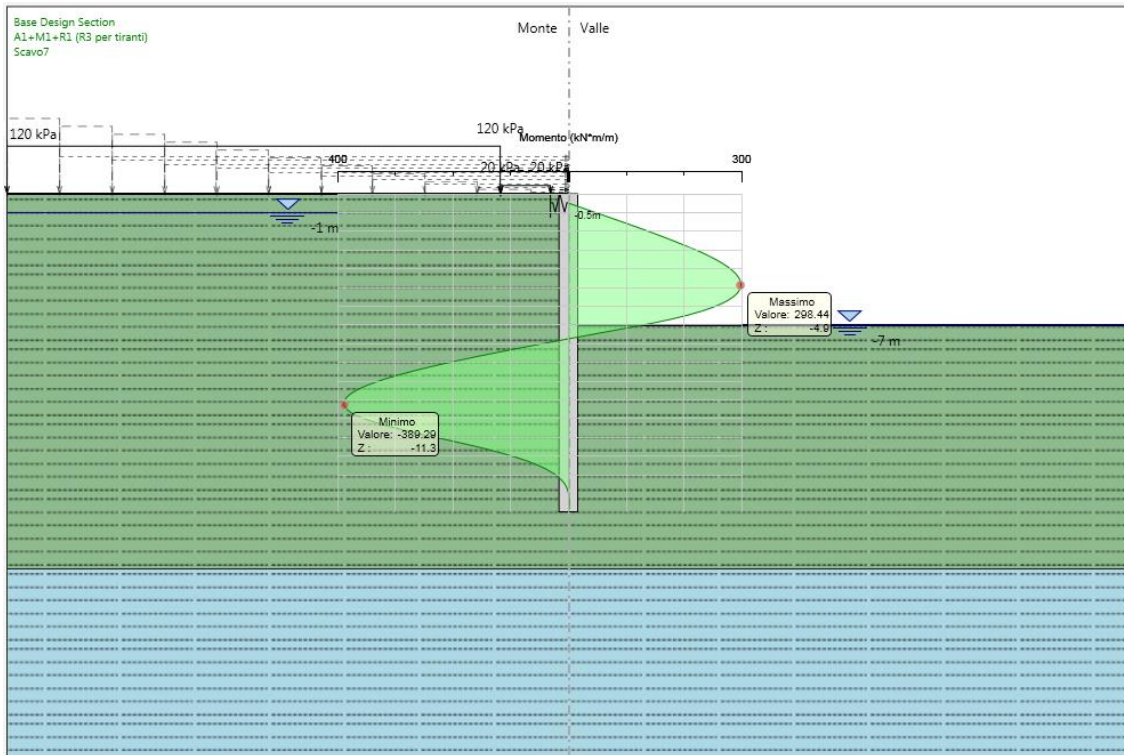


Figura 9.5. P3. Involuppo SLU A1+M1+R1 – Azione flettente al metro lineare

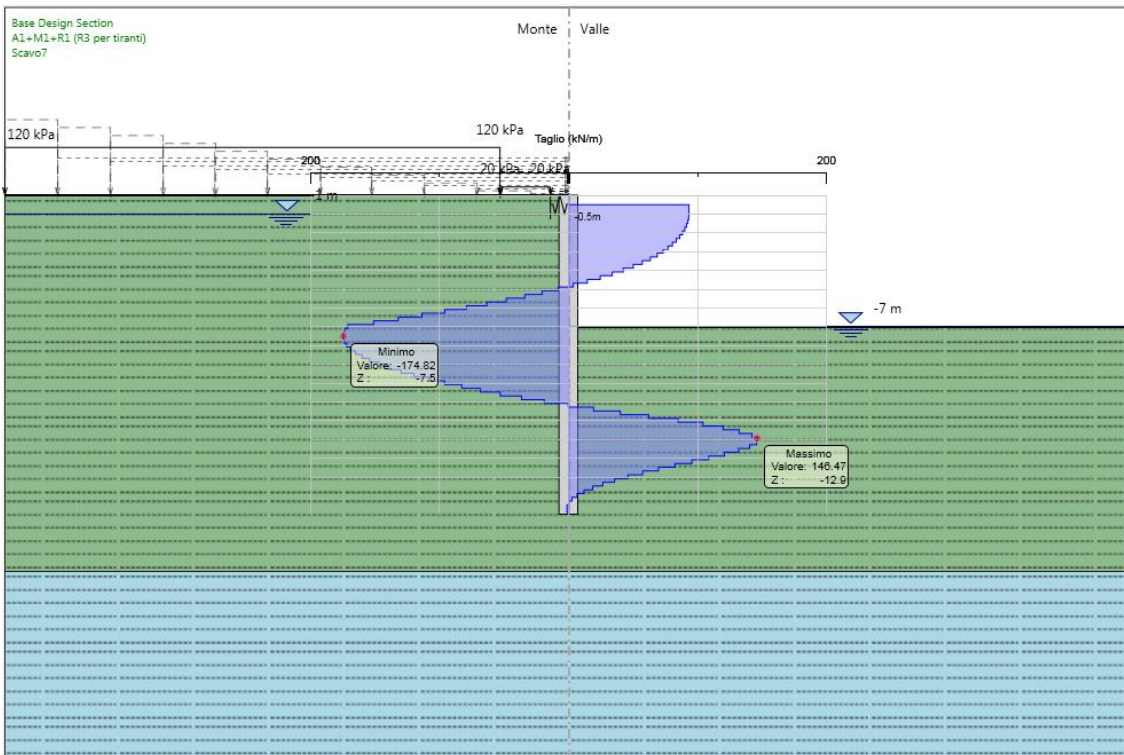







Figura 9.6. P3. Involuppo SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante al metro lineare

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">32 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	32 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	32 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																		

#### 9.4.2 SLU, A1+M1+R1 – Sollecitazioni cordolo sommitale

Nella seguente tabella si riporta:







- i carichi a metro lineare  $q$ , ricavati dal modello ParatiePlus per la fase di calcolo dimensionante;
- le sollecitazioni di taglio e momento agenti sul cordolo sommitale;
- la sollecitazione di sforzo normale agente sul puntello metallico.

<b>q</b>	93.21	kN/m
<b>M<sub>max,appoggio</sub></b>	-393.6	kNm
<b>M<sub>max,mezzeria</sub></b>	285.5	kNm
<b>T<sub>max,appoggio</sub></b>	347.5	kN
<b>N<sub>puntello</sub></b>	467.3	kN

**Tabella 10: P3. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul cordolo sommitale**

Nelle figure seguenti si riporta l'andamento delle sollecitazioni di taglio e momento flettente allo SLU (A1+M1+R1) agenti sul cordolo sommitale.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 33 di 47

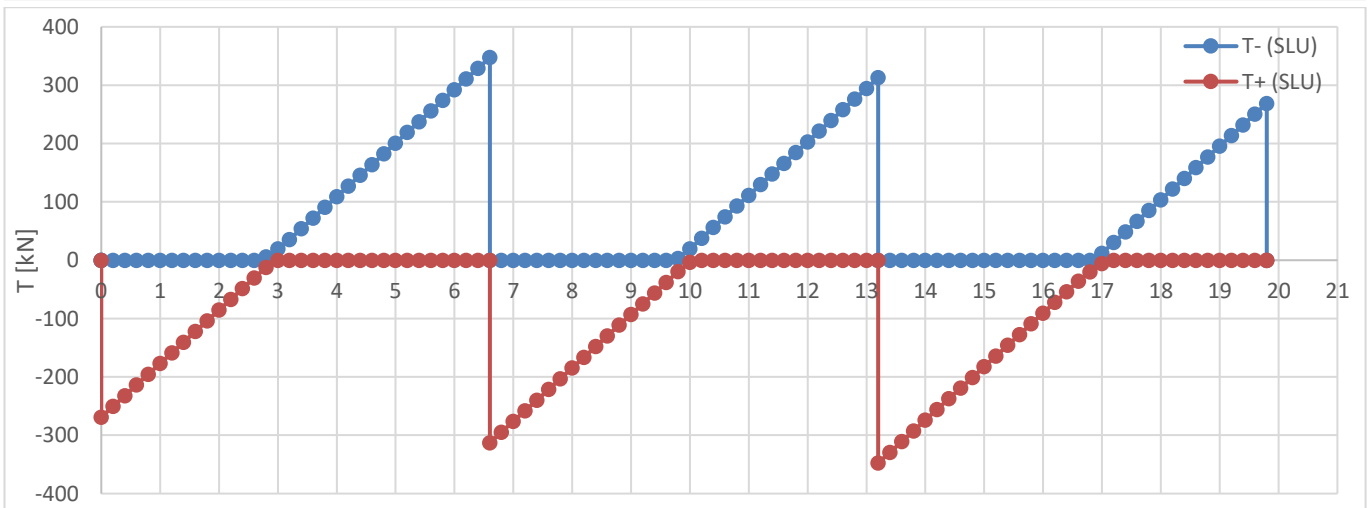
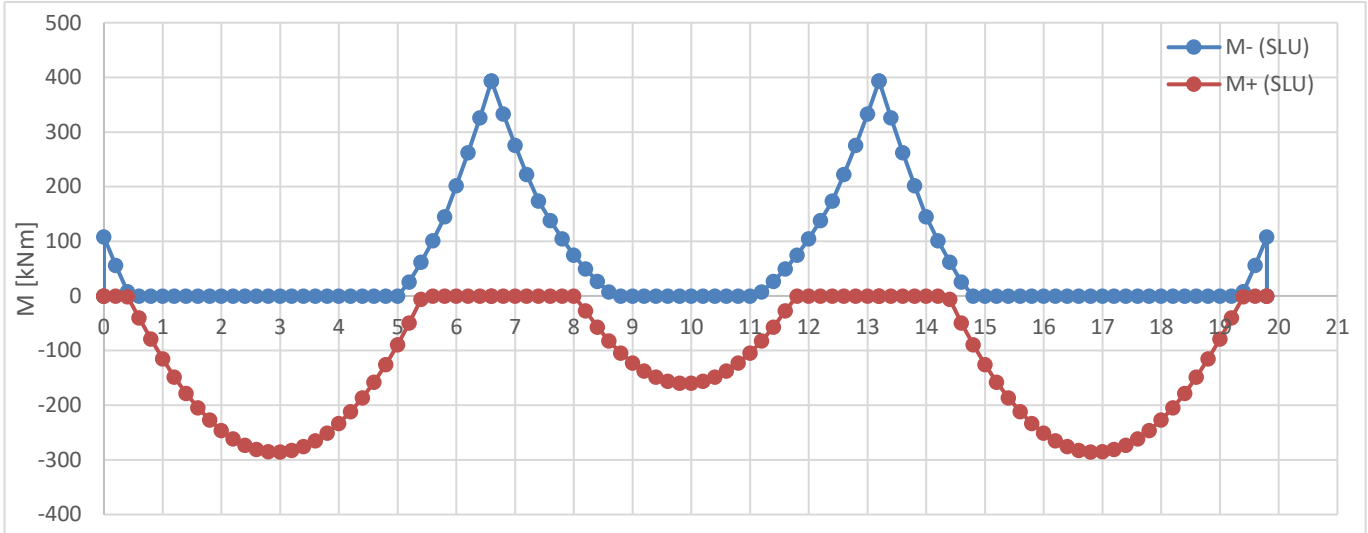


Figura 9.7. P3. SLU A1+M1+R1 – Sollecitazioni agenti sul cordolo sommitale

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B FOGLIO 34 di 47

## 9.5 VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali, del cordolo sommitale e del puntone metallico.

### 9.5.1 Pali

#### Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista, successivamente riportata in Figura 9.8 in termini di momento e taglio resistente della sezione.

	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
<b>GABBIA 1</b>	12.0	10 $\Phi$ 24	Spirale $\Phi$ 8/250mm
<b>GABBIA 2</b>	6.0	10 $\Phi$ 24	Spirale $\Phi$ 8/250mm

Tabella 11: P3. Armatura longitudinale e trasversale

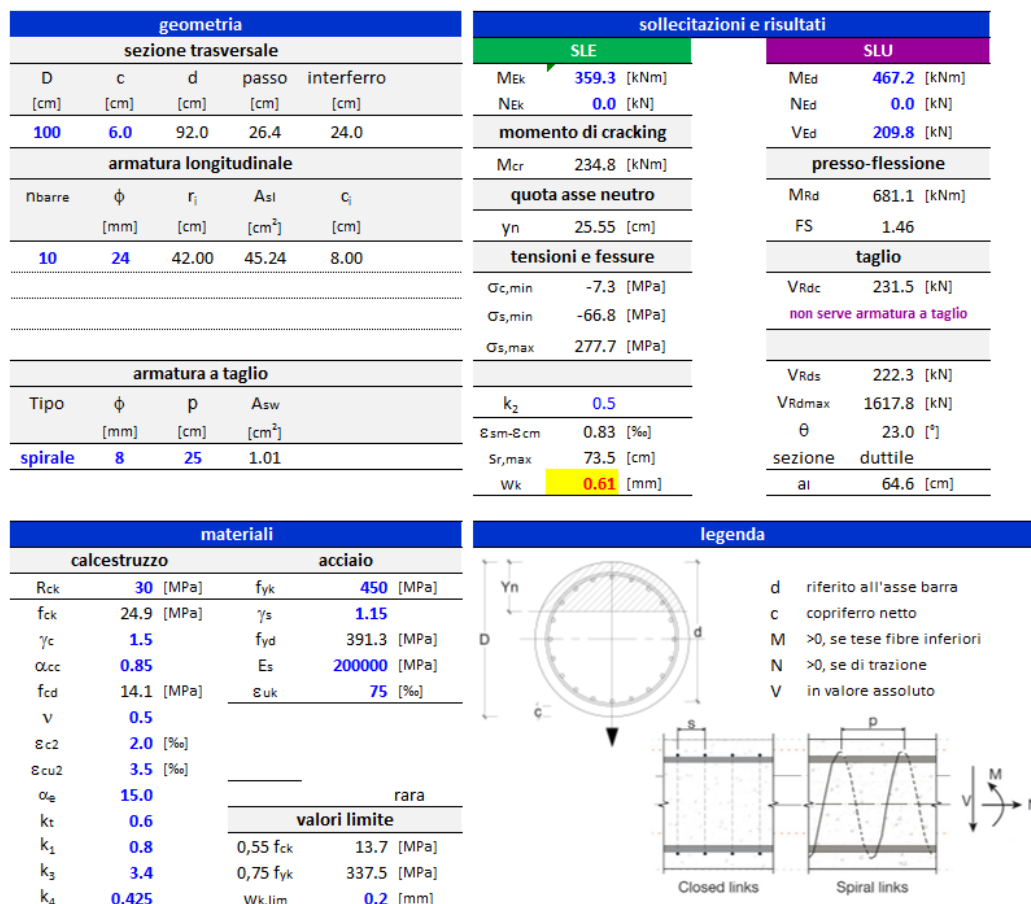


Figura 9.8. P3. Verifica flessionale e tagliante

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 35 di 47
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3						

### 9.5.2 Cordolo sommitale

#### Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista.

Armatura prevista lato terra	Armatura prevista lato scavo	Armatura trasversale
4Φ24	4Φ24	Φ12/300mm

Tabella 12: P3. Armatura longitudinale e trasversale cordolo sommitale

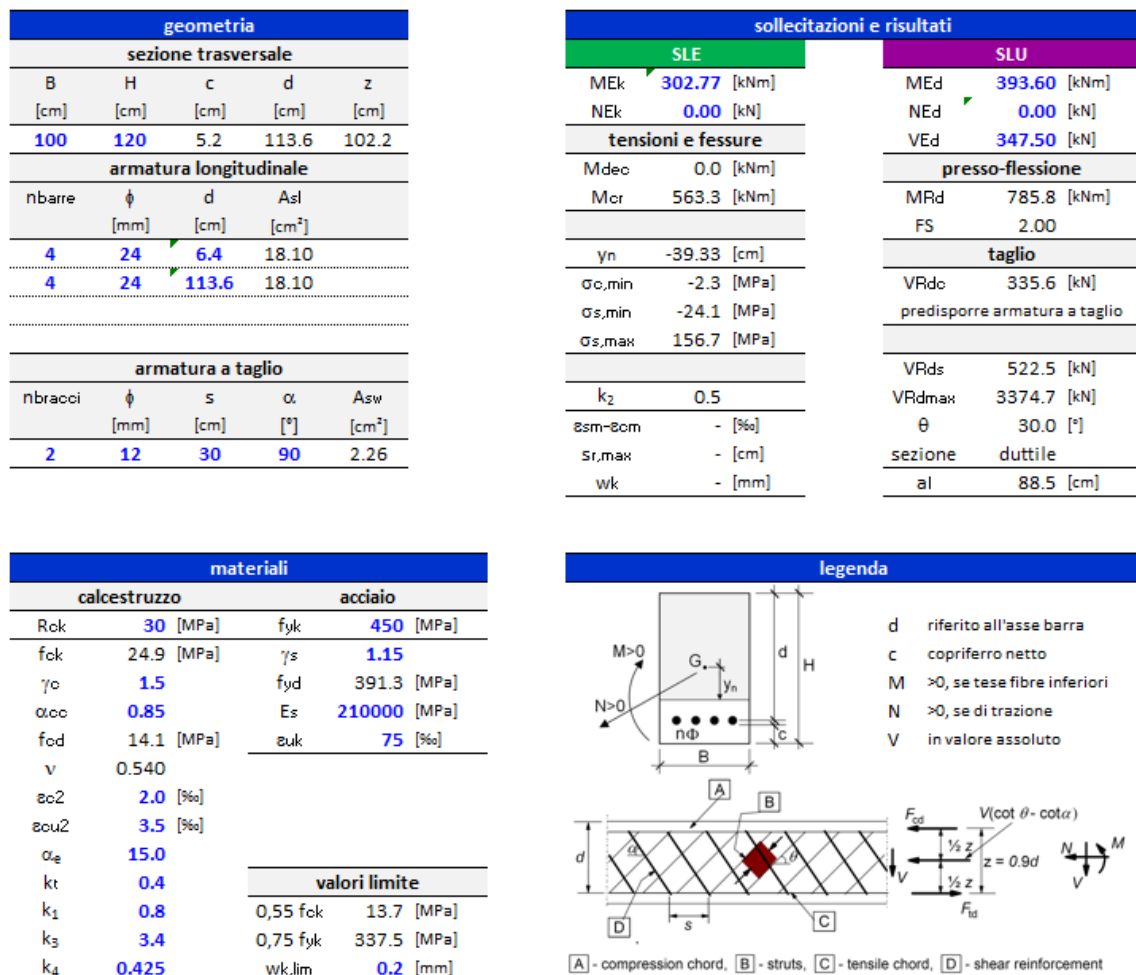




Figura 9.9. P3. Verifica flessionale e tagliante cordolo sommitale

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 36 di 47

### 9.5.3 Puntello metallico

Si riporta nel seguito la verifica di stabilità a presso-flessione del puntello, condotta in accordo con quanto riportato al paragrafo 4.2.4.1.3.2 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta.

#### Caratteristiche dei materiali

tipologia acciaio	S275JR		
sezione formata	a caldo		
tensione di snervamento dell'acciaio	$f_y$	275	[MPa]
modulo di elasticità dell'acciaio	E	210000	[MPa]
coefficiente parziale sulle resistenze	$\gamma_{M0}$	1.05	[-]
coefficiente parziale sulle resistenze all'instabilità	$\gamma_{M1}$	1.10	[-]

#### Geometria del puntone

lunghezza	L	9.2	[m]
diametro esterno	d	323.9	[mm]
spessore	t	10.0	[mm]
area della sezione	A	98.6	[cm <sup>2</sup> ]
momento d'inerzia	I	12158	[cm <sup>4</sup> ]
modulo elastico a flessione	$W_{el}$	751	[cm <sup>3</sup> ]

#### Determinazione della classe della sezione





coefficiente $\varepsilon$	$\varepsilon$	0.92	[-]
coefficiente $\varepsilon^2$	$\varepsilon^2$	0.85	[-]
rapporto larghezza - spessore	d/t	32.4	[-]
classe della sezione		1	

#### Verifica a compressione

sforzo normale massimo dal modello	$N_{Ed}$	467.30	[kN/m]
resistenza a compressione	$N_{c,Rd}$	2583	[kN m]

**Verifica OK**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b>   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 37 di 47

**Verifica all'instabilità dell'asta compressa**

<i>curva di instabilità</i>	a		
<i>coefficiente di imperfezione</i>	$\alpha$	0.21	[-]
<i>carico critico di sbandamento</i>	$N_{cr}$	2977267	[N]
<i>snellezza adimensionale</i>	$\lambda$	0.95	[-]
<i>coefficiente <math>\Phi</math></i>	$\Phi$	1.03	[-]
<i>coefficiente <math>\chi</math></i>	$\chi$	0.70	[-]
<i>resistenza all'instabilità</i>	$N_{b,Rd} =$	1719	[kN]

**Verifica OK**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

**Verifica a pressoflessione**

<i>sforzo normale massimo dal modello</i>	$N_{Ed}$	467.30	[kN/m]
<i>resistenza a compressione</i>	$N_{pl,Rd}$	2583	[kN m]
<i>coefficiente riduttivo</i>	$1-n$	0.82	[-]
<i>momento flettente massimo</i>	$M_{Ed}$	8.19	[kNm]
<i>momento plastico resistente</i>	$M_{pl,Rd}$	258.15	[kNm]

**Verifica OK**

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}(1-n)} \leq 1$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0202 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>38 di 47</b>

## 9.6 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO

### 9.6.1 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale dell'opera provvisoria deve essere condotta in accordo all'approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R2). Data l'elevata coesione non drenata della formazione di substrato in cui i pali si immorsano la stabilità è palesemente soddisfatta.

### 9.6.2 Verifica delle spinte a valle della paratia

La verifica delle spinte a valle della paratia è condotta in accordo all'approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R1). Nella seguente figura si mostrano la risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi all'ultima fase di calcolo (Fase 4), in particolare deve risultare che la spinta mobilitata a valle (Spinta reale efficace), moltiplicata per il coefficiente  $\gamma_F = 1.0$ , sia inferiore alla resistenza del terreno (Massima spinta ammissibile) corrispondente alla spinta passiva divisa per il coefficiente di resistenza  $\gamma_R = 1.0$ .

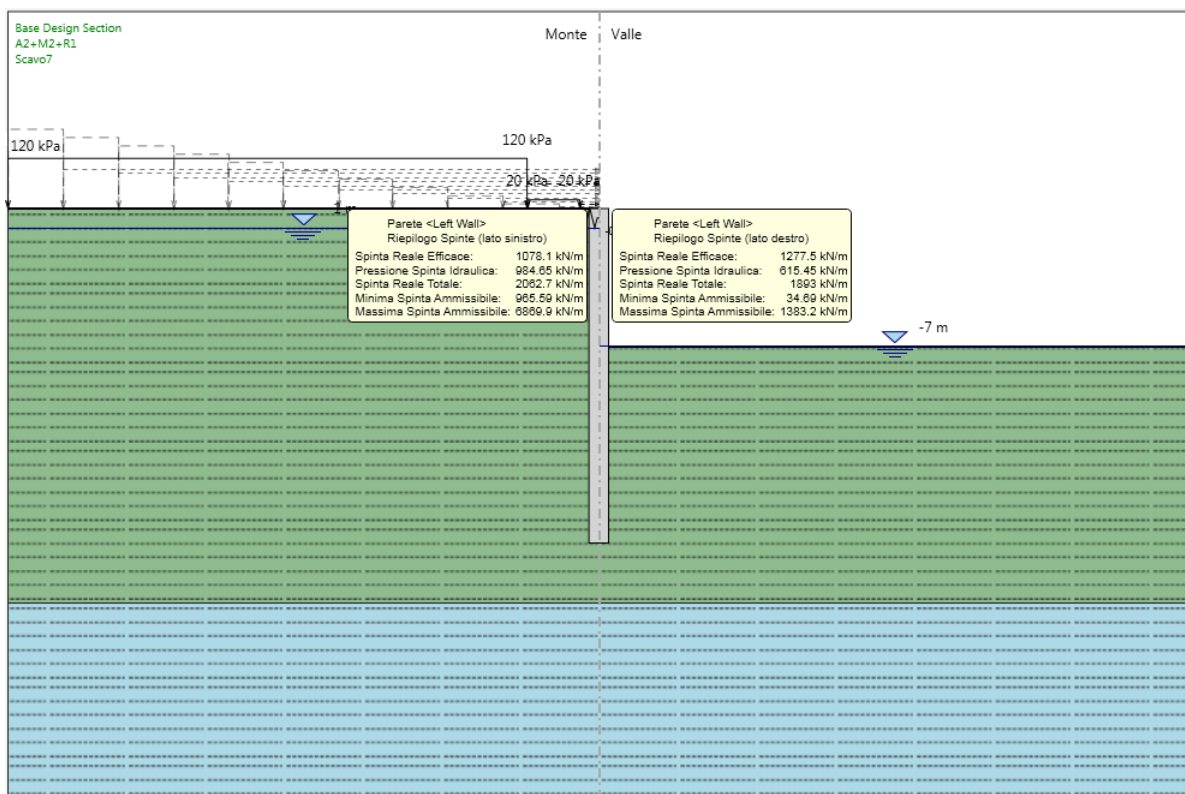



Figura 9.10. P3. Riepiogo delle spinte

Spinta reale efficace = 1277.5 kN/m

Massima spinta ammissibile = 1383.2 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 93%.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>39 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	39 di 47													

## 10 VERIFICA DI STABILITÀ MURO IN GABBIONI A MONTE DELLA PILA 3

Il muro in gabbioni a monte della Pila 3 serve per realizzare il piano di lavoro provvisorio da cui eseguire le fondazioni della Pila 4 e, al termine dei lavori, è utilizzato quale sostegno definitivo del ritombamento della fondazione stessa. La distanza tra il muro in gabbioni e il pozzo della pila 4 è di circa 8 m, ciò che contribuisce a limitare le superfici di potenziale scivolamento che potrebbero coinvolgere la gabbionata. Tale effetto è stato tenuto conto nell'analisi di stabilità globale, andando a limitare la ricerca delle superfici di scivolamento nel tratto di rilevato compreso tra l'allineamento dei gabbioni e l'allineamento delle paratie costituenti il pozzo.

Le verifiche sono state implementate mediante 3 distinti modelli che servono per tenere conto dei diversi coefficienti sulle azioni, sui parametri e sulle resistenze, in accordo con le prescrizioni di norma. Lo schema utilizzato è il seguente:

- Modello 1 - Approccio 1 combinazione 2 (A2 M2 R2):
  - o Ribaltamento (con sisma): il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.1$
  - o Stabilità globale (con sisma) il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.1$
- Modello 2 - Approccio 2 (A1 M1 R3): condizioni statiche
  - o Scorrimento: il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.1 \cdot 1.3$  (1.43)
  - o Capacità portante: il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.4 \cdot 1.3$  (1.82)
- Modello 3 - Approccio 2 (A1 M1 R3): condizioni sismiche
  - o Scorrimento: il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.1$
  - o Capacità portante: il fattore di sicurezza  $F_s$  deve risultare  $\geq 1.4$

Alle verifiche di cui sopra si aggiungono quelle di stabilità interna dei vari strati di gabbioni (scorrimento, ribaltamento e schiacciamento) che sono svolte con riferimento alla condizione peggiore, ovvero con Approccio 1 combinazione 2.

I parametri di riferimento per l'azione sismica sono riassunti nella tabella seguente:

	Accelerazione di riferimento $a_g/g$	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito $a_{max}/g$
<b>Pile sul versante e spalle</b>	0.381	C	T2 (h/H=25)	75	III	<b>0.471</b>

**Tabella 132: Parametri sismici.**

L'analisi in condizioni sismiche è eseguita mediante il metodo pseudostatico: l'azione sismica viene rappresentata da una azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale alle masse coinvolte e simulata da una accelerazione orizzontale e verticale aggiuntiva a quella di gravità.


Le componenti orizzontali  $a_h$  e verticali  $a_v$  possono essere legate all'accelerazione di picco  $a_{max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \times g$$

$$a_v = k_v \times g$$

dove  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $k_h$  e  $k_v$  sono i coefficienti sismici in direzione orizzontale e verticale.

Per i muri di sostegno il paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC08 indica che il calcolo dei coefficienti sismici può essere fatto tramite le seguenti relazioni:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 40 di 47

$$k_h = \beta_m \times a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

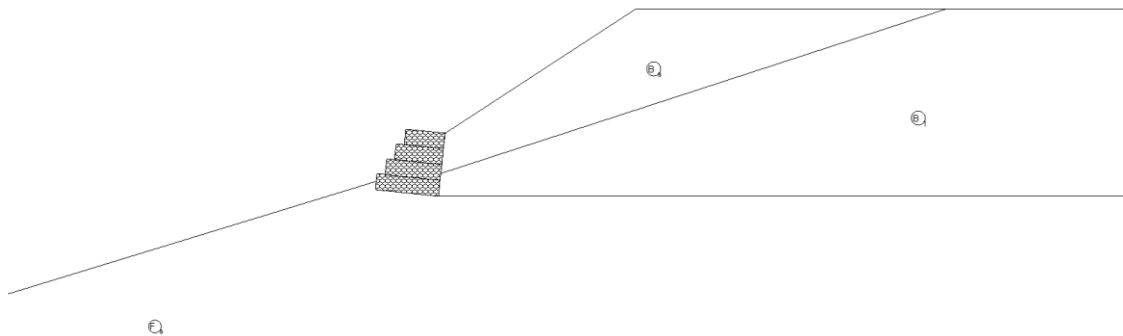
Per il problema in esame si è assunto un  $\beta_m$  pari a 0.38.

Sono riportati i coefficienti sismici assunti nelle analisi.

	$a_g/g$	$k_h$	$k_v$
<b>Gabbioni</b>	$\alpha = 1 \quad \beta = 0.38$	0.179	0.0895

Tabella 13: Coefficienti sismici

I modelli di calcolo sono stati realizzati utilizzando il software GawacWin 2003. Di seguito si riporta il modello geometrico utilizzato per i vari casi investigati.



## 10.1 MODELLO 1

Il modello 1 ha le seguenti caratteristiche:




### Terrapieno

Inclinazione del tratto 1	: 33,00 deg
Lunghezza del tratto 1	: 12,00 m
Inclinazione del tratto 2	: 0,00 deg
Peso specifico	: 19,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	: 32,00 deg
Coesione	: 0,00 kN/m <sup>2</sup>

### Aggiungi strato

Corso	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
1	1,00	18,00	22,00	40,00	23,04



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 41 di 47

## Muro

Inclinazione muro	: 6,00 deg	Strato	Lunghezza	Altezza	Distanza
†Peso specifico pietrame	: 24,00 kN/m <sup>3</sup>		m	m	m
Porosità dei gabbioni	: 30,00 %	1	4,00	1,00	-
Geotessile nel terrapieno	: No	2	3,50	1,00	0,50
Riduzione attrito	: %	3	3,00	1,00	1,00
Geotessile sulla base	: No	4	2,50	1,00	1,50
Riduzione attrito	: %				
Maglia, diam. filo	8x10, ø 3.0 mm CD				

## Fondazione

Superficie superiore	: 0,50 m
Lunghezza iniziale superficie sup.	: 0,00 m
Angolo inclinazione superficie sup.	: 17,00 deg
Peso specifico	: 22,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	: 23,04 deg
Coesione	: 40,00 kN/m <sup>2</sup>
Massima pressione amm.	: kN/m <sup>2</sup>
Altezza livello acqua	: m

### 10.1.1 Ribaltamento

Momento ribaltante	: 79,16 kN/m x m
Momento stabilizzante	: 541,33 kN/m x m

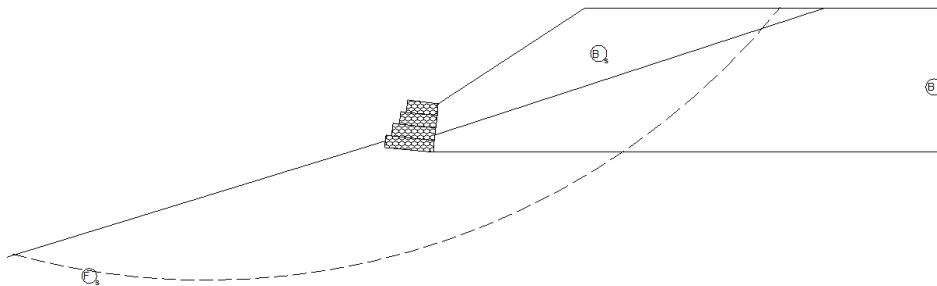
**Coeff. di sicurezza al ribaltamento** : **6,84**




Il fattore di sicurezza risulta verificato in quanto superiore a 1.1.

### 10.1.2 Stabilità globale

Di seguito si riporta la verifica della stabilità globale

Nell'immagine seguente si è eseguita la ricerca della superficie di scivolamento automatica.

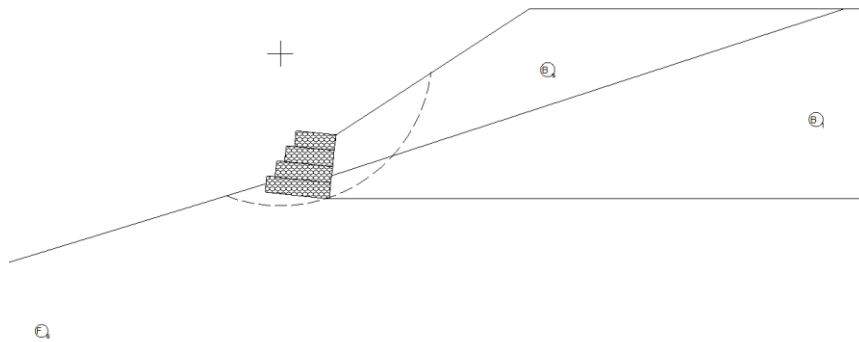


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>42 di 47</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	42 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	42 di 47												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																	

Superficie critica di scivolamento  
 Centro, coordinata X = -14,47m  
 Centro, coordinata Y = 49,56m  
 Raggio = 60,47m

Coeff. di sicurezza globale  
 $F_s = 1,41$



Nell'immagine seguente si è limitata la superficie di scivolamento alla distanza dal muro in gabbioni alla quale è posto il pozzo di fondazione della P4.



Superficie critica di scivolamento  
 Centro, coordinata X = 0,95m  
 Centro, coordinata Y = 8,57m  
 Raggio = 9,48m

Coeff. di sicurezza globale  
 $F_s = 2,24$

Le verifiche sono in ogni caso soddisfatte essendo il  $F_s$  sempre superiori a 1.1.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>43 di 47</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	43 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	43 di 47													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																		

### 10.1.3 Analisi stabilità interna

Strato 1

Altezza: 2,98m

Forza normale: 147,34kN/m  
 Forza tang.: 22,68kN/m  
 Momento tot.: 270,27kN/m x m

Pressione max. amm.: 40,16kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 545,79kN/m<sup>2</sup>  
 Massima tensione tang.: 6,48kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 53,15kN/m<sup>2</sup>

Strato 2

Altezza: 1,99m

Forza normale: 216,45kN/m  
 Forza tang.: 216,16kN/m  
 Momento tot.: 316,35kN/m x m


Pressione max. amm.: 74,05kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 545,79kN/m<sup>2</sup>  
 Massima tensione tang.: 72,05kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 72,53kN/m<sup>2</sup>

Strato 3

Altezza: 0,99m

Forza normale: 126,63kN/m  
 Forza tang.: 143,45kN/m  
 Momento tot.: 153,63kN/m x m

Pressione max. amm.: 52,18kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 545,79kN/m<sup>2</sup>  
 Massima tensione tang.: 57,38kN/m<sup>2</sup>  
 Ammissibile: 58,66kN/m<sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 44 di 47

## 10.2 MODELLO 2

### Muro

Inclinazione muro	: 6,00 deg	Strato	Lunghezza	Altezza	Distanza
Peso specifico pietrame	: 24,00 kN/m <sup>3</sup>		m	m	m
Porosità dei gabbioni	: 30,00 %	1	4,00	1,00	-
Geotessile nel terrapieno	: No	2	3,50	1,00	0,50
Riduzione attrito	: %	3	3,00	1,00	1,00
Geotessile sulla base	: No	4	2,50	1,00	1,50
Riduzione attrito	: %				
Maglia, diam. filo	8x10, ø 3.0 mm CD				

### Terrapieno

Inclinazione del tratto 1	: 33,00 deg
Lunghezza del tratto 1	: 12,00 m
Inclinazione del tratto 2	: 0,00 deg
Peso specifico	: 19,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	: 38,00 deg
Coesione	: 0,00 kN/m <sup>2</sup>

#### Aggiungi strato

Corso	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
1	1,00	18,00	22,00	50,00	28,00

### Fondazione

Superficie superiore	: 0,50 m
Lunghezza iniziale superficie sup.	: 0,00 m
Angolo inclinazione superficie sup.	: 17,00 deg
Peso specifico	: 22,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	: 28,00 deg
Coesione	: 50,00 kN/m <sup>2</sup>
Massima pressione amm.	: kN/m <sup>2</sup>
Altezza livello acqua	: m

#### 10.2.1 Verifica scorrimento

Forza normale alla base	: 189,49 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	: 2,77 m
Punto applicazione riferito asse Y	: -0,29 m
Forza tang. alla base	: -94,44 kN/m
Forza resistente alla base	: 294,28 kN/m

**Coeff. di sicurezza allo scorrimento** : **42,14**

La verifica risulta chiaramente soddisfatta

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>SOJL</b> Mandanti <b>NET ENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0202 001</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>45 di 47</b>	

### 10.2.2 Verifica capacità portante

Eccentricità	:	-0,78 m
Pressione estremo di valle	:	49,75 kN/m <sup>2</sup>
Pressione estremo di monte	:	0,00 kN/m <sup>2</sup>
Max. pressione ammissibile alla base	:	689,82 kN/m <sup>2</sup>

### 10.3 MODELLO 3

#### Muro

Inclinazione muro	:	6,00 deg			
Peso specifico pietrame	:	24,00 kN/m <sup>3</sup>	Strato	Lunghezza	Altezza
Porosità dei gabbioni	:	30,00 %		m	m
Geotessile nel terrapieno	:	No	1	4,00	1,00
Riduzione attrito	:	%	2	3,50	1,00
Geotessile sulla base	:	No	3	3,00	1,00
Riduzione attrito	:	%	4	2,50	1,00
Maglia, diam. filo	:	8x10, ø 3.0 mm CD			Distanza
					m

#### Terrapieno






Inclinazione del tratto 1	:	33,00 deg
Lunghezza del tratto 1	:	12,00 m
Inclinazione del tratto 2	:	0,00 deg
Peso specifico	:	19,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	:	38,00 deg
Coesione	:	0,00 kN/m <sup>2</sup>

#### Aggiungi strato

Corso	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
1	1,00	18,00	22,00	50,00	28,00

#### Fondazione

Superficie superiore	:	0,50 m
Lunghezza iniziale superficie sup.	:	0,00 m
Angolo inclinazione superficie sup.	:	17,00 deg
Peso specifico	:	22,00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo attrito	:	28,00 deg
Coesione	:	50,00 kN/m <sup>2</sup>
Massima pressione amm.	:	kN/m <sup>2</sup>
Altezza livello acqua	:	m

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0202 001</td> <td>B</td> <td>46 di 47</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	46 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	VI0202 001	B	46 di 47												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2 E P3</b>																	




### 10.3.1 Verifica scorrimento

Forza normale alla base	: 188,16 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	: 2,73 m
Punto applicazione riferito asse Y	: -0,29 m
Forza tang. alla base	: -90,08 kN/m
Forza resistente alla base	: 293,57 kN/m
<b>Coeff. di sicurezza allo scorrimento</b>	<b>: 27,09</b>

La verifica risulta chiaramente soddisfatta

### 10.3.2 Verifica capacità portante

Eccentricità	: -0,75 m
Pressione estremo di valle	: 50,06 kN/m <sup>2</sup>
Pressione estremo di monte	: 0,00 kN/m <sup>2</sup>
Max. pressione ammissibile alla base	: 685,40 kN/m <sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE P2</b> <b>E P3</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0202 001	REV. B	FOGLIO 47 di 47

## 11 CALCOLO INCIDENZE DI ARMATURA

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di incidenza delle armature delle opere di sostegno provvisionali.

<b>TABELLA FERRI</b> ARMATURA PALI TIPO 1 - L=20,00 m (Quantità riferite ad un singolo palo)					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
8	26	1200	4.168	9600	400
8	26	1050	4.168	8400	350
8	26	550	4.168	4400	183
8	26	500	4.168	4000	167
183	8	277	0.395	50691	200
13	20	255	2.466	3315	82
<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>					1382
<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>					15.7
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>					100.0

<b>TABELLA FERRI</b> ARMATURA PALI TIPO 2 - L=16,00 m (Quantità riferite ad un singolo palo)					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
10	24	1200	3.551	12000	426
10	24	600	3.551	6000	213
61	8	277	0.395	16897	67
11	40	255	9.864	2805	277

<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>	983
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>	100.0