

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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

VI01 – VIADOTTO UFITA HIRPINIA DA KM 1+766 A KM 2+421

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE

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:

IF28	01	E	ZZ	CL	VI0102	000	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G.Gianni	28/03/2020	L.Zanelotti	28/03/2020	M.Vernaleone	28/03/2020	P.Galvanin    10/06/2020
B	Recepimento istruttoria	G.Gianni	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 E SPALLE</b>	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> VI0102 000	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 78

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....</b>	<b>14</b>
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	14
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	14
2.3	SOFTWARE .....	14
2.4	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	15
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>16</b>
3.1	ACCIAIO.....	16
3.1.1	ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A. ....	16
3.1.2	PROFILATI E PIASTRE METALLICHE.....	16
3.2	CALCESTRUZZO.....	16
3.2.1	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO .....	16
3.2.2	CALCESTRUZZO PALI, DIAFRAMMI DI FONDAZIONE, CORDOLI E OPERE PROVVISORIALI .....	16
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONI DI CALCOLO.....</b>	<b>17</b>
4.1	SEZIONI DI CALCOLO .....	17
<b>5</b>	<b>ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO.....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>22</b>
6.1	VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) .....	22
6.1.1	APPROCCIO PROGETTUALE .....	23
6.2	VERIFICHE AGLI SLE .....	23
<b>7</b>	<b>CARICHI E AZIONI.....</b>	<b>24</b>
7.1	SOVRACCARICHI E CARICHI VARIABILI.....	24
7.2	AZIONE SISMICA .....	24
7.3	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	24
<b>8</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE DI SCAVALCO.....</b>	<b>25</b>
8.1	PILA 13 (PK 2+111.00) .....	25
8.1.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI.....	25
8.1.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	28
8.1.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI.....	28
8.1.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	29
8.1.5	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	32

<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"> <tr> <td data-bbox="719 293 847 374">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="847 293 959 374">LOTTO 01</td> <td data-bbox="959 293 1086 374">CODIFICA E ZZ CL</td> <td data-bbox="1086 293 1246 374">DOCUMENTO VI0102 000</td> <td data-bbox="1246 293 1358 374">REV. B</td> <td data-bbox="1358 293 1481 374">FOGLIO 3 di 78</td> </tr> </table>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 3 di 78							

8.1.6	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	34
8.2	PILA P14 (PK 2+176.00).....	35
8.2.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	35
8.2.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	38
8.2.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI.....	38
8.2.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	39
8.2.5	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	42
8.2.6	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	46
9	SEZIONI DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE IMPALCATO IN C.A.P. ...	47
9.1	PILA P3 (PK 1+841.00).....	47
9.1.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	47
9.1.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	49
9.1.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI.....	49
9.1.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	50
9.2	PILA P7 (PK 1+941.00).....	51
9.2.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	52
9.2.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	53
9.2.3	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	54
9.3	PILA P22 (PK 2+371.00).....	56
9.3.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	56
9.3.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	58
9.3.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI.....	58
9.3.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	59
9.4	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	61
9.5	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	63
9.5.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	63
9.5.2	VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....	63
10	SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELL'OPERA DI PROTEZIONE SPONDALE (PK 2+111.00).....	65
10.1	DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....	66
10.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....	68
10.3	SINTESI RISULTATI ALLO SLE – SPOSTAMENTI .....	68
10.4	SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....	69
10.5	VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR .....	70
10.5.1	PALI .....	70
10.5.2	MURO IN CA.....	71
10.6	VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO .....	73
10.6.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	73

<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"> <tr> <td data-bbox="724 293 858 378">           COMMESSA IF28         </td> <td data-bbox="858 293 959 378">           LOTTO 01         </td> <td data-bbox="959 293 1114 378">           CODIFICA E ZZ CL         </td> <td data-bbox="1114 293 1278 378">           DOCUMENTO VI0102 000         </td> <td data-bbox="1278 293 1369 378">           REV. B         </td> <td data-bbox="1369 293 1481 378">           FOGLIO 4 di 78         </td> </tr> </table>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 4 di 78							

10.6.2 VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....	73
10.7 VERIFICA DUNA ARGINALE PROVVISORIA.....	74
11 INCIDENZE .....	76

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> 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: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE							COMMESSA IF28

## 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 (P13 e P14) e pre-scavalco del Viadotto VI01 nell'ambito della progettazione esecutiva del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice-Orsara (itinerario Napoli-Bari).

Il Viadotto Ufita Hirpinia – VI01, a doppio binario, si estende dal km 1+766,00 al km 2+410,00 per uno sviluppo complessivo di 655 m in corrispondenza del Torrente Ufita. Per la realizzazione delle fondazioni, con riferimento ai livelli idrici previsti durante le fasi di cantiere, si è reso necessario prevedere scavi confinati da paratie di pali (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.

Rispetto a quanto previsto nel Progetto Definitivo, la ricostruzione di dettaglio della stratigrafia dei primi metri di terreno al di sopra delle Molasse di Anzano ha consentito una ottimizzazione delle opere previste in termini di lunghezza dei trattamenti colonnari in jet grouting: esse sono state eliminate nei casi in cui la profondità dello scavo e/o la posizione dello strato impermeabile siano tali da far ritenere minima la quantità di acqua sul fondo scavo. In ogni caso lo scavo delle fondazioni sarà eseguito sotto monitoraggio della quota di falda al fine di verificare la correttezza delle ipotesi di progetto. In caso di livelli di falda decisamente superiori al fondo scavo, saranno preventivamente eseguiti interventi di impermeabilizzazione a tergo pali.

Nelle successive figure si riportano gli inquadramenti generali relativi al Viadotto VI01 con viste in pianta e in sezione delle opere provvisorie in oggetto.

In sede di sviluppo del Progetto Esecutivo, per l'approntamento del piano di lavoro in corrispondenza delle campate di scavalco dell'Ufita si è dovuto tenere conto delle esigenze di cantierizzazione e varo degli impalcati, nonché della pista di collegamento tra il campo base CB01 e l'imbocco Grottaminarda/Bari, con creazione del relativo ponte provvisorio (tipo Bailey o similare – vedi Figura 1.4), posto in corrispondenza delle pile di scavalco. Le fasi costruttive ed i dettagli di cantierizzazione in alveo sono meglio descritti negli elaborati relativi alla cantierizzazione.

Per realizzare il ponte e, soprattutto, per creare un unico collegamento tra il campo base CB01 ed il cantiere Grottaminarda, le piazzole di lavoro sopraelevate sono state eliminate.

In corrispondenza dell'alveo dell'Ufita la livelletta della pista di cantiere si innalza per consentire il posizionamento di un ponte provvisorio parallelo alla campata di scavalco e di un rilevato/muro di contenimento, anch'esso provvisorio, in sponda destra, tutto intorno alle aree di lavoro, in modo da proteggere dette aree durante le fasi di realizzazione delle pile P12 e P13. Il muro provvisorio permette di limitare/evitare occupazioni della sezione di alveo e quindi consentire il deflusso delle acque, anche per tempi di ritorno superiori a  $T_r = 5$  anni.

Sulla sponda opposta, al contrario, le analisi idrauliche hanno mostrato la possibilità di eliminare elementi di protezione poiché i livelli idrici con  $T_r = 5$  anni risultano inferiori alle quote esistenti della sponda.

Considerate le verifiche e le analisi descritte in precedenza, durante l'esecuzione del Viadotto anzidetto, si potrà prevedere la realizzazione contemporanea delle pile di scavalco P13 e P14 del Torrente Ufita, direttamente dal piano di lavoro/piano campagna attuale: ciò ha permesso allo stesso tempo di ottimizzare la lunghezza ed il diametro dei pali che può essere realizzato con trivella da 800 mm di diametro.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva con tutte le caratteristiche principali delle tipologie di opere provvisorie previste per la realizzazione delle diverse pile del viadotto.

Nella colonna *Modello di riferimento* è riportato, per ogni pila, il corrispondente modello di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle opere, accertata l'analogia delle varie condizioni di carico, idrauliche e stratigrafiche. Per quanto riguarda le Pile ordinarie P3, P7, e P22, sono state calcolate le sollecitazioni per tutte e tre le differenti tipologie mentre il dimensionamento è stato effettuato considerando l'involuppo delle sollecitazioni ottenute nei tre

<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 E SPALLE</b>	

casi che si presentano molto simili tra loro, a differenza di quanto accade per le pile di scavalco P13 e P14 che presentano condizioni di scavo e di vincolo differenti.

Da ultimo sono riportate le verifiche per l'opera di difesa spondale necessaria per proteggere le aree di lavoro in caso di esondazione per livelli di piena superiori a  $Tr=15$  (pali diametro 800mm interasse 1800mm).

Tabella VI01										
PILA	Dimensioni pianta scavo	Tipologia di scavo	Lunghezza pali	diametro pali	Spaziatura pali	Profondità scavo da pc	Quota falda	Puntelli primo ordine	Profondità Molasse di Anzano dal pc	Modello di riferimento
SPA	13x17.5	cielo aperto	-	-	-	-	322.57	-	5.56	-
P1	13x13	cielo aperto	-	-	-	-	323.05	-	5.48	-
P2	13x13	cielo aperto	-	-	-	-	322.65	-	4.17	-
P3	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.57	319.07	-	3.8	Inviluppo P3-P7-P22
P4	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.43	318.85	-	2.9	Inviluppo P3-P7-P22
P5	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.4	318.73	-	3.38	Inviluppo P3-P7-P22
P6	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.66	319.91	-	4.95	Inviluppo P3-P7-P22
P7	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.97	321.13	-	6.78	Inviluppo P3-P7-P22
P8	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.74	320.82	-	7.04	Inviluppo P3-P7-P22
P9	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.84	318.83	-	6.18	Inviluppo P3-P7-P22
P10	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.89	318.29	-	4.76	Inviluppo P3-P7-P22
P11	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.41	318.23	-	4.79	Inviluppo P3-P7-P22
P12	11.4x19.9	tra pali	11	800	1.1	3.73	316.19	-	2.93	Inviluppo P3-P7-P22
P13	16.7x19.9	tra pali	11	800	1.1	5.13	316.54	-	4.18	P13
P14	16.7x19.9	tra pali	11	800	1.1	6.96	318.06	4 puntelli metallici ( $\phi 323.9$ mm $s=10$ mm) disposti a 45°	4.37	P14
P15	11.4x19.9	tra pali	11	800	1.1	4.25	317.87	-	4.2	Inviluppo P3-P7-P22
P16	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.97	318.11	-	4.48	Inviluppo P3-P7-P22
P17	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.09	318.48	-	4.84	Inviluppo P3-P7-P22
P18	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.74	318.38	-	4.64	Inviluppo P3-P7-P22
P19	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.66	318.55	-	4.8	Inviluppo P3-P7-P22
P20	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.43	318.57	-	4.7	Inviluppo P3-P7-P22
P21	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	3.41	318.31	-	4.48	Inviluppo P3-P7-P22
P22	12.2x12.2	tra pali	11	800	1.1	4.1	318.75	-	4.92	Inviluppo P3-P7-P22
SPB	12.2x21.2	tra pali	11	800	1.1	3.24	319.6	-	5.67	Inviluppo P3-P7-P22
Difesa spondale	-	tra pali	10	800	1.8	5.13	316.54	-	4.18	Difesa spondale

Tabella 1.1 Tabella riassuntiva VI01

I rilevati, il ponte e tutte le altre opere provvisionali saranno rimossi/demoliti, dopo l'ultimazione del viadotto stesso.

Le aree di cantiere dovranno essere liberate da mezzi e operatori per livelli di piena superiore a  $Tr=15$ , in accordo con le procedure operative descritte nell'apposito piano di sicurezza.

**APPALTATORE:**  
 Consorzio **HirpiniaAV** Soci **salini impregilo** **ASTALDI**

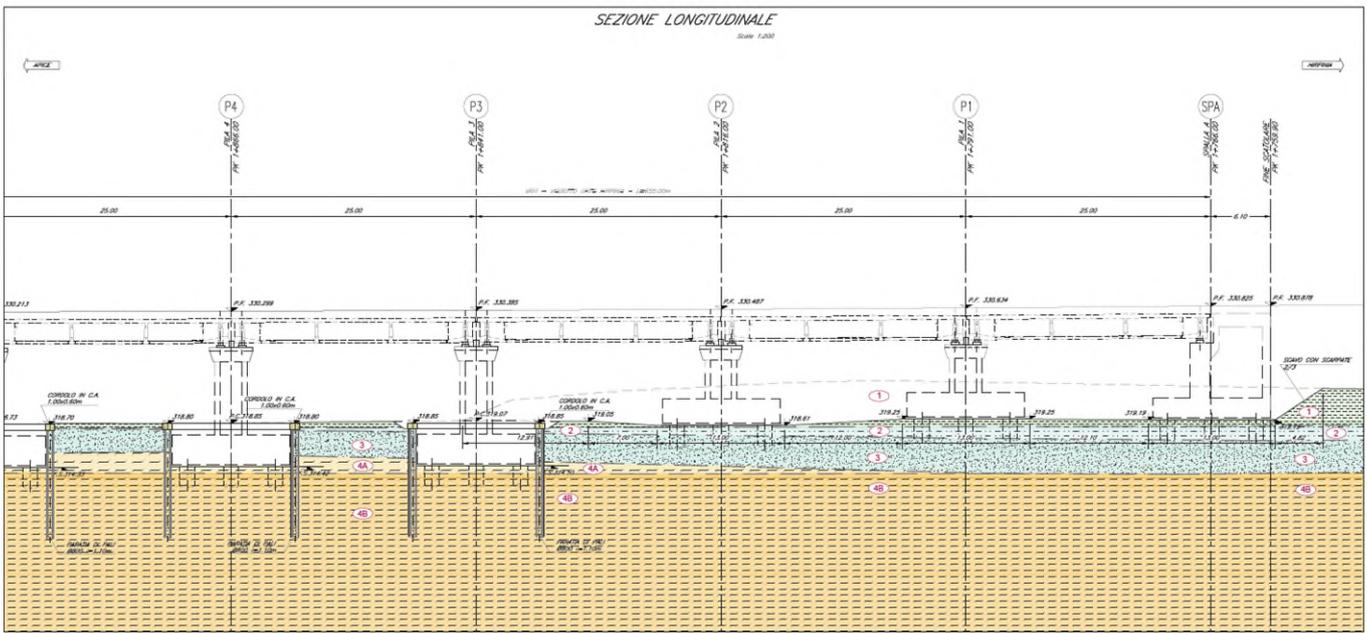
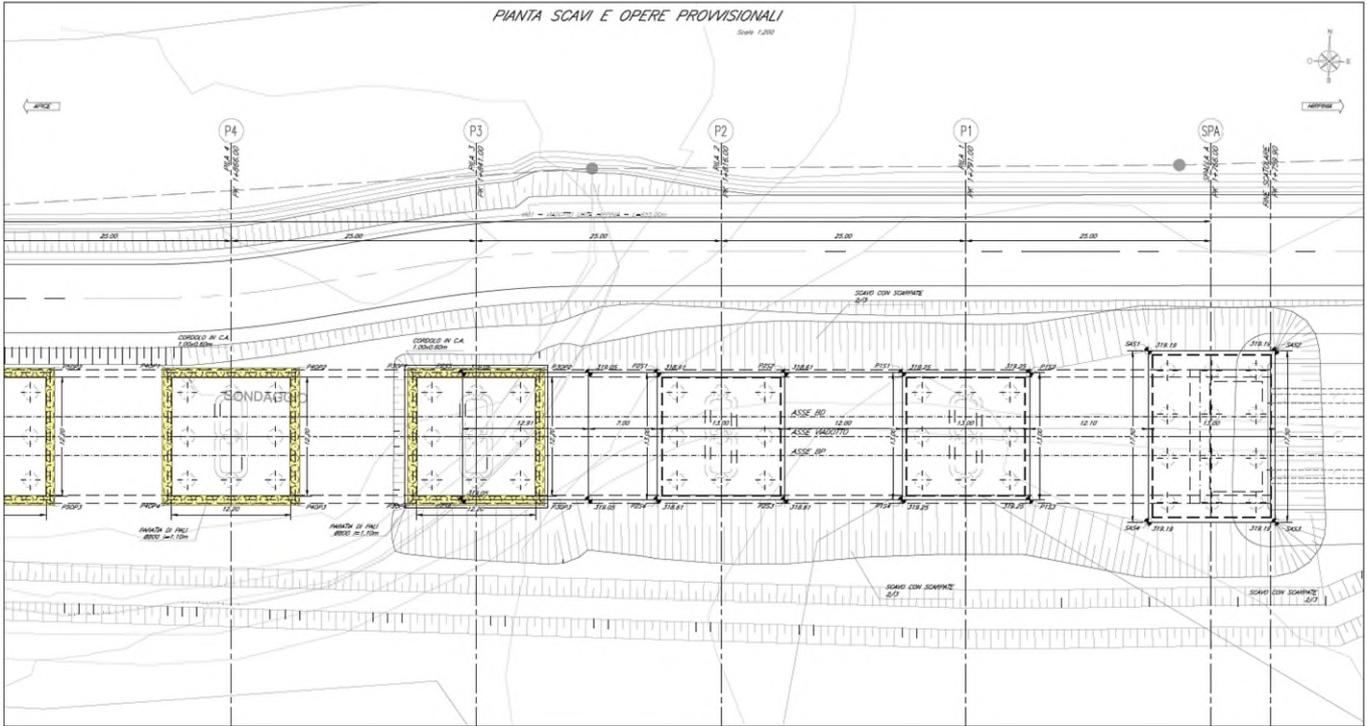
**PROGETTAZIONE:**  
 Mandataria **ROKSOJL** Mandanti **NETENGINEERING** **Alpina**

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE**

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**

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

COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 7 di 78
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------



**Figura 1.1. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 1/6**

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0102 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>8 di 78</b>

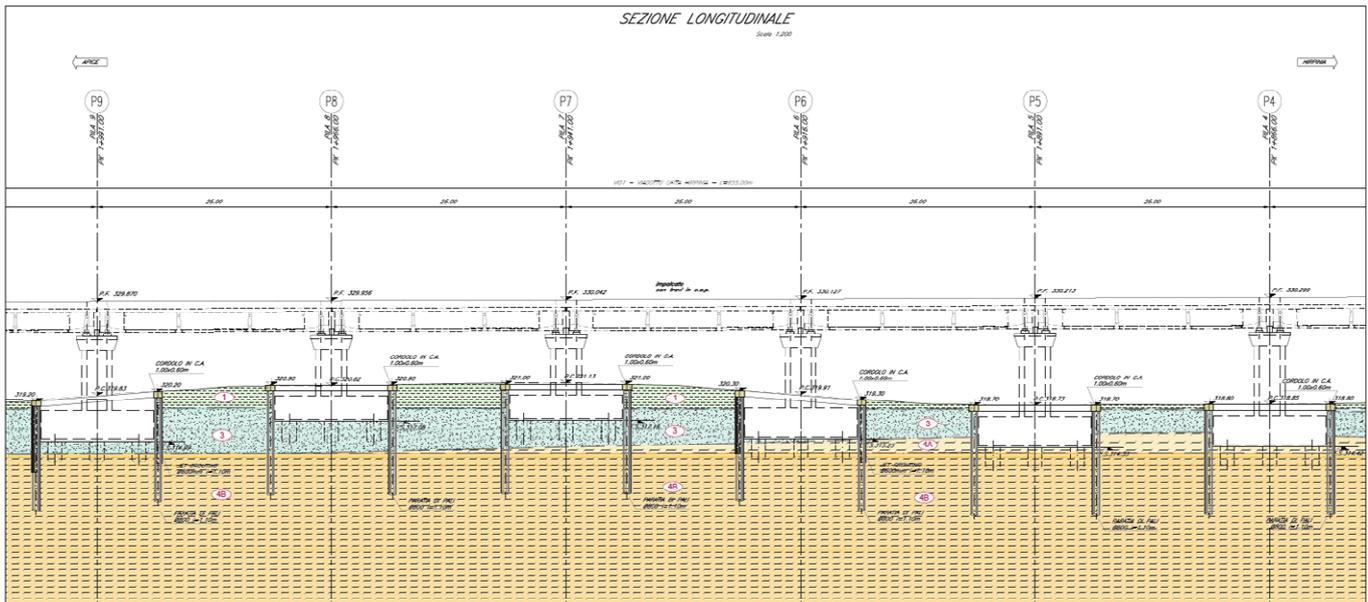
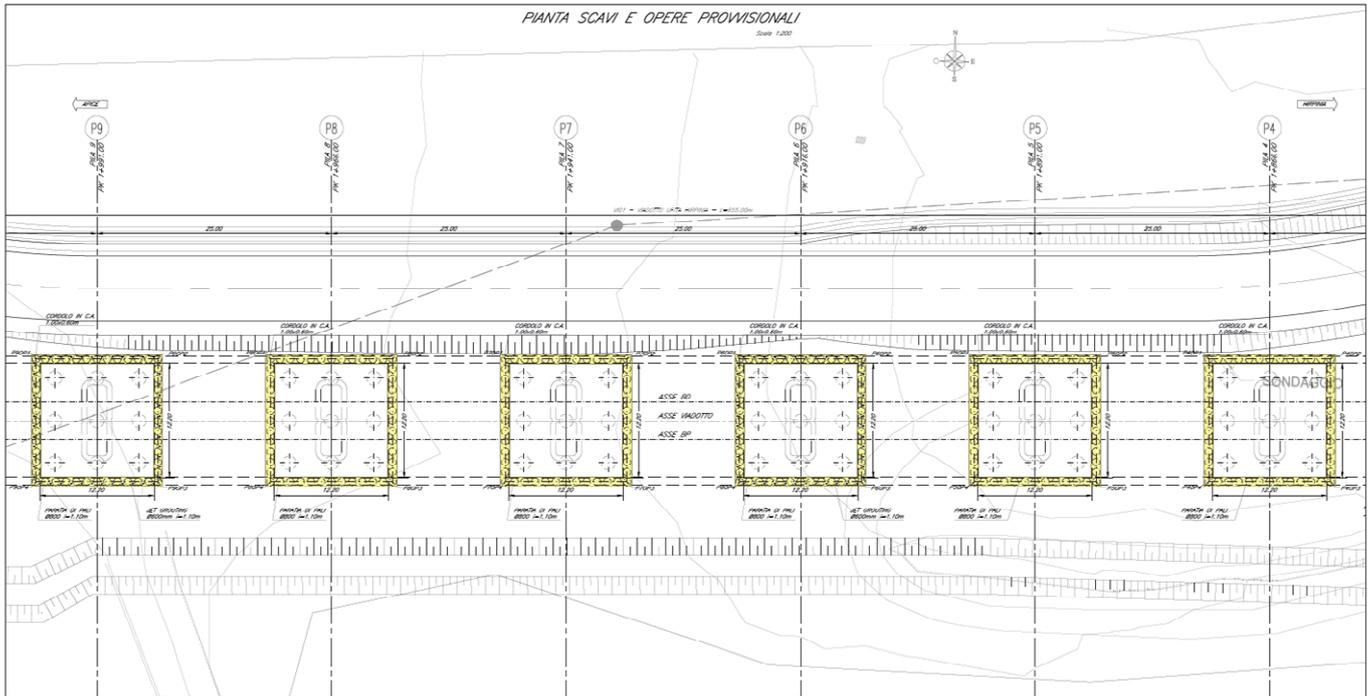


Figura 1.2. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 2/6

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	<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 E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0102 000</b>	REV. <b>B</b> FOGLIO <b>9 di 78</b>

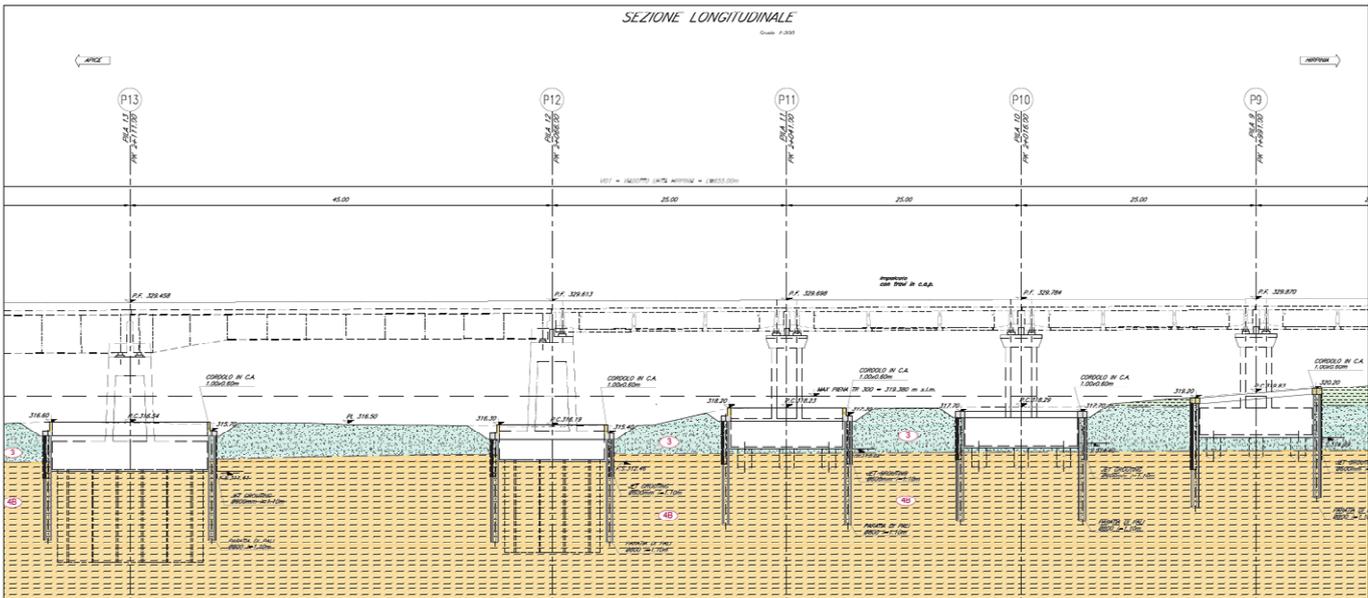
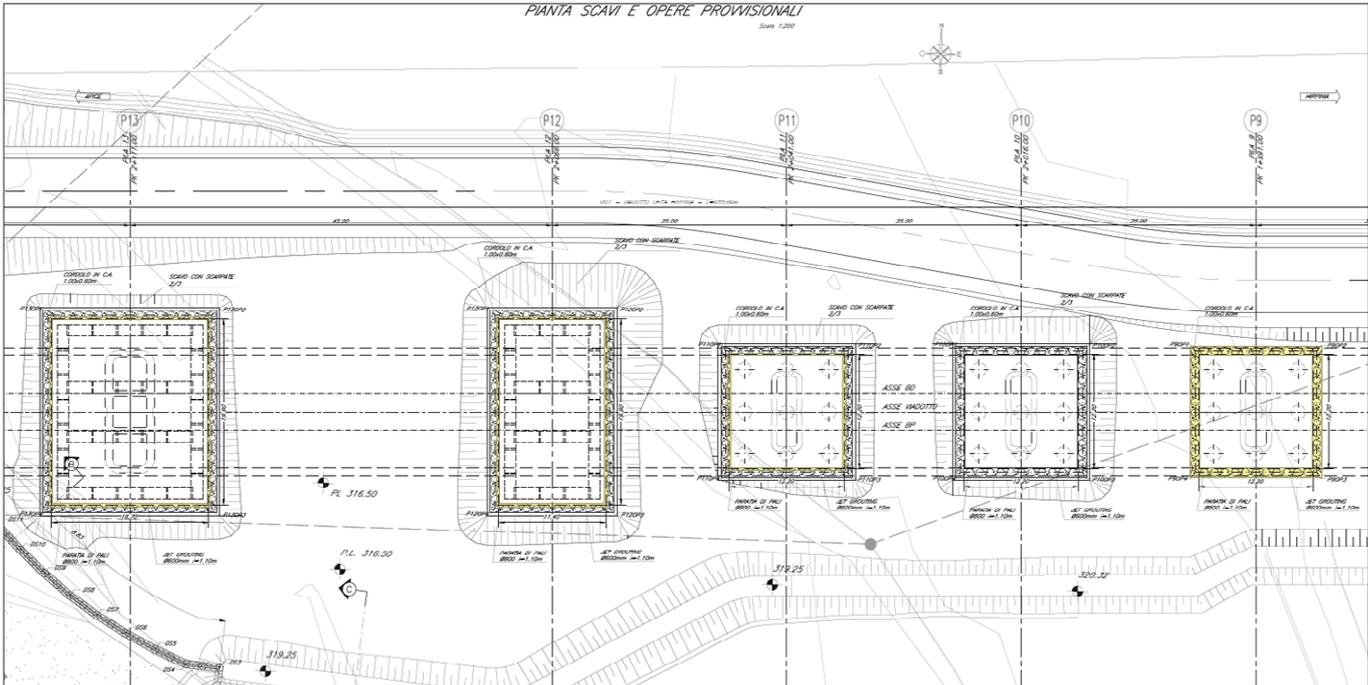


Figura 1.3. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 3/6

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impreglio</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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0102 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 di 78</b>

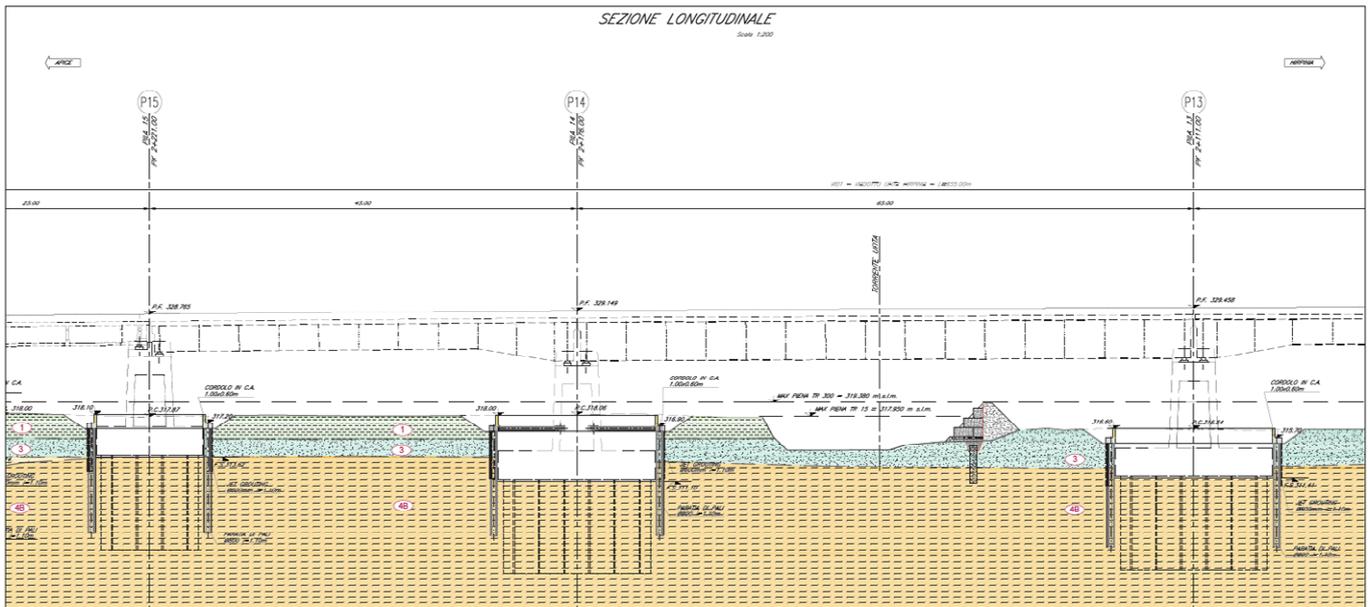
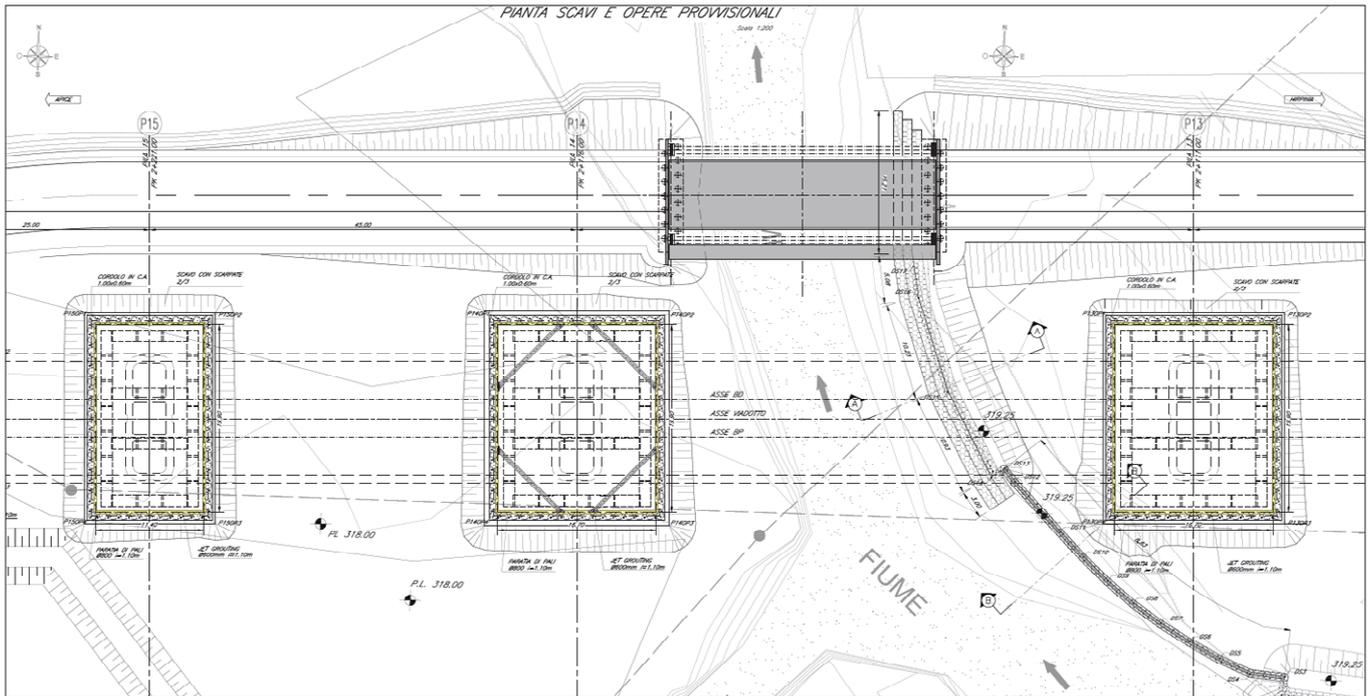


Figura 1.4. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 4/6 (Schema cantierizzazione pile in alveo – ponte Bailey o similare per attraversamento provvisorio e realizzazione protezioni spondali intorno alle pile P13 e P14 per la realizzazione delle opere provvisorie di scavo dei plinti di fondazione.

APPALTATORE:  
 Consorzio **HirpiniaAV** Soci **salini impregilo** **ASTALDI**

PROGETTAZIONE:  
 Mandataria **ROKSOIL** Mandanti **NETENGINEERING** **Alpina**

PROGETTO ESECUTIVO  
 RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	11 di 78

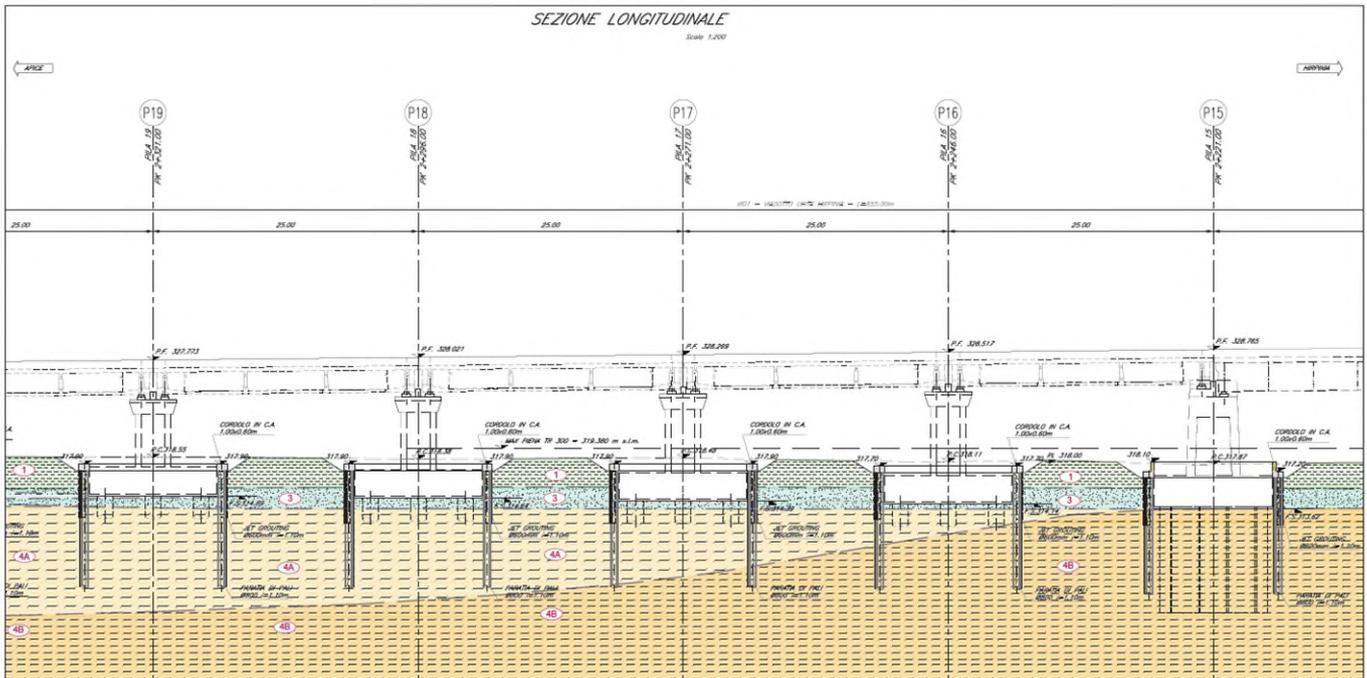
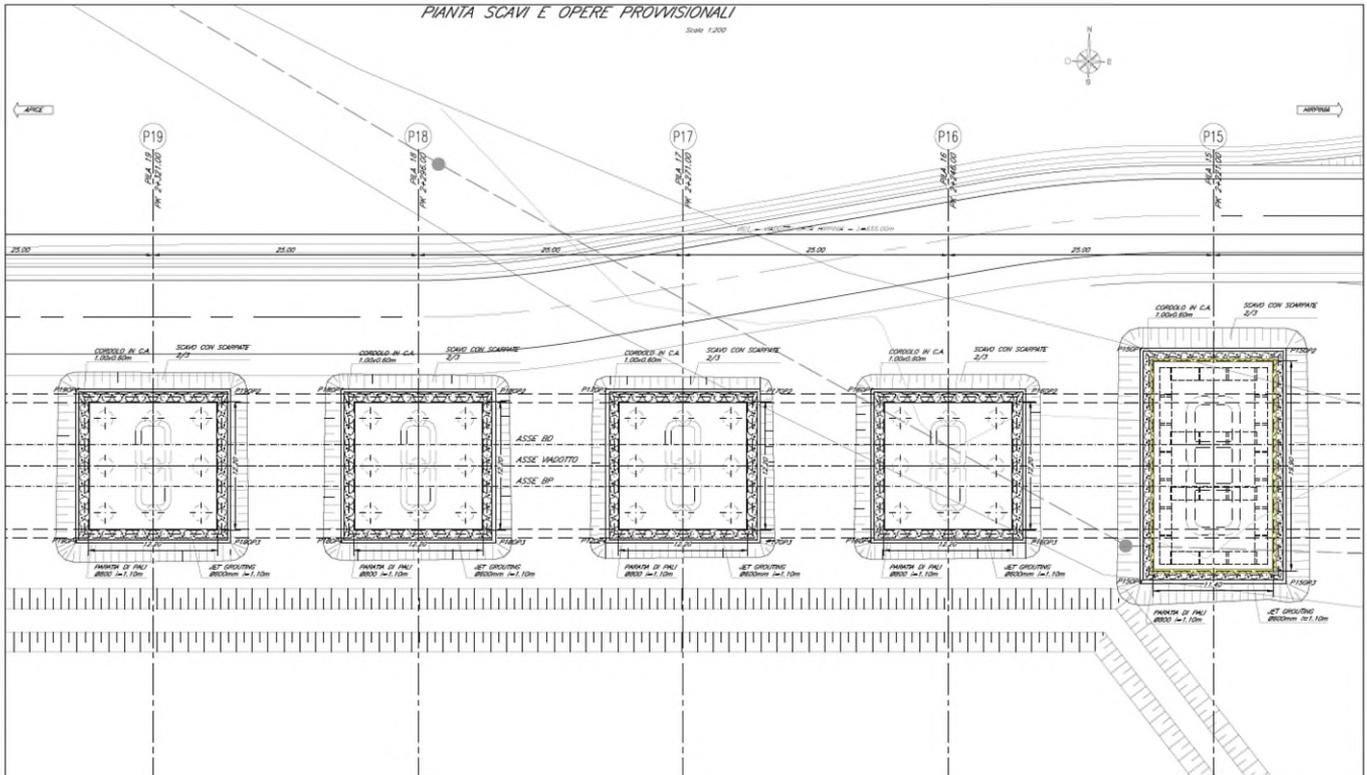


Figura 1.5. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 5/6

<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 E SPALLE</b>						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	12 di 78	

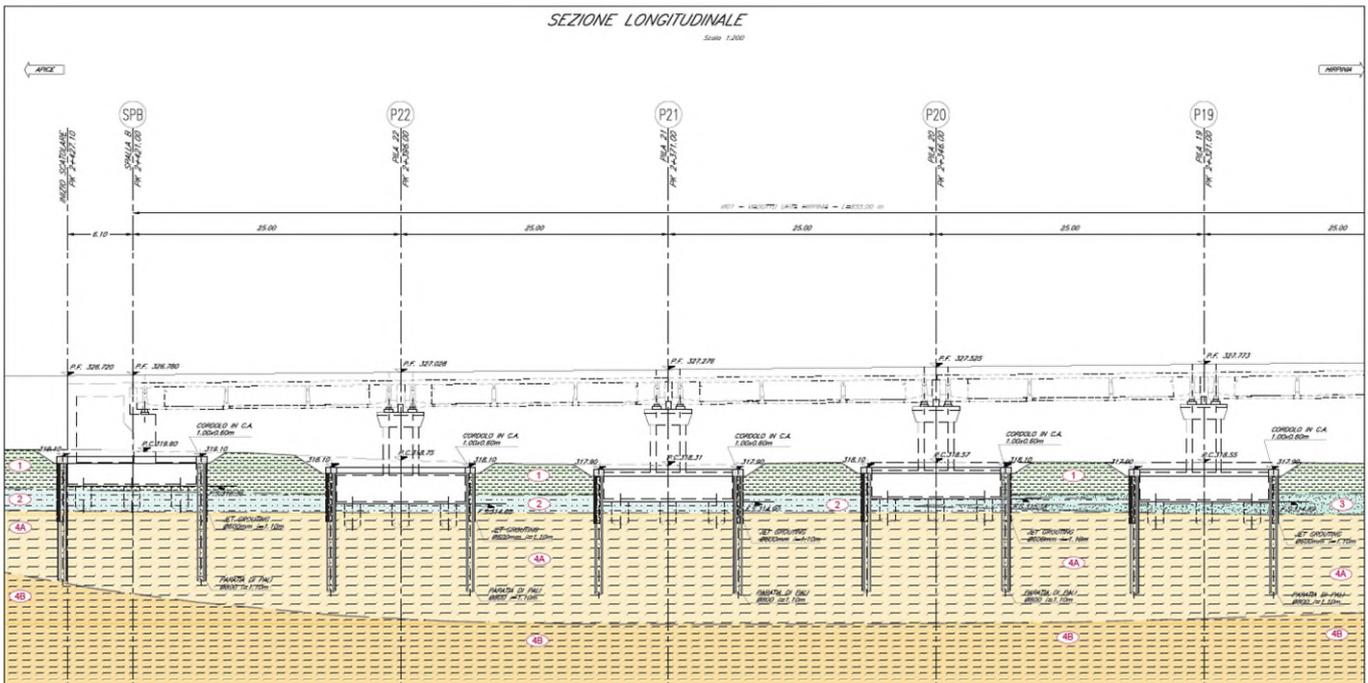
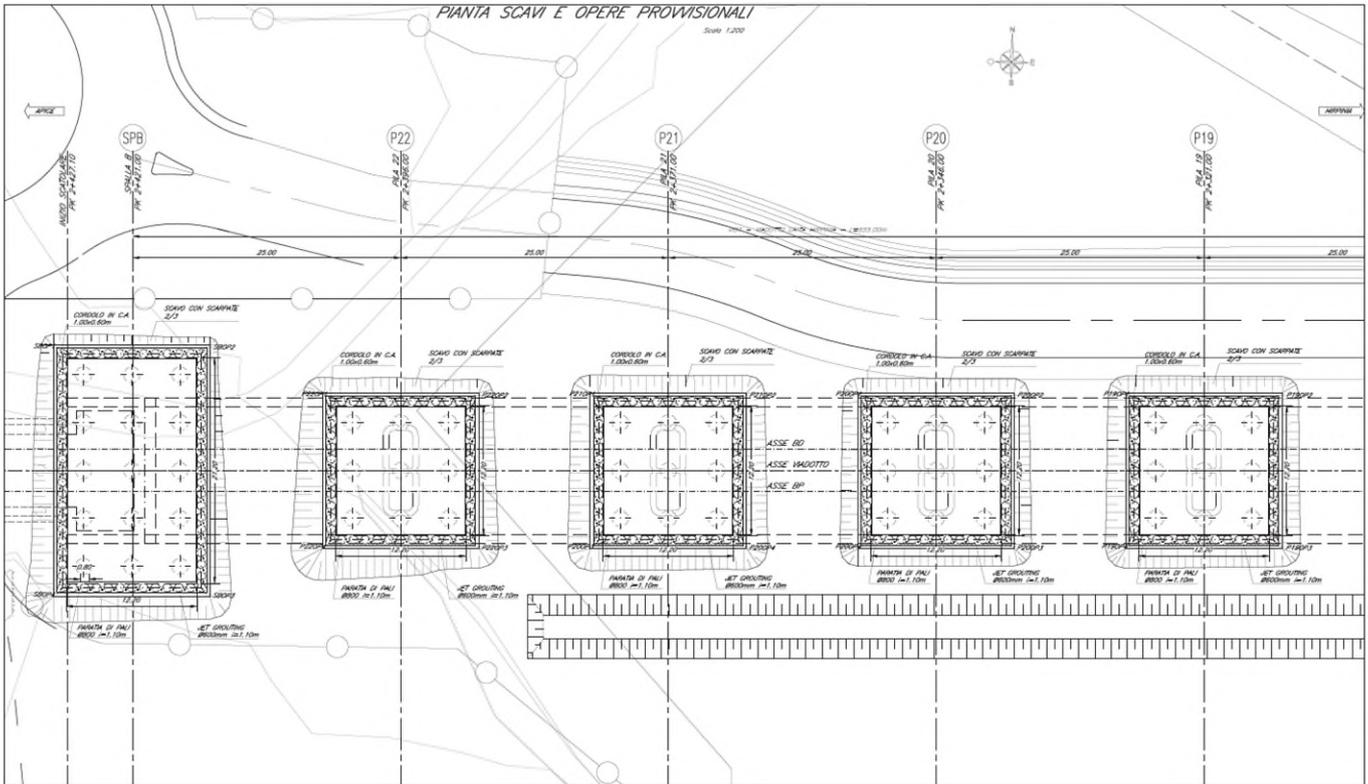


Figura 1.6. Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – Tav. 6/6

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>						
<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> VI0102 000	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 13 di 78	

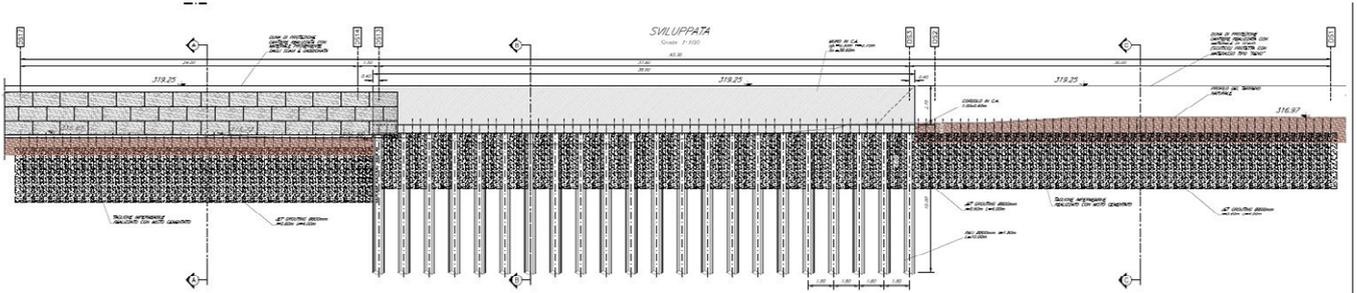
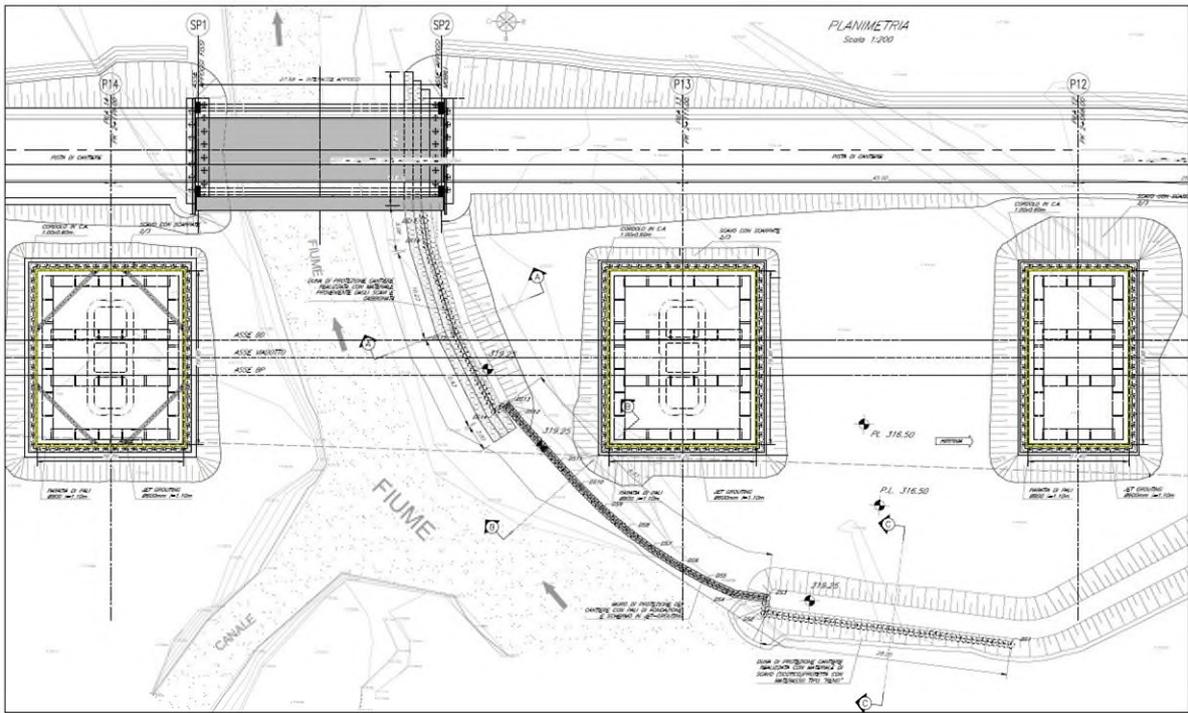


Figura 1.7 Inquadramento generale del Viadotto VI01 Ufita Hirpinia – opera difesa spondale

<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"> <tr> <td data-bbox="730 309 858 360">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="858 309 970 360">LOTTO 01</td> <td data-bbox="970 309 1114 360">CODIFICA E ZZ CL</td> <td data-bbox="1114 309 1305 360">DOCUMENTO VI0102 000</td> <td data-bbox="1305 309 1401 360">REV. B</td> <td data-bbox="1401 309 1481 360">FOGLIO 14 di 78</td> </tr> </table>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 14 di 78							

## 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 Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 1 di 6) – IF2801EZZL9VI0102000.
- 3) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 2 di 6) – IF2801EZZL9VI0102001.
- 4) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 3 di 6) – IF2801EZZL9VI0102002A.
- 5) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 4 di 6) – IF2801EZZL9VI0102003.
- 6) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 5 di 6) – IF2801EZZL9VI0102004A.
- 7) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetrie e profili (tav. 6 di 6) – IF2801EZZL9VI0102005.
- 8) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Opere provvisionali fondazioni pile, pile prescavalco P12-P15 e spalla SPB: Piante e sezioni – IF2801EZZBAVI0102000A.
- 9) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Opere provvisionali fondazioni pile DI scavalco P13 E P14: Piante e sezioni – IF2801EZZBAVI0102011.
- 10) VIADOTTI, Viadotto Ufita Hirpinia da Km 1+766 a Km 2+421; Opere provvisionali difesa spondale pila P13: Planimetria, sviluppata e sezioni – IF2801EZZBAVI010C000.

### 2.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- 11) Decreto Ministeriale del 14/01/2008: “Approvazione delle Nuove Norma Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
- 12) 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.
- 13) DM 06/05/2008 - “Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- 14) RFI DTC SI MA IFS 001 A - “Manuale di progettazione delle opere civili”.
- 15) RFI DTC SI SP IFS 001 A - “Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili”.
- 16) UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- 17) UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni.

### 2.3 SOFTWARE

- 1) ParatiePlus, CeAS, versione 2020.

<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;">VI0102 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">15 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	15 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	15 di 78													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>																		

## 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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>16 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	16 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	16 di 78													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>																		

## 3 MATERIALI

Il progetto strutturale delle opere provvisoriali 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 provvisoriali

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

APPALTATORE: Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. <span style="margin-left: 20px;">FOGLIO</span> B <span style="margin-left: 20px;">17 di 78</span>

## 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 (P13 e P14) e di pre-scavalco sono costituite da paratie di pali trivellati di diametro 800 mm, lunghezza 11 m, posti ad interasse 0.8 m e collegati in sommità da un cordolo di dimensioni 1.0x0.6 m. In corrispondenza della pila P14 è previsto in sommità il posizionamento di 4 puntelli metallici ( $\Phi 323.9$  mm s=10 mm) disposti a 45°.

### 4.1 SEZIONI DI CALCOLO

Si sono individuate differenti sezioni di calcolo significative per il dimensionamento delle opere provvisorie in oggetto, poste in corrispondenza delle pile di scavalco P14 (PK 2+176.00), P13 (PK 2+111.00) e delle pile P3-P7-P22. Si riportano di seguito gli schemi riepilogativi delle opere oggetto di studio, che si ritengono rappresentative di tutte le altre pile in virtù delle analogie di carico e stratigrafiche riportate nella precedente tabella riepilogativa al § 1.

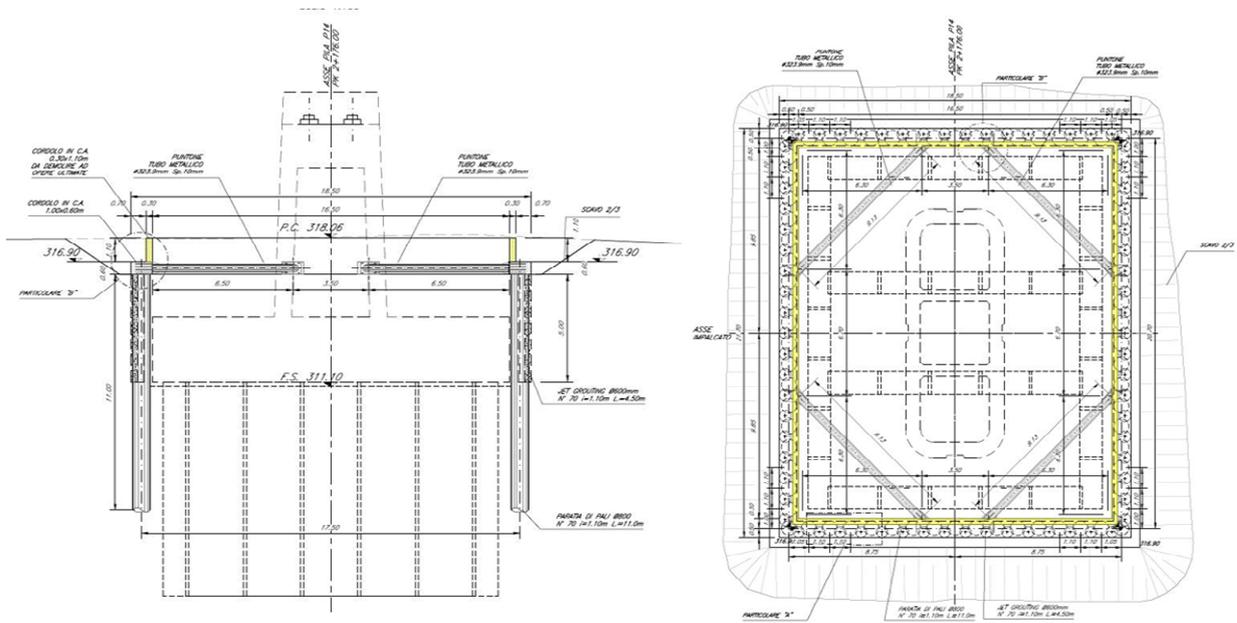


Figura 4.1. Geometria di riferimento pila di scavalco P14

<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 E SPALLE</b>					
<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> VI0102 000	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 18 di 78

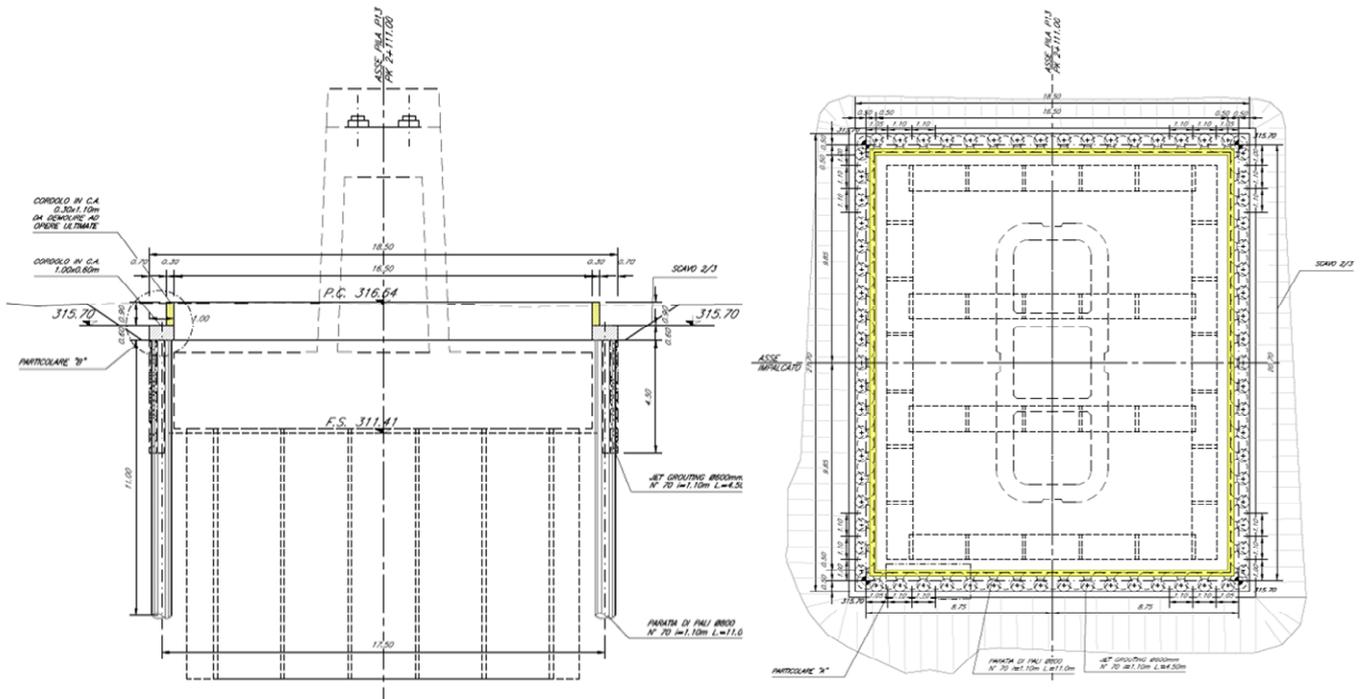


Figura 4.2. Geometra di riferimento pila di scavalco P13

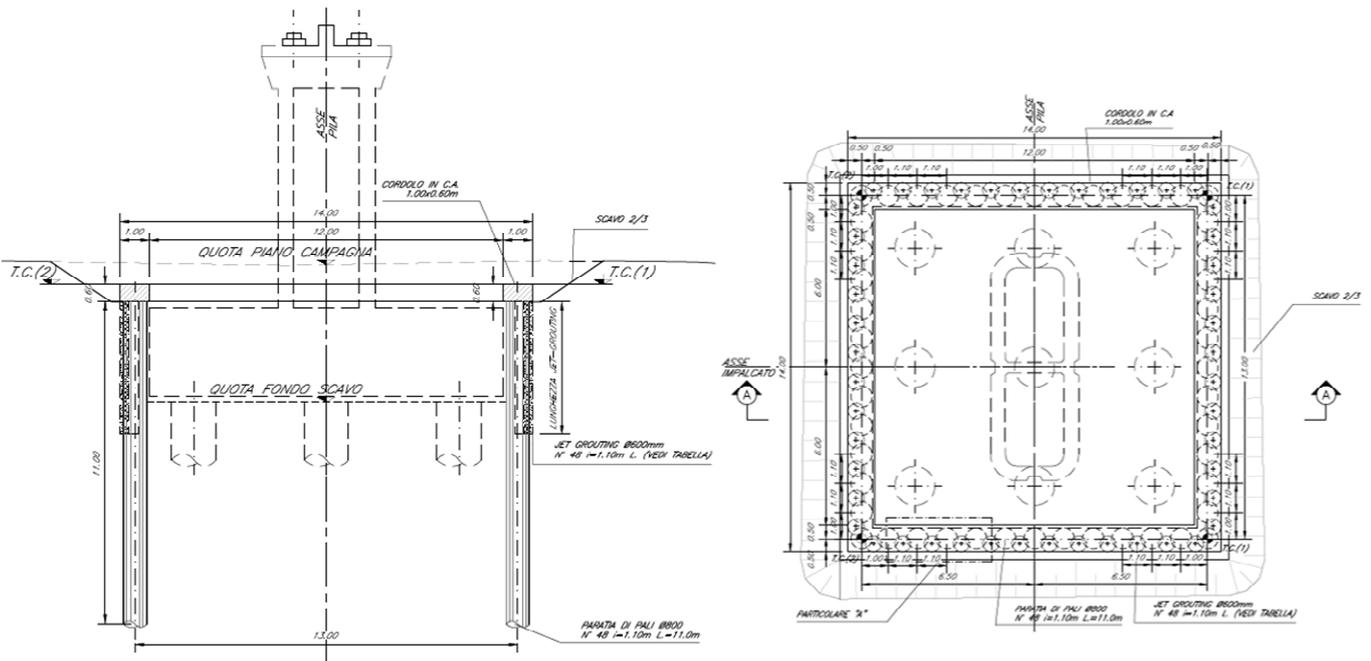


Figura 4.3. Geometra di riferimento pila P3-P7-P22

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0102 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>19 di 78</b>

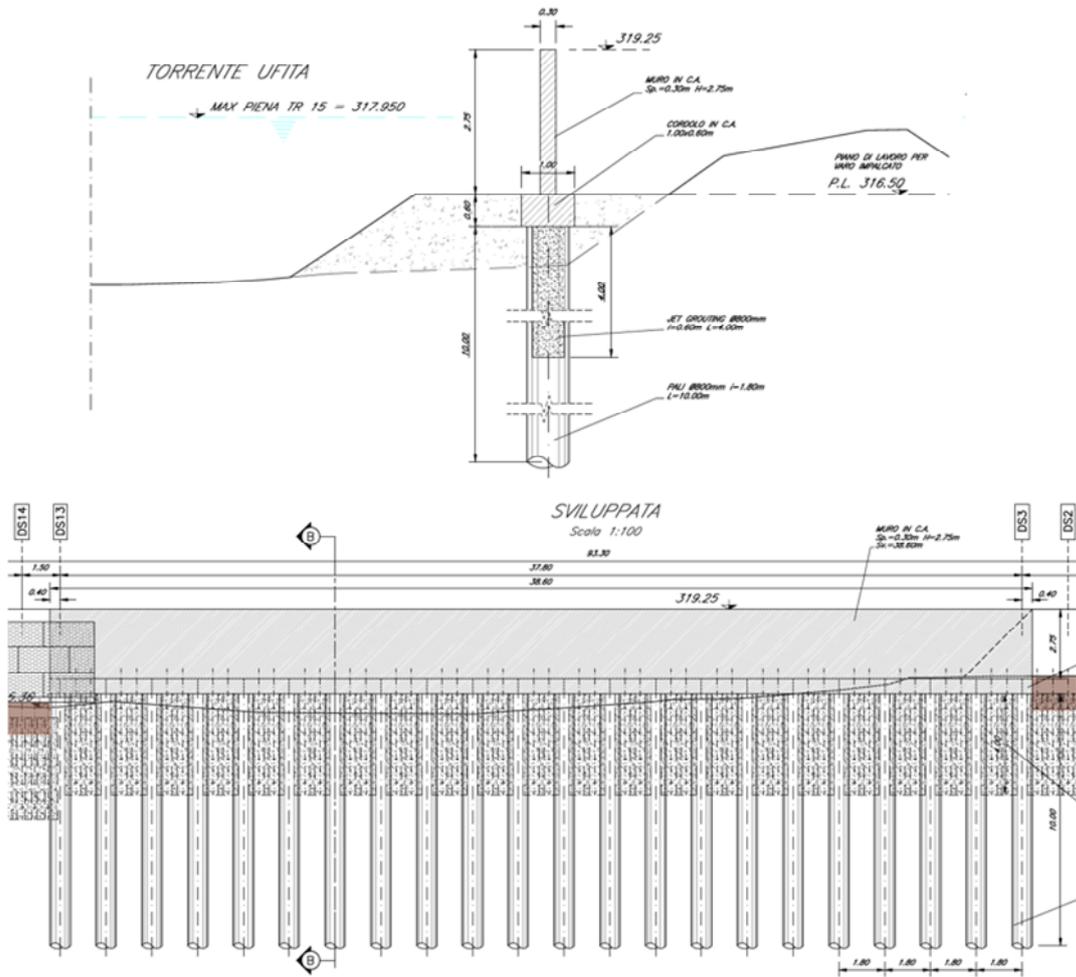


Figura 4.4 Geometra di riferimento opera protezione spondale

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 20 di 78

## 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.

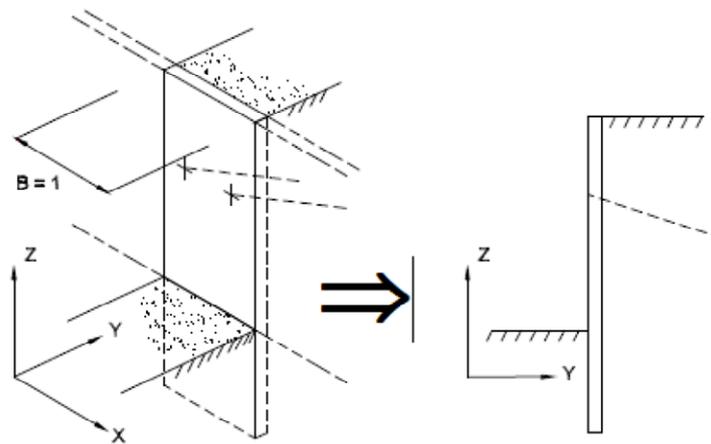


Figura 5.1. Modellazione piana della paratia

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.

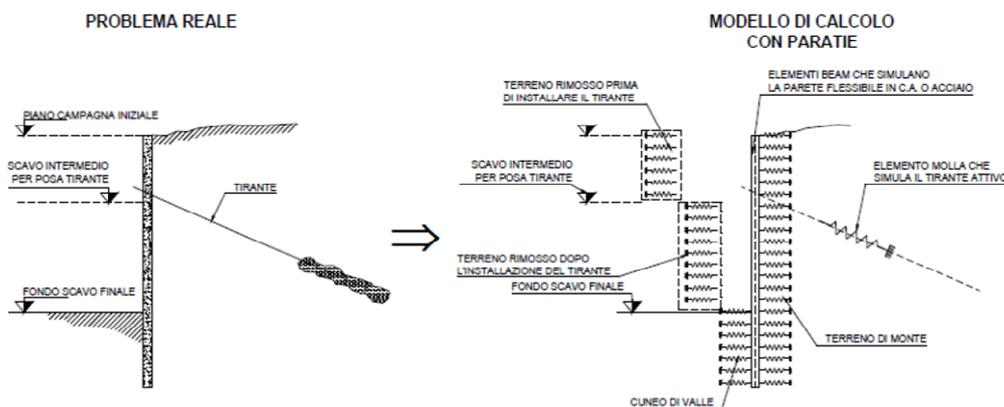


Figura 5.2. Schematizzazione terreno ed ancoraggi

<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="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;">VI0102 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">21 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	21 di 78													

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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>22 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	22 di 78													

## 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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>23 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	23 di 78													

### 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.

APPALTATORE: 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>																	
PROGETTAZIONE: 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;">VI0102 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">24 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	24 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	24 di 78													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>																		

## 7 CARICHI E AZIONI

### 7.1 SOVRACCARICHI E CARICHI VARIABILI

Sul piano campagna a lato dello scavo sono state considerate due differenti tipologie di carico:

- sovraccarico dovuto al terreno di scotico accumulato nelle apposite dune formate con il materiale di scotico in attesa di riempimento ( $q_k = 40$  kPa a distanza 2 m dalle paratie), laddove presenti per le pile standard di sostegno dell'impalcato in c.a.p.
- in alternativa e in tutti i casi, sovraccarico variabile rappresentativo dei mezzi di cantiere che possono circolare nei pressi delle opere provvisoriali durante i lavori, per una larghezza pari a 5.0 m di valore  $q_k = 20$  kPa

### 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 ai sovraccarichi  $q_k$ .

- *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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 25 di 78

## 8 SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE DI SCAVALCO

### 8.1 PILA 13 (PK 2+111.00)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020.

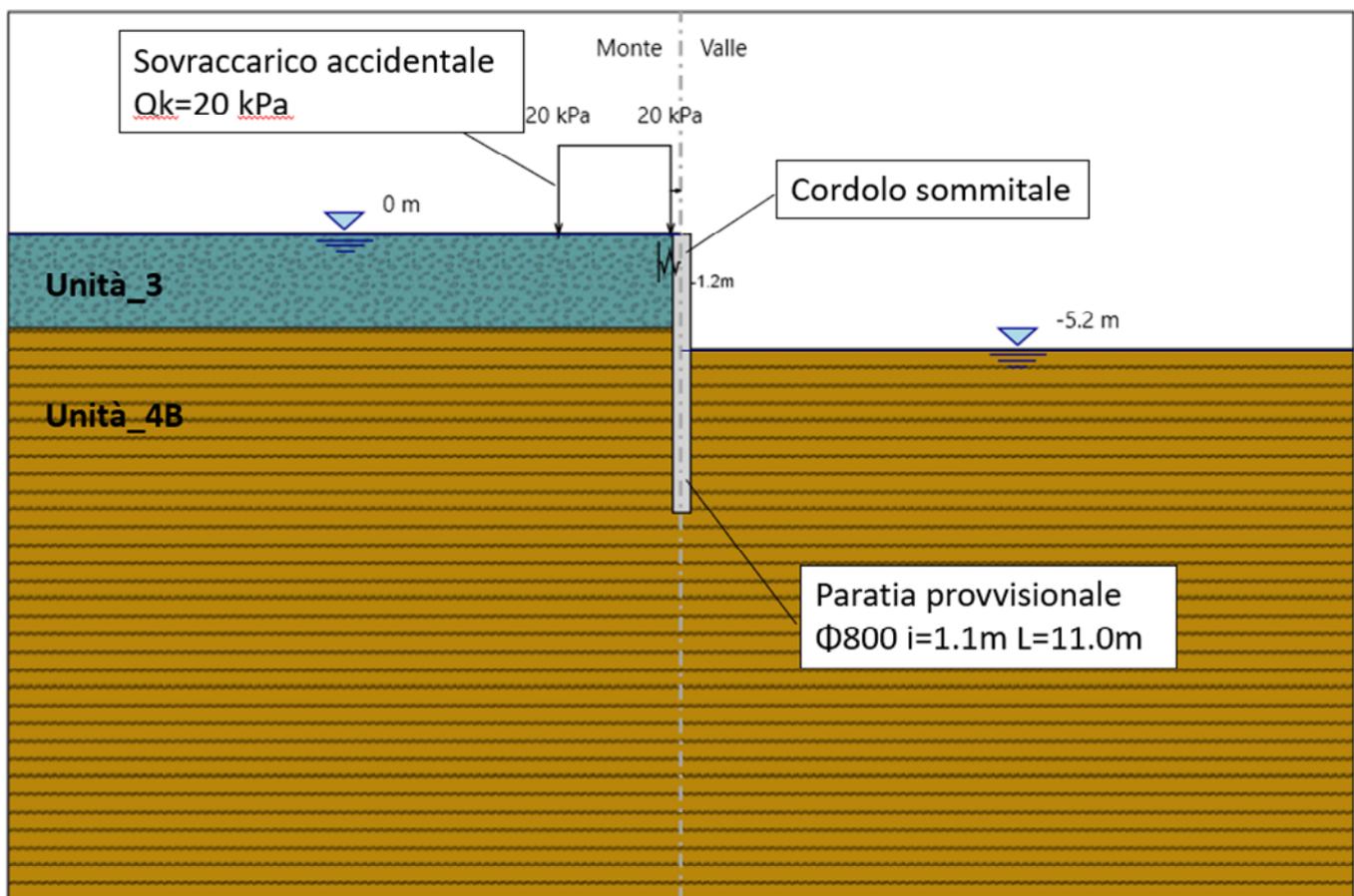


Figura 8.1. P13. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

#### 8.1.1 Dati di input del modello e livelli piezometrici

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF28-01-E-ZZ-L9-VI0102-002-A". Nella Figura 8.2 si riporta lo stralcio del profilo geotecnico inerente alla Pila 13.

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA <b>LOTTO</b> <b>CODIFICA</b> <b>DOCUMENTO</b> <b>REV.</b> <b>FOGLIO</b> <b>IF28</b> <b>01</b> <b>E ZZ CL</b> <b>VI0102 000</b> <b>B</b> <b>26 di 78</b>

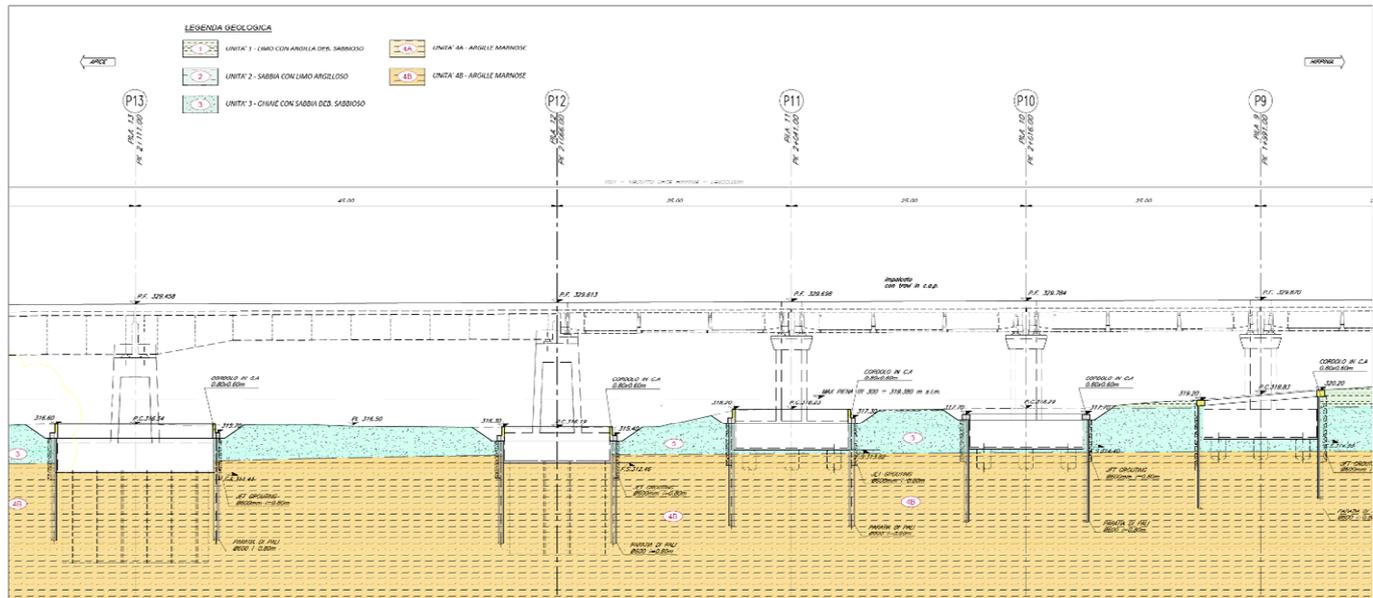


Figura 8.2. P13. Profilo geotecnico di riferimento

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.]
312.4	4.2	Unità 3	316.6
var.	> 30	Unità 4B	

Tabella 8.1: Stratigrafia di riferimento

Unità		Unità 3	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	18÷20	19÷21
w <sub>N</sub>	%	0	12÷25
LL	%	20÷30	40÷75
LP	%	13÷16	15÷25
IP	%	8÷18	20÷48
c'	kPa	0	20÷40
$\phi'$	°	35÷37	20÷25
E <sub>0</sub>	MPa	400÷600	800÷2000
E <sub>young</sub>	MPa	80÷120	160÷400

Tabella 8.2: 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 8.2. 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

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>27 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	27 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	27 di 78								

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.

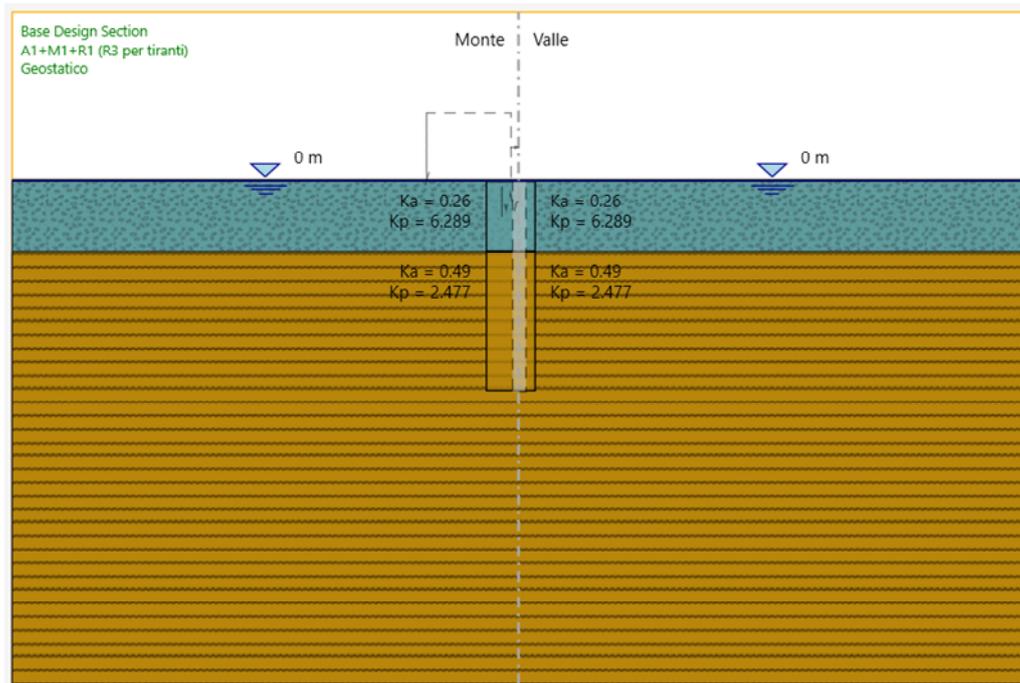


Figura 8.3. Coefficienti di spinta Combinazione A1+M1+R1 (Pila P13)

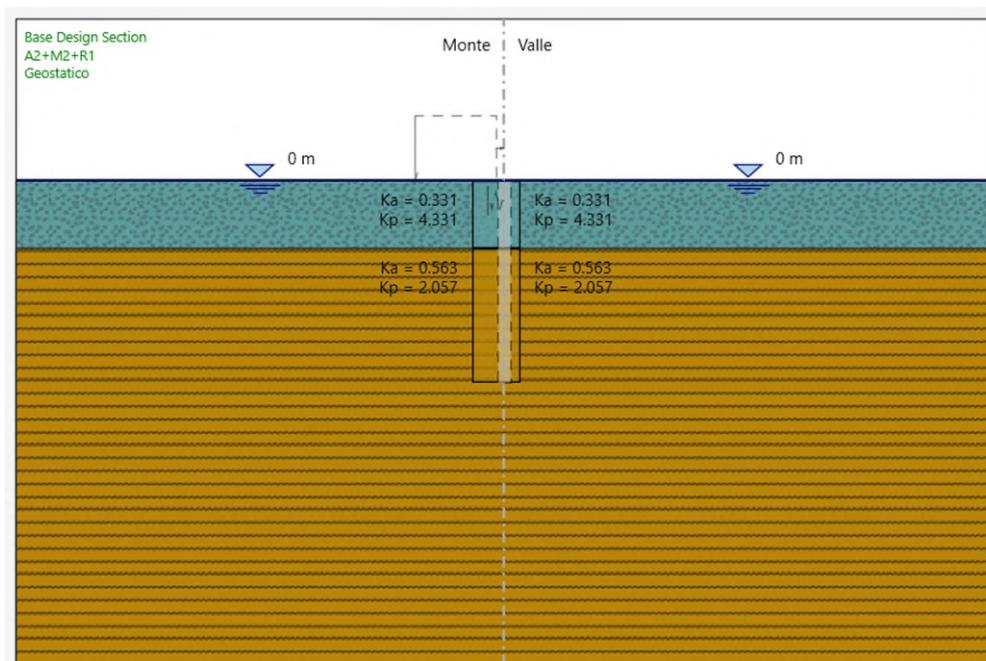


Figura 8.4. Coefficienti di spinta Combinazione A2+M2+R1 (Pila P13)

<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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>28 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	28 di 78													

In sommità della paratia è stata considerata una molla elastica che rappresenta la rigidità fornita dal cordolo di testa; quest'ultimo, di dimensioni pari a 1.00x0.80 m, è rappresentato da una trave in semplice appoggio di lunghezza  $L = 20.7$  m, avente rigidità in mezzera pari a:

$$\delta_{max} = \frac{5 * q * L^4}{384 * E * I} = \frac{5 * 1 * 20.7^4}{384 * 30000000 * 0.05} = 0.001593782 \text{ m}$$

$$k = \frac{q}{\delta_{max}} = \frac{1}{0.001593782} = 627.44 \frac{kN}{m}$$

### 8.1.2 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;
- *fase 1 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.1$  m*
  - realizzazione cordolo di sommità
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
- *fase 2 – scavo a -5.2 m*

### 8.1.3 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 2.

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO IF28            01            E ZZ CL        VI0102 000    B            29 di 78

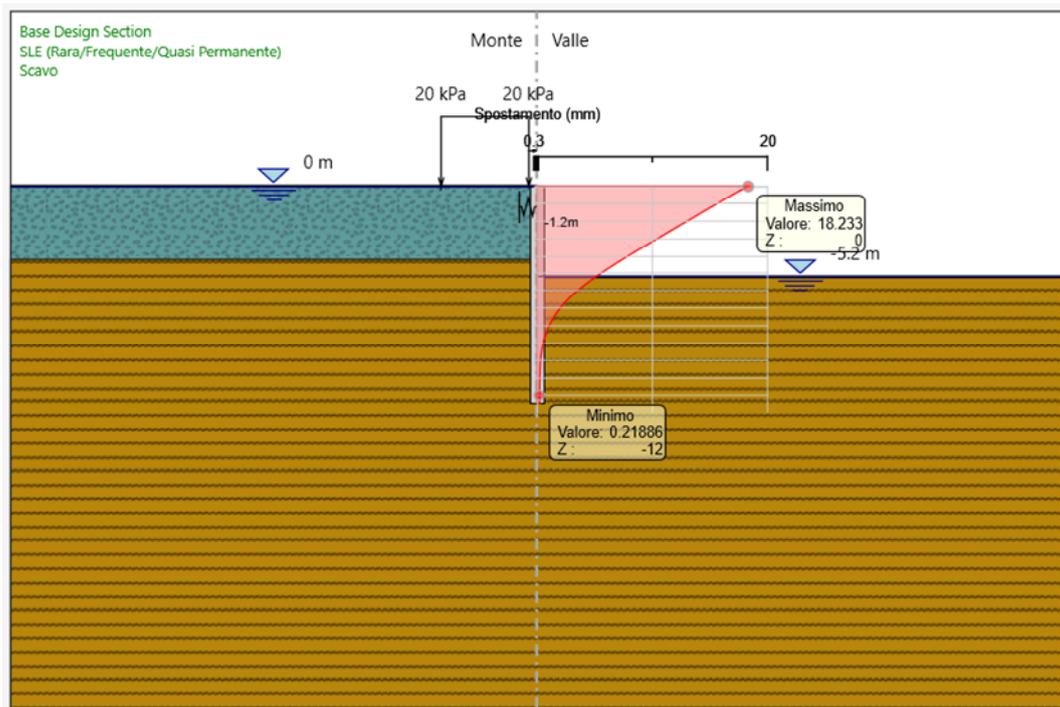


Figura 8.5. P13. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

### 8.1.4 Sintesi dei risultati per gli stati limite strutturali (STR)

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

Nella seguente si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle 2 figure successive 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	M [kNm]	V [kN]
2	-460.0	-184.6

Tabella 8.3: P13. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni 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>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 12.5%;">COMMESSA</th> <th style="width: 12.5%;">LOTTO</th> <th style="width: 12.5%;">CODIFICA</th> <th style="width: 12.5%;">DOCUMENTO</th> <th style="width: 12.5%;">REV.</th> <th style="width: 12.5%;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>30 di 78</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	30 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	30 di 78													

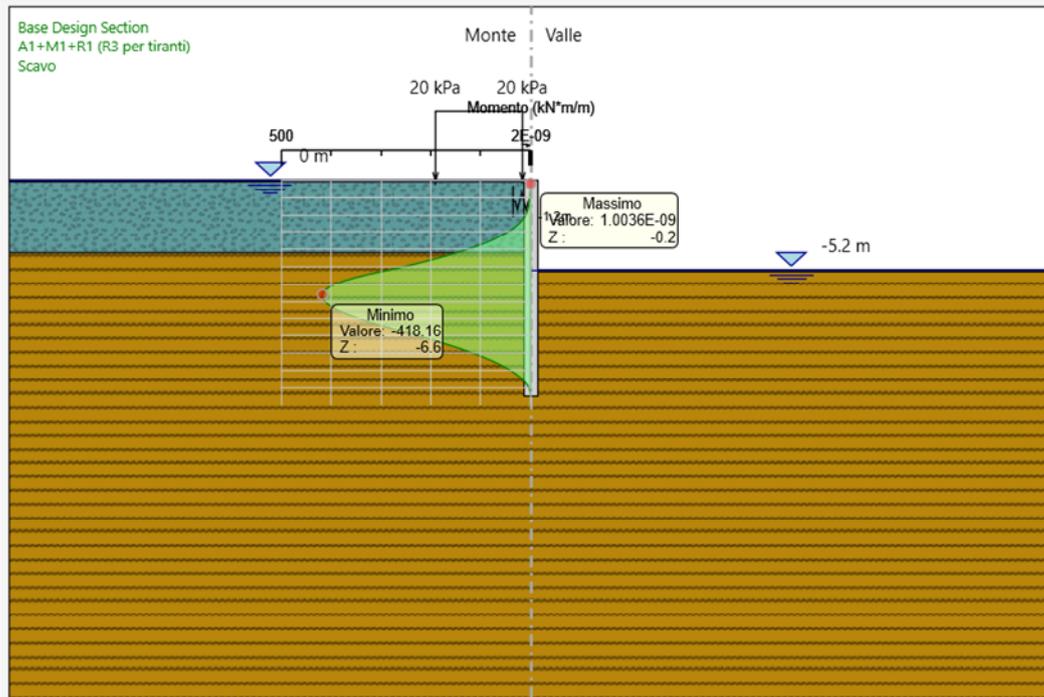


Figura 8.6. P13. Fase 2: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

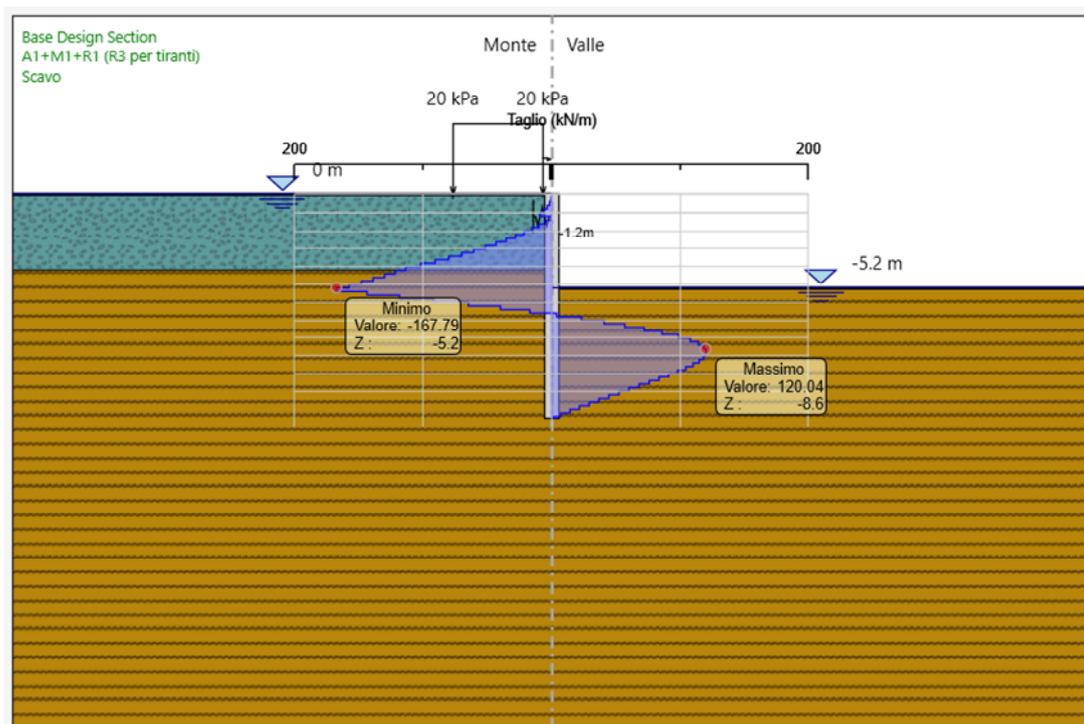


Figura 8.7. P13. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

<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;">VI0102 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">31 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	31 di 78													

#### **8.1.4.2 SLU, A1+M1+R1 – Sollecitazioni cordolo sommitale**

Nella seguente tabella si riporta:

- il carico a metro lineare  $q$ , ricavato dal modello ParatiePlus per la fase di calcolo dimensionante;
- le sollecitazioni di taglio e momento agenti sul cordolo sommitale;

$q$	12.48	kN/m
$M_{\max, \text{mezzeria}}$	668.44	kNm
$T_{\max, \text{appoggio}}$	129.17	kN

**Tabella 8.4: P13. 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 E SPALLE	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B FOGLIO 32 di 78

### 8.1.5 Verifiche allo SLU di tipo STR

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

#### 8.1.5.1 Pali

##### Verifica flessionale e tagliante

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

	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
<b>GABBIA 1</b>	11.0	6Φ24	Spirale Φ12/250mm
	8	6Φ24	

Tabella 8.5: P13. Armatura longitudinale e trasversale

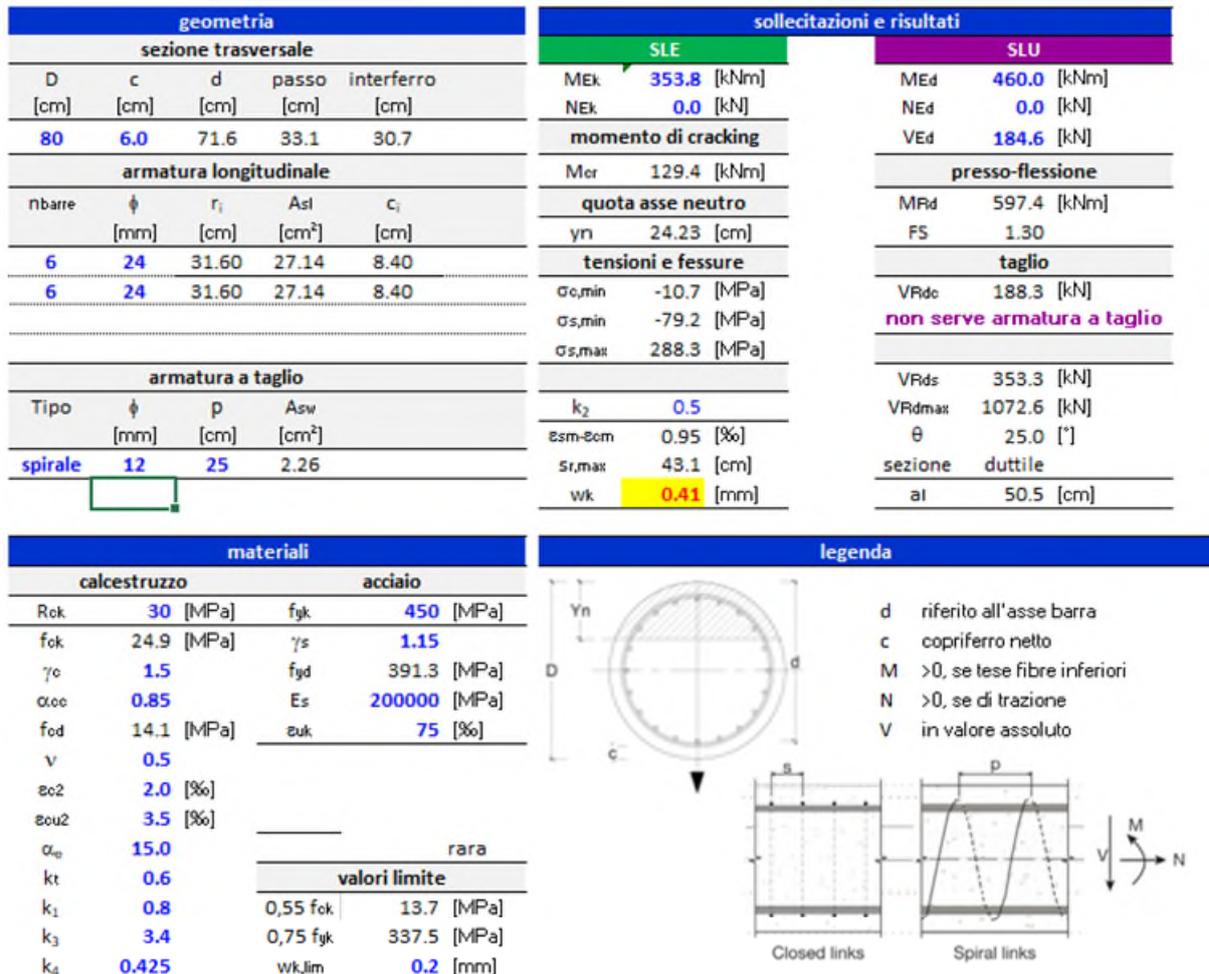


Figura 8.8. P13. Verifica flessionale e tagliante

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 33 di 78

### 8.1.5.2 Cordolo sommitale

#### Verifica flessionale e tagliante

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

Tipologia cordolo	Armatura prevista lato terra	Armatura prevista lato scavo	Armatura trasversale
1	5Φ26	5Φ26	Φ12/200mm

Tabella 8.6: P13. Armatura longitudinale e trasversale cordolo sommitale

geometria					sollecitazioni e risultati				
sezione trasversale					SLE		SLU		
B	H	c	d	z	MEk	514.18 [kNm]	MEd	668.44 [kNm]	
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	0.00 [kN]	NEd	0.00 [kN]	
60	100	5.2	93.5	84.2	<b>tensioni e fessure</b>				
armatura longitudinale					Mdec	0.0 [kNm]	<b>presso-flessione</b>		
nbarre	φ	d	Asl		Mcr	273.1 [kNm]	MRd	918.7 [kNm]	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]		<b>taglio</b>				
5	26	6.5	26.55		yn	-24.50 [cm]	VRd	224.0 [kN]	<b>non serve armatura a taglio</b>
5	26	93.5	26.55		σc,min	-5.7 [MPa]	FS	1.37	
					σs,min	-63.3 [MPa]			
					σs,max	226.4 [MPa]			
armatura a taglio					k <sub>2</sub>	0.5	VRds	798.6 [kN]	
nbracci	φ	s	α	Asw	εsm-εcm	0.83 [%]	VRdmax	1474.2 [kN]	
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]	sr,max	33.9 [cm]	θ	25.0 [°]	
2	12	20	90	2.26	wk	0.280 [mm]	sezione	duttile	
							al	93.5 [cm]	

materiali				legenda	
calcestruzzo		acciaio			
Rck	30 [MPa]	fyk	450 [MPa]	d	referito all'asse barra
fck	24.9 [MPa]	γs	1.15	c	copriferro netto
γc	1.5	fyd	391.3 [MPa]	M	>0, se tese fibre inferiori
αcc	0.85	Es	210000 [MPa]	N	>0, se di trazione
fcd	14.1 [MPa]	εuk	75 [%]	V	in valore assoluto
v	0.540				
εo2	2.0 [%]				
εou2	3.5 [%]				
αe	15.0				
kt	0.4				
k <sub>1</sub>	0.8	<b>valori limite</b>			
k <sub>3</sub>	3.4	0,55 fck	13.7 [MPa]		
k <sub>4</sub>	0.425	0,75 fyk	337.5 [MPa]		
		wk,lim	0.2 [mm]		

A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement

Figura 8.9. P13. Verifica flessionale e tagliante 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 E SPALLE	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 34 di 78

## 8.1.6 Verifica allo SLU di tipo GEO

### 8.1.6.1 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 immergono la stabilità è palesemente soddisfatta.

### 8.1.6.2 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 le risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi all'ultima fase di calcolo (Fase 2), 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  $\gamma_R = 1.0$ .

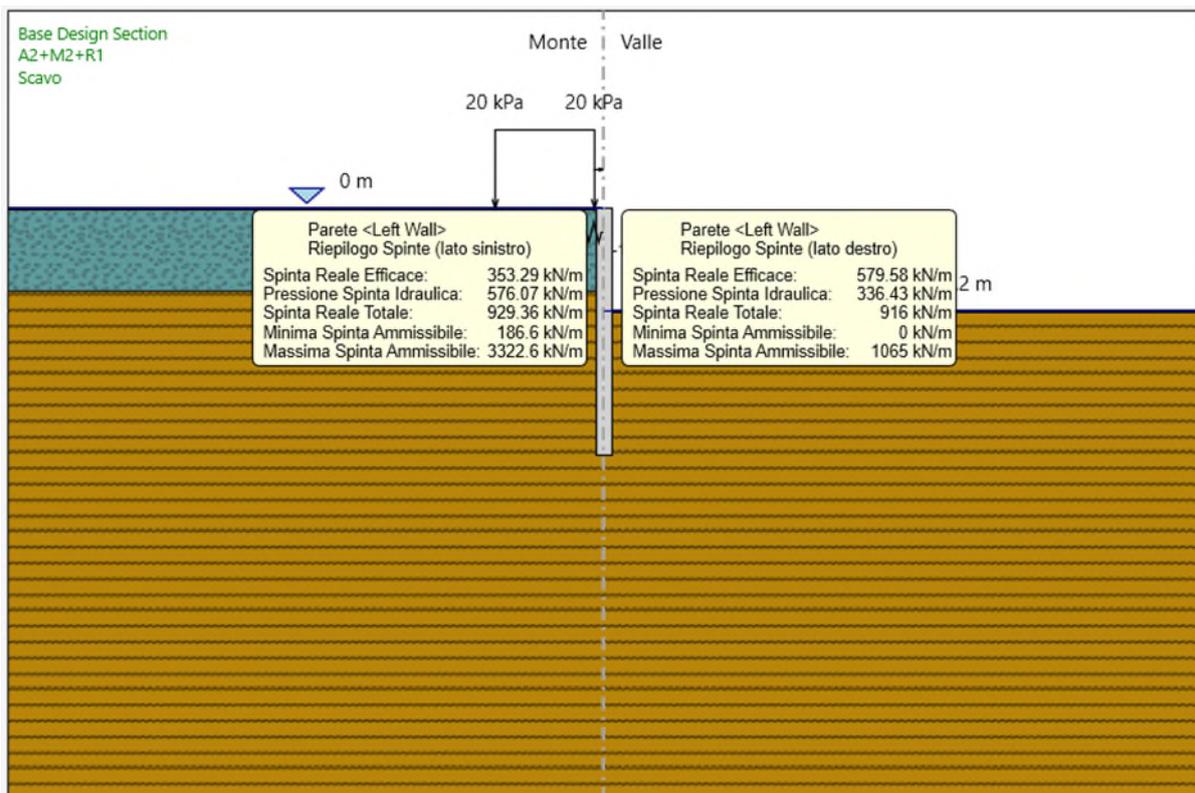


Figura 8.10. P13. Riepilogo delle spinte

Spinta reale efficace = 579.58 kN/m

Massima spinta ammissibile = 1065 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 54%.

<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>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 35 di 78

## 8.2 PILA P14 (PK 2+176.00)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020.

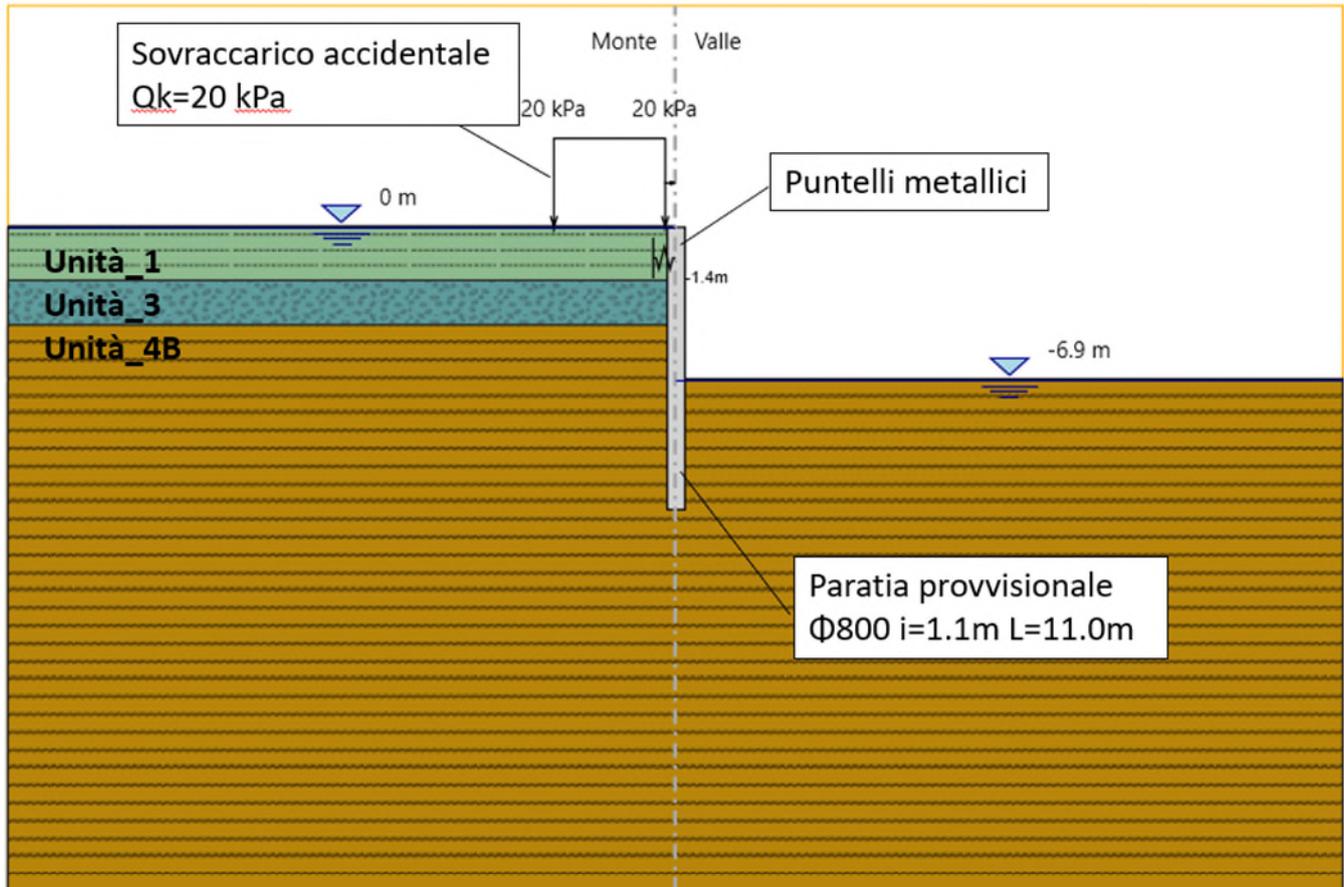


Figura 8.11. P14. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

### 8.2.1 Dati di input del modello e livelli piezometrici

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF28-01-E-ZZ-L9-VI0102-003-A". Nella Figura 8.12 si riporta lo stralcio del profilo del geotecnico inerente alla Pila 14.

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	36 di 78	

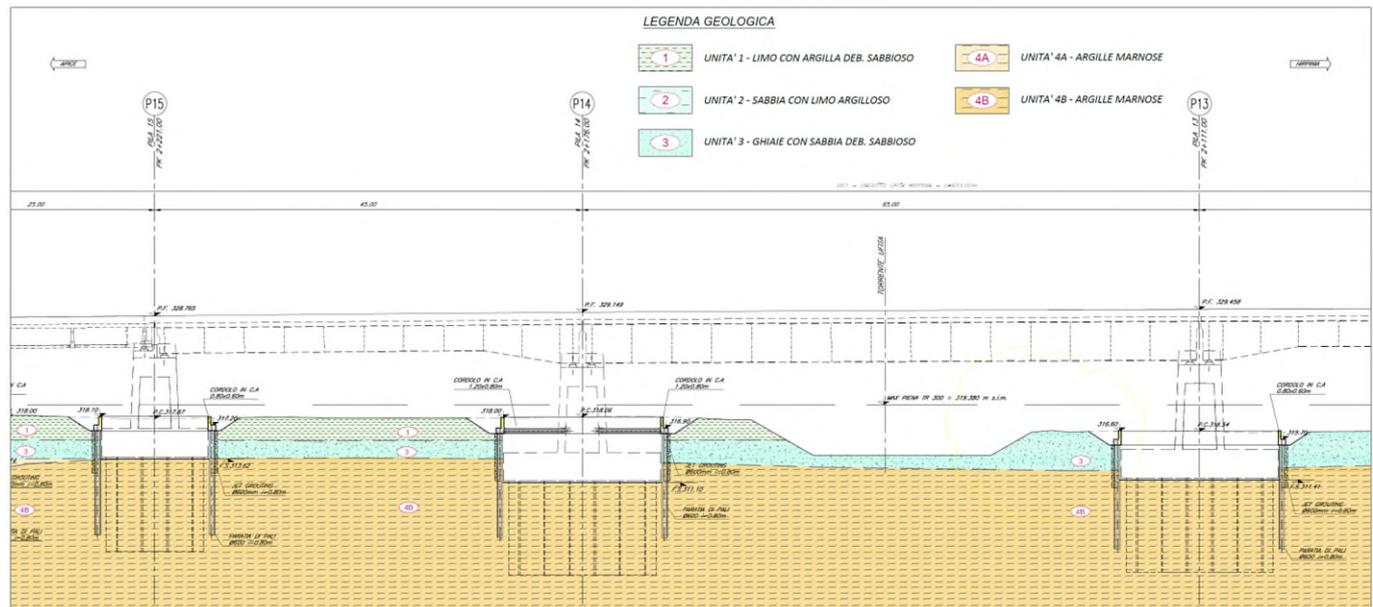


Figura 8.12. P14. Profilo geotecnico di riferimento

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.]
315.6	2.4	Unità 1	318.0
313.6	2.0	Unità 3	
var.	> 30	Unità 4B	

Tabella 8.7: Stratigrafia di riferimento

Unità		Unità 1	Unità 3	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17÷19	18÷20	19÷21
$w_N$	%	28÷30	0	12÷25
LL	%	35÷50	20÷30	40÷75
LP	%	20÷25	13÷16	15÷25
IP	%	15÷25	8÷18	20÷48
$c'$	kPa	10÷20	0	20÷40
$\Phi'$	°	22÷25	35÷37	20÷25
$E_0$	MPa	200÷400	400÷600	800÷2000
$E_{young}$	MPa	40÷80	80÷120	160÷400

Tabella 8.8: 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 8.8. In particolare, i coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono calcolati secondo la

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>37 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	37 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	37 di 78								

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.

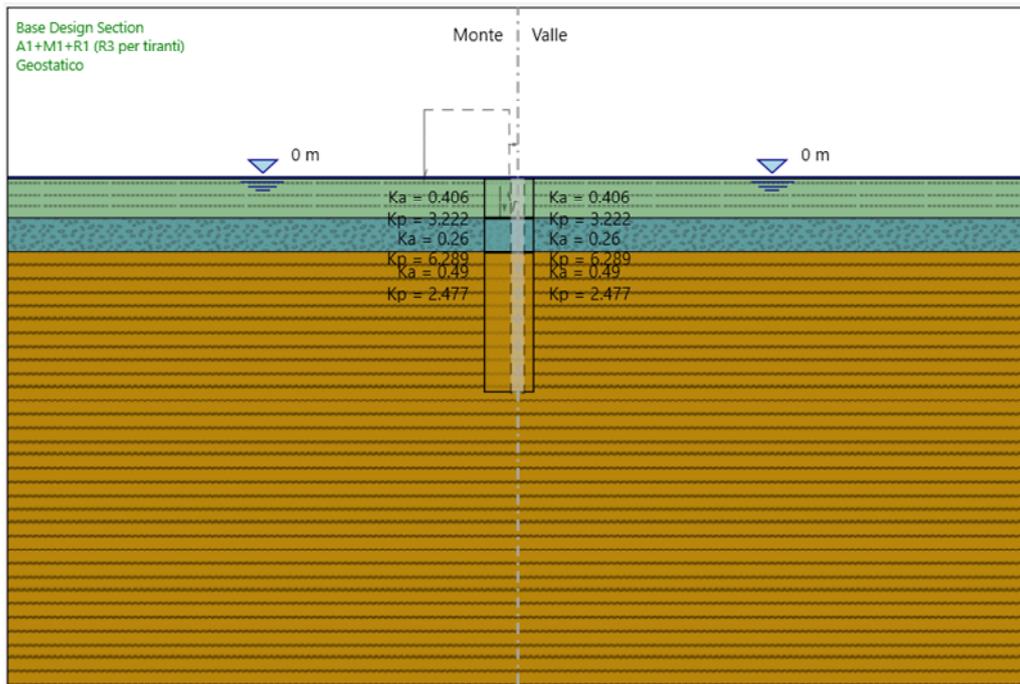


Figura 8.13. Coefficienti di spinta Combinazione A1+M1+R1 (Pila P14)

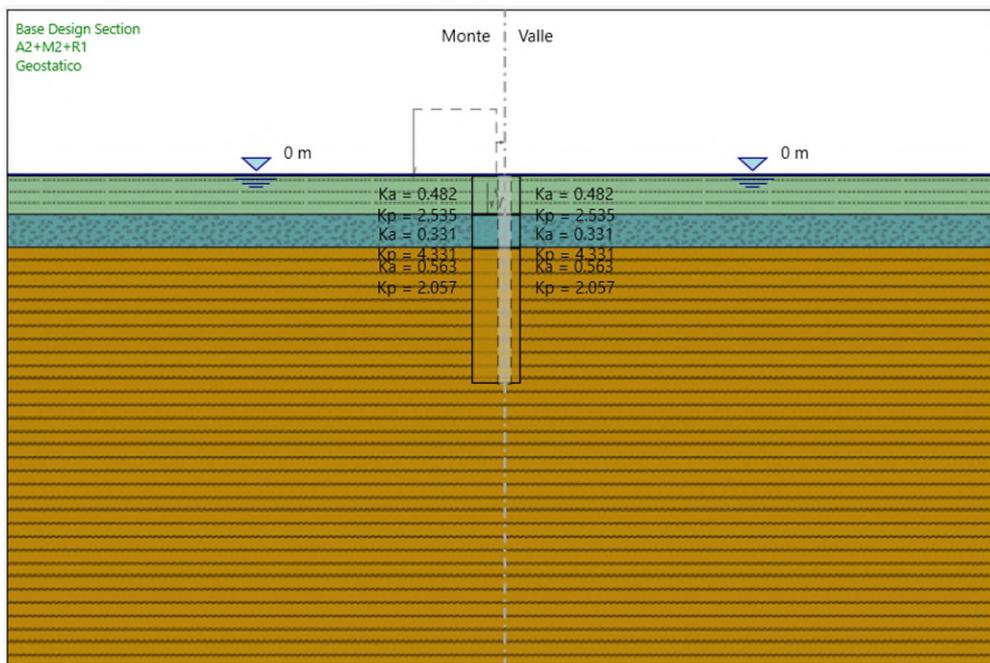


Figura 8.14. Coefficienti di spinta Combinazione A2+M2+R1 (Pila P14)

<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 E SPALLE</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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>38 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	38 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	38 di 78								

In sommità della paratia è stata considerata una molla elastica che rappresenta la rigidezza 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 8 m, interasse 6.9 m e inclinazione di  $45^\circ$ , aventi la seguente rigidezza:

$$k = \frac{E_s \cdot A_s}{L \cdot i} \cdot \sin \alpha = \frac{210000000 \cdot 0.009861}{8.00 \cdot 6.90} \cdot \sin 45^\circ = 26526 \frac{kN}{m}$$

### 8.2.2 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;
- fase 1 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.1$  m
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
- fase 2 – scavo a -1.7 m
- fase 3 – installazione puntelli metallici
- fase 4 – scavo a -6.9 m

### 8.2.3 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.

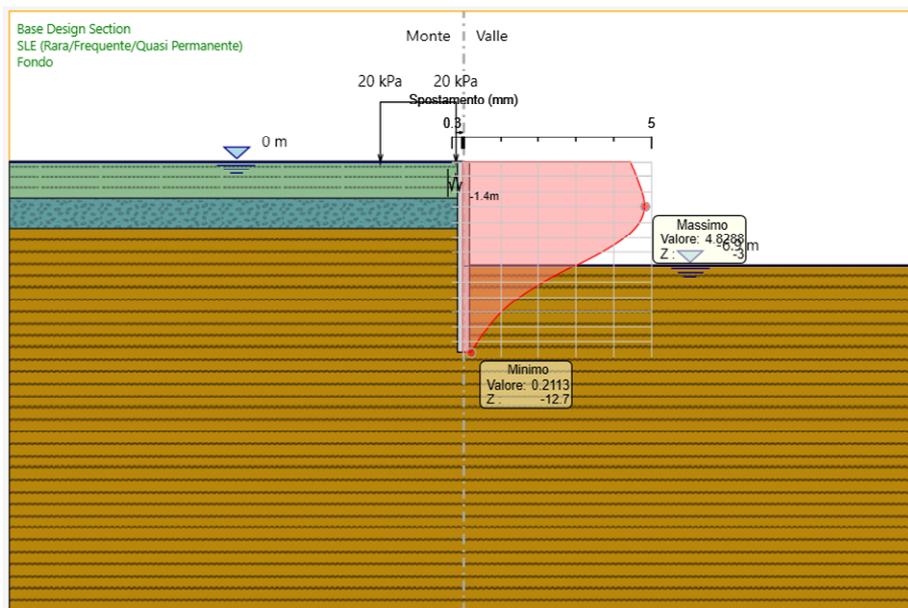


Figura 8.15. P14. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

<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 E SPALLE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>39 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	39 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	39 di 78								

## 8.2.4 Sintesi dei risultati per gli stati limite strutturali (STR)

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

Nella Tabella 8.9 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 8.16 e Figura 8.17 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	M [kNm]	V [kN]
2	-55.64	-20.91
3	-55.64	-20.91
4	215.92	-159.23

Tabella 8.9: P14. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo

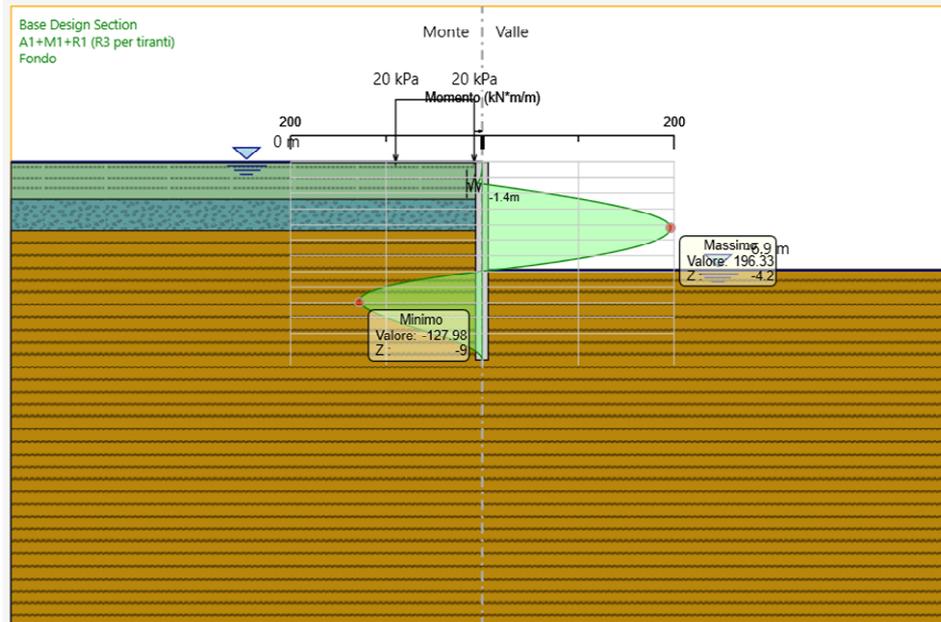


Figura 8.16. P14. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

<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 E SPALLE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>40 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	40 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	40 di 78								

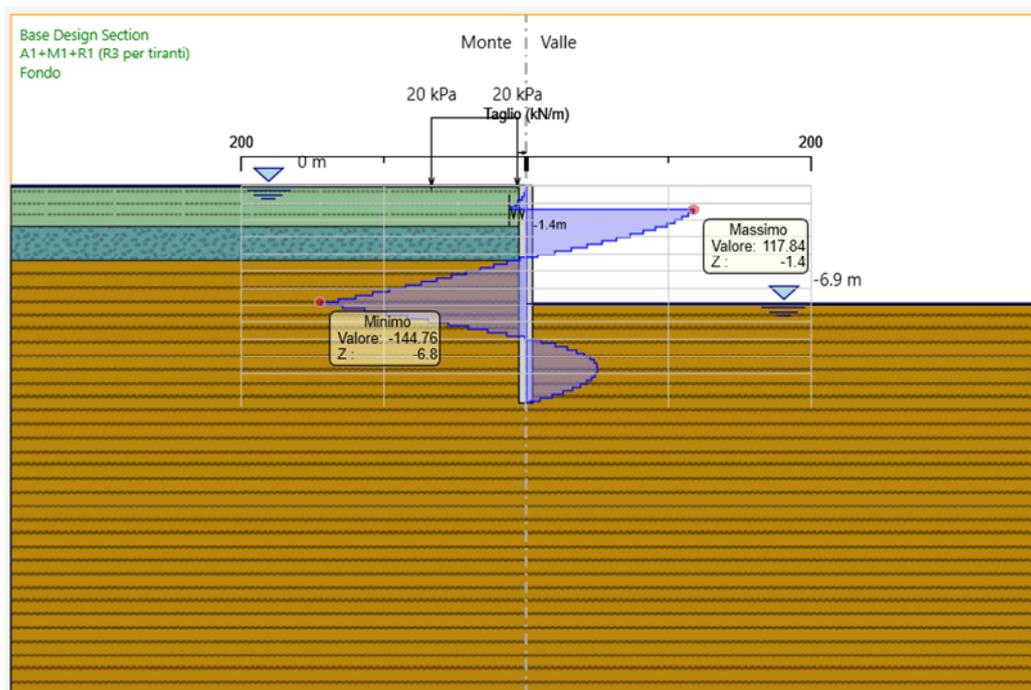


Figura 8.17. P14. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

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

Nella seguente tabella si riporta:

- il carico a metro lineare  $q$ , ricavato 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.

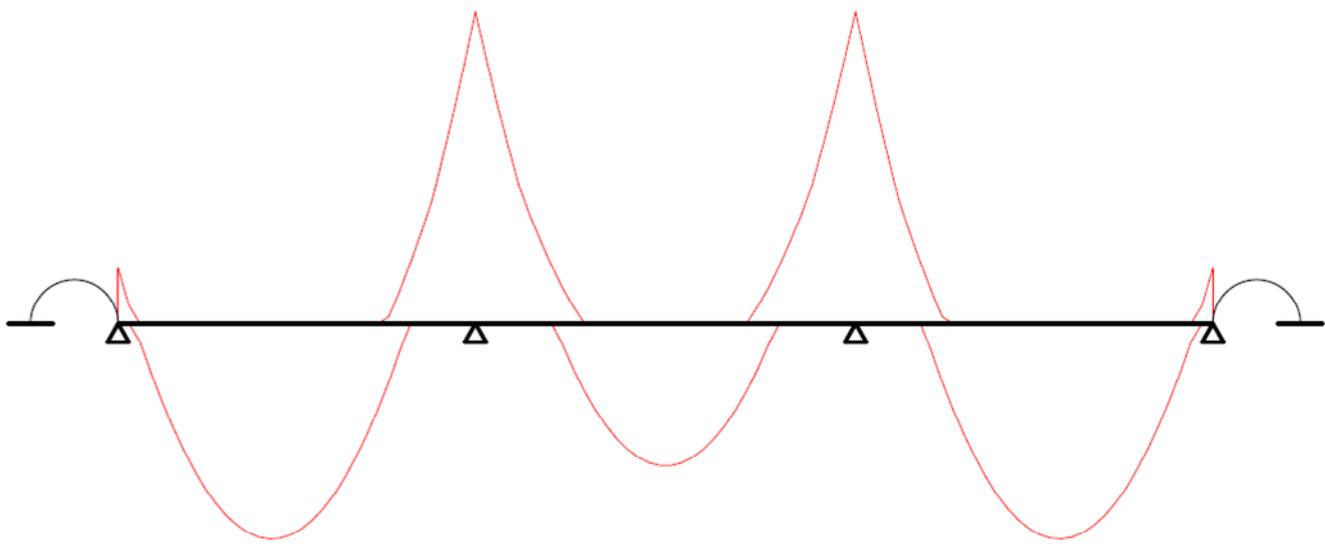
$q$	131.8	kN/m
$M_{max}$	-554.1	kNm
$T_{max}$	487.3	kN
$N_{puntello}$	940.2	kN

Tabella 8.10: P14. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul cordolo sommitale

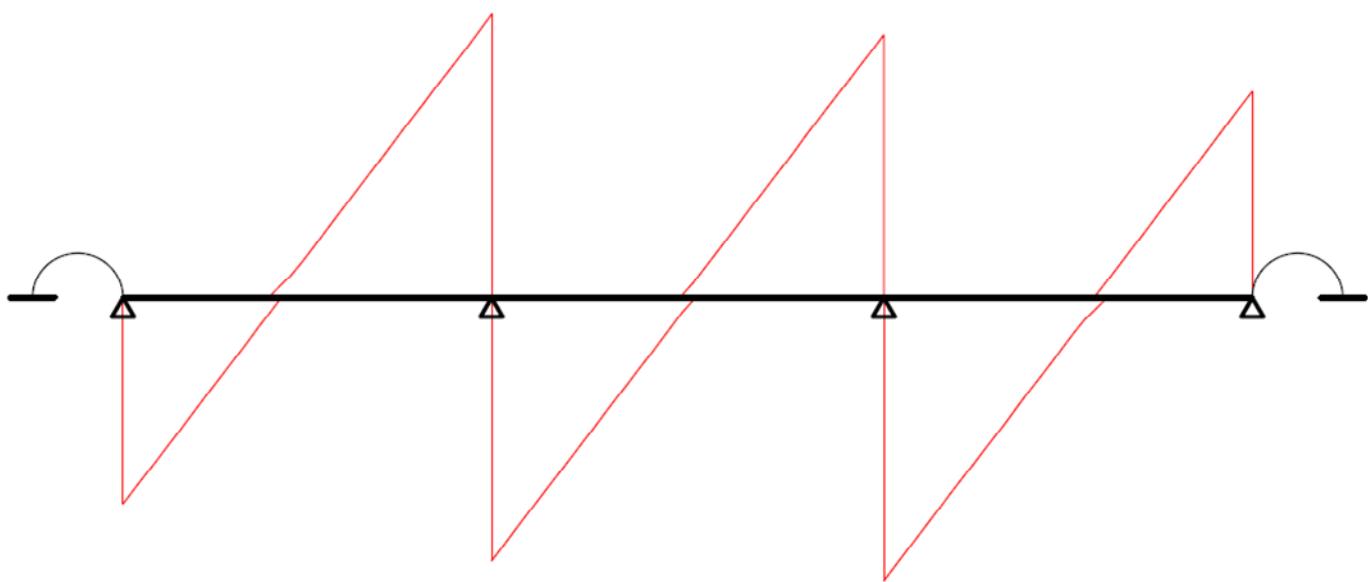
Nelle figure seguenti si riporta l'andamento delle sollecitazioni di taglio e momento flettente allo SLU (A1+M1+R1) agenti sul cordolo sommitale.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> <span style="margin-left: 50px;"></span> <span style="margin-left: 50px;"></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> <span style="margin-left: 50px;"></span> <span style="margin-left: 50px;">Alpina</span>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 41 di 78

Sollecitazioni SLU



M min	-97,73		-554,1		-554,1		-97,73
M max		382,8		252,6		382,8	
R max	355,1		940,2		940,2		355,1
R min	250,8		693,6		693,6		250,8



T maxs	0		-487,3		-452,9		-355,1
T maxd	355,1		452,9		487,3		0
Luci		6,3		6,7		6,3	

Figura 8.18. P14. Fase 4: 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 E SPALLE	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 42 di 78

## 8.2.5 Verifiche allo SLU di tipo STR

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

### 8.2.5.1 Pali

#### Verifica flessionale e tagliante

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

	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
<b>GABBIA 1</b>	11.0	6Φ24	Spirale Φ12/250mm
	8	6Φ24	

Tabella 8.11: P14. Armatura longitudinale e trasversale

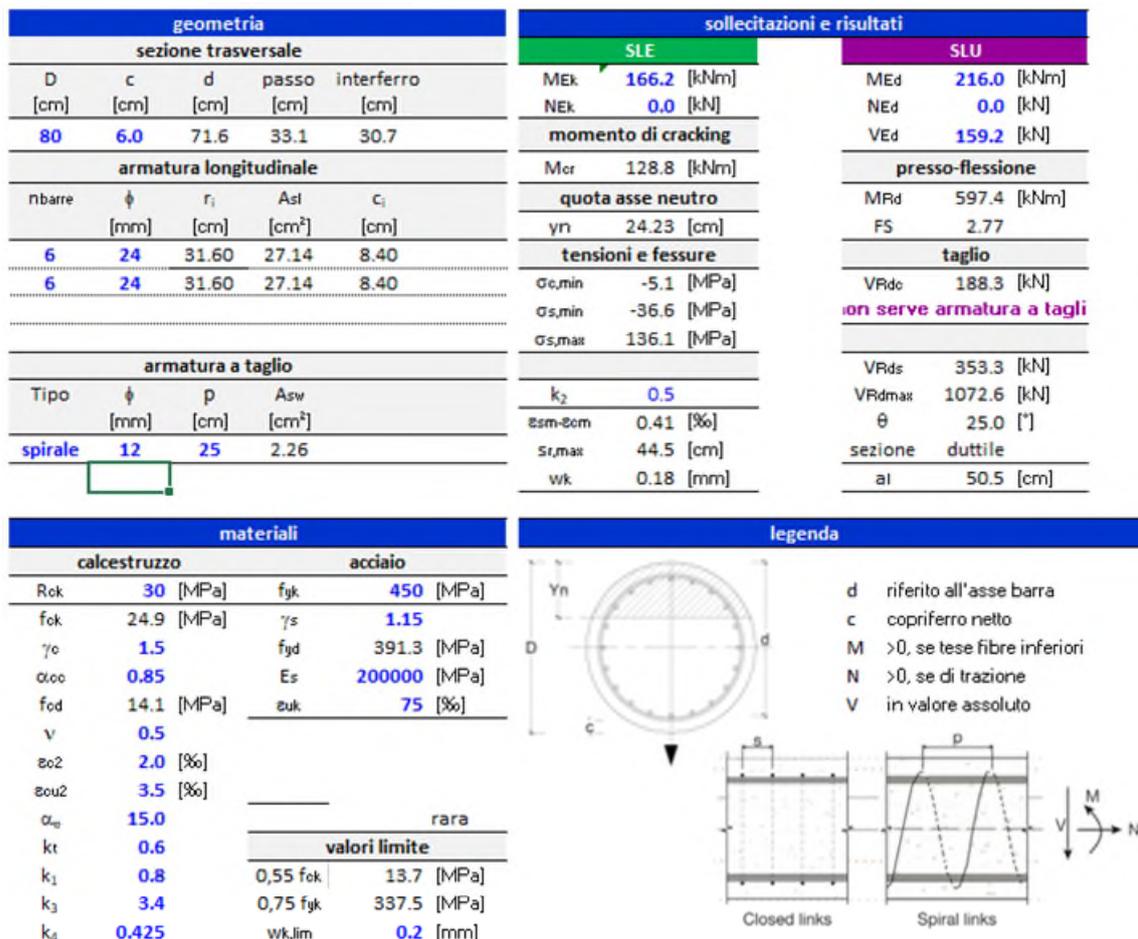


Figura 8.19. P14. Verifica flessionale e tagliante

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 43 di 78

### 8.2.5.2 Cordolo sommitale

#### Verifica flessionale e tagliante

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

Tipologia cordolo	Armatura prevista lato terra	Armatura prevista lato scavo	Armatura trasversale
1	5 $\phi$ 26	5 $\phi$ 26	$\phi$ 12/200mm

Tabella 8.12: P14. Armatura longitudinale e trasversale cordolo sommitale

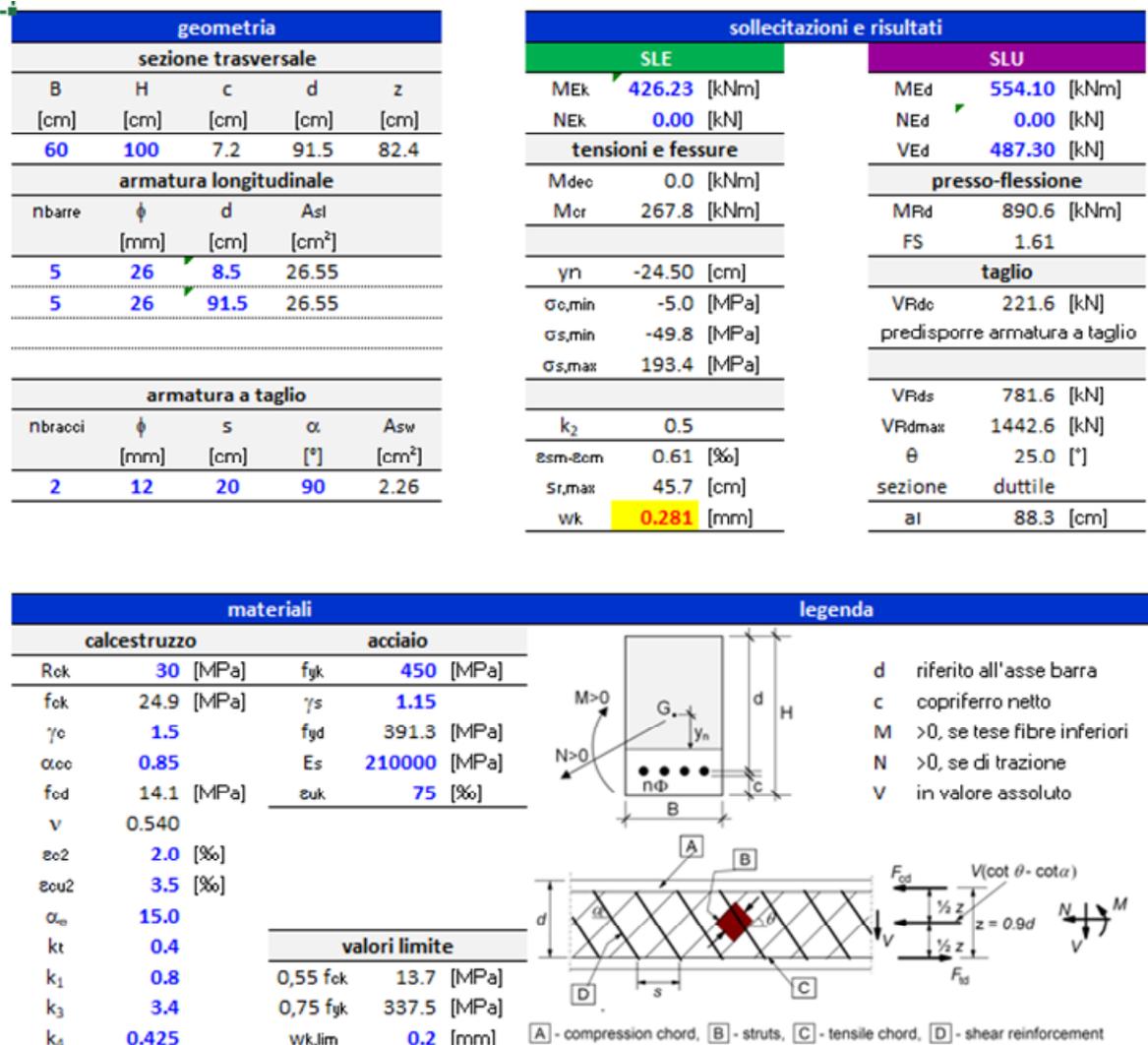


Figura 8.20. P14. Verifica flessionale e tagliante cordolo sommitale

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 44 di 78

### 8.2.5.3 Puntello sommitale

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

#### Geometria del puntone

lunghezza	$L$	<b>8.0</b>	[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	$N_{Ed}$	<b>664.8</b>	[kN]
resistenza a compressione	$N_{c,Rd}$	2583	[kN m]

**Verifica OK**

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

<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>   						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 45 di 78

**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>	$N_{cr}$	3937435	[N]
<i>snellezza adimensionale</i>	$\lambda$	0.83	[-]
<i>coefficiente <math>\Phi</math></i>	$\Phi$	0.91	[-]
<i>coefficiente <math>\chi</math></i>	$\chi$	0.78	[-]
<i>resistenza all'instabilità</i>	$N_{b,Rd} =$	1918	[kN]

Verifica OK

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

**Verifica a pressoflessione**

<i>sforzo normale massimo dal modello</i>	$N_{Ed}$	664.8	[kN]
<i>resistenza a compressione</i>	$N_{pl,Rd}$	2583	[kN m]
<i>coefficiente riduttivo</i>	1-n	0.74	[-]
<i>momento flettente massimo</i>	$M_{Ed}$	6.19	[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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 46 di 78

## 8.2.6 Verifica allo SLU di tipo GEO

### 8.2.6.1 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 immergono la stabilità è palesemente soddisfatta.

### 8.2.6.2 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 le 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  $\gamma_R = 1.0$ .

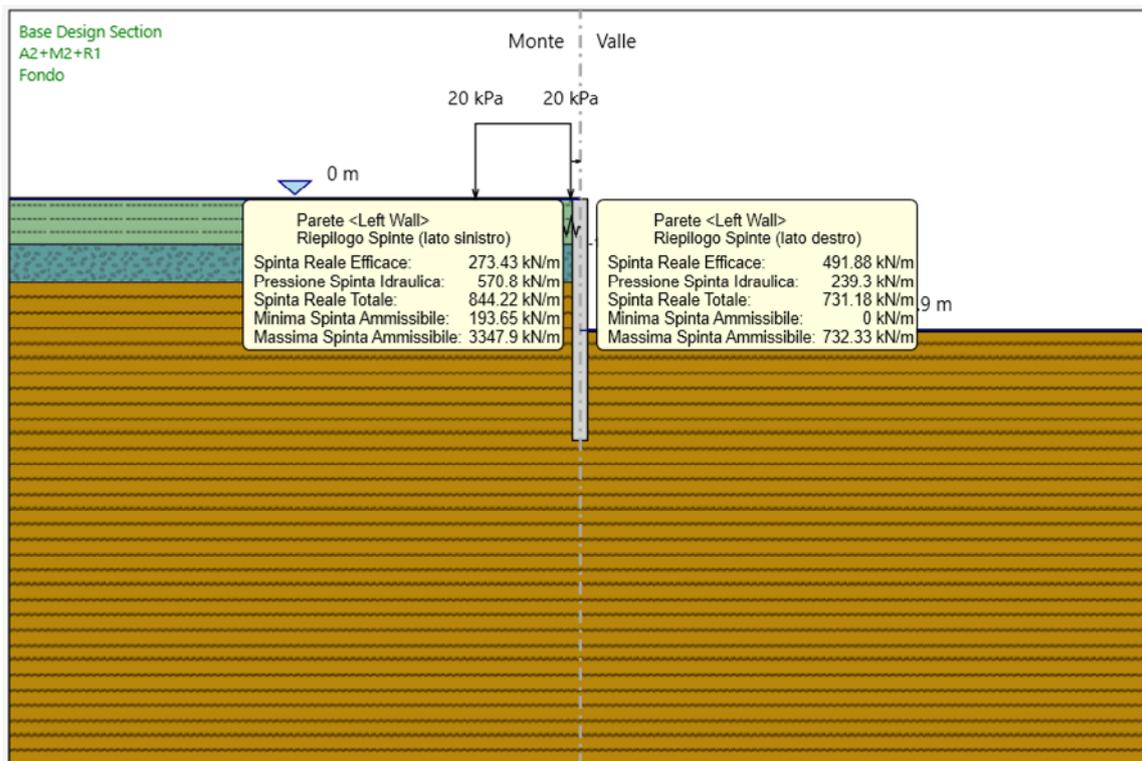


Figura 8.21. P14. Riepilogo delle spinte

Spinta reale efficace = 491.88 kN/m

Massima spinta ammissibile = 732.33 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 67%.

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 47 di 78

## 9 SEZIONI DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE IMPALCATO IN C.A.P.

### 9.1 PILA P3 (PK 1+841.00)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020.



Figura 9.1. P3. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

#### 9.1.1 Dati di input del modello e livelli piezometrici

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF28-01-E-ZZ-L9-VI0102-000-A". Nella Figura 9.12 si riporta lo stralcio del profilo geotecnico inerente alla Pila 3.

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	48 di 78

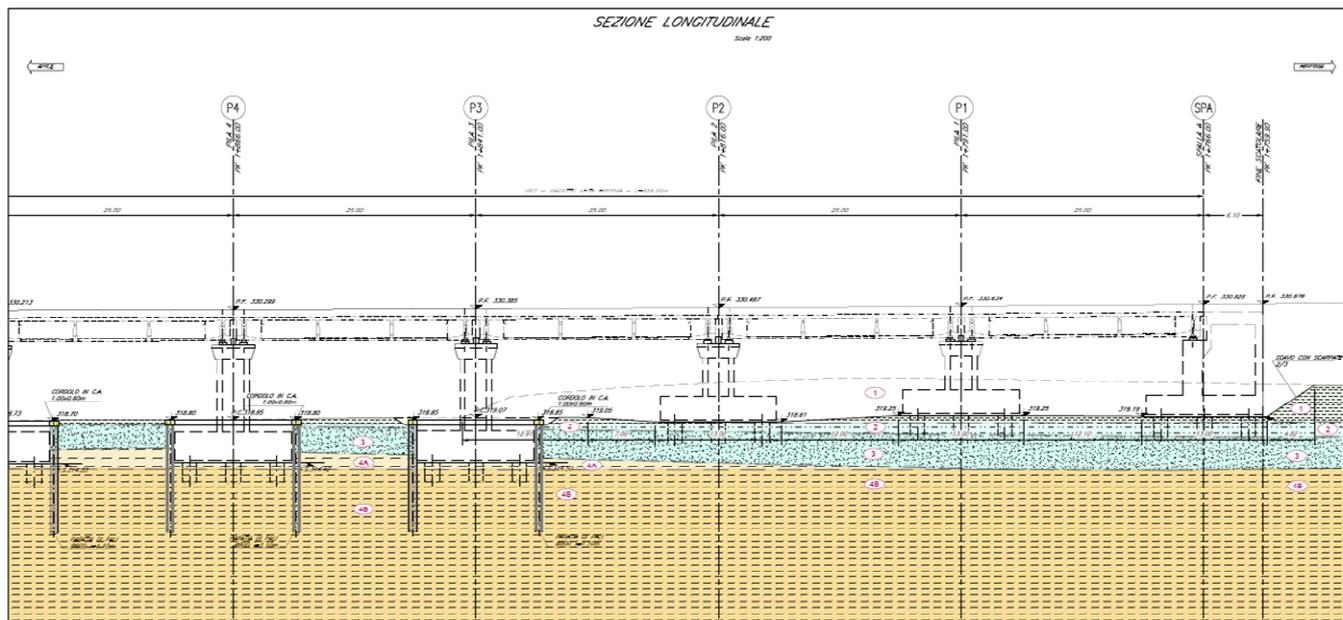


Figura 9.2. P3. Profilo geotecnico di riferimento

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.]
318.06	0.6	Unità 1	319.07
317.97	0.5	Unità 2	
315.27	2.7	Unità 3	
313.77	1.5	Unità 4A	
var.	>30	Unità 4B	

Tabella 9.1: Stratigrafia di riferimento

Unità		Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4A	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range	range	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17÷19	18÷19.5	18÷20	19÷21	19÷21
$w_N$	%	28÷30	10÷30	0	12÷25	12÷25
LL	%	35÷50	30÷40	20÷30	40÷70	40÷75
LP	%	20÷25	15÷20	13÷16	28÷18	15÷25
IP	%	15÷25	10÷20	8÷18	18÷45	20÷48
$c'$	kPa	10÷20	0÷5	0	15÷25	20÷40
$\Phi'$	°	22÷25	28÷32	35÷37	20÷23	20÷25
$E_0$	MPa	200÷400	300÷600	400÷600	500÷900	800÷2000
$E_{young}$	MPa	40÷80	60÷120	80÷120	100÷180	160÷400

Tabella 9.2: Parametri geotecnici di riferimento

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 49 di 78

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 9.8. 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  $\frac{1}{2} \phi'$ .

### 9.1.2 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;
- *fase 1 – applicazione carico scotico*
  - *applicazione sovraccarico duna realizzata con scotico*
- *fase 2 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.1$  m*
- *fase 3 – carico di cantiere/rimozione duna*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
  - *rimozione sovraccarico duna*
- *fase 4 – scavo a -4.6 m*

### 9.1.3 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.

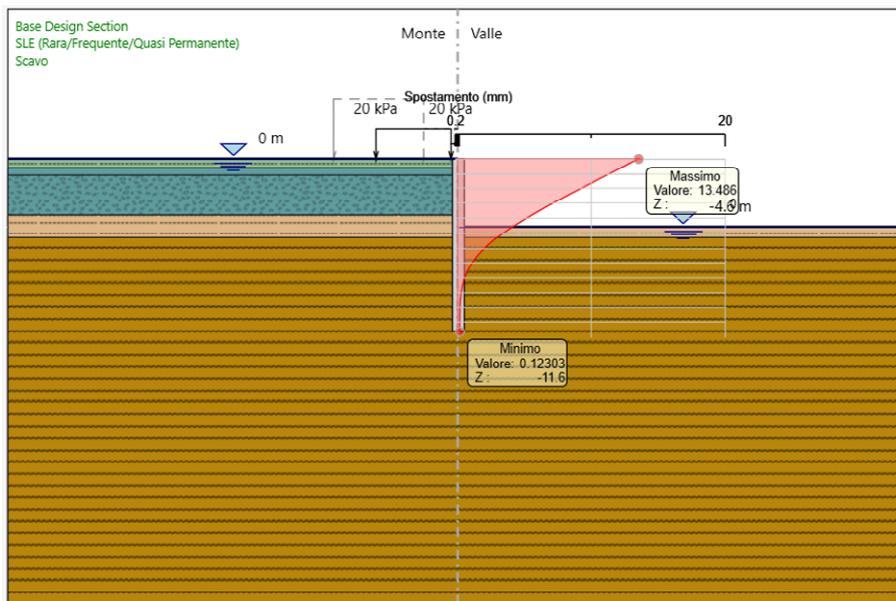


Figura 9.3. P3. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 50 di 78

### 9.1.4 Sintesi dei risultati per gli stati limite strutturali (STR)

Nella Tabella 9.9 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 9.14 e Figura 9.15 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	M [kNm]	V [kN]
5	-259.5	-111.2

Tabella 9.3: P3. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo

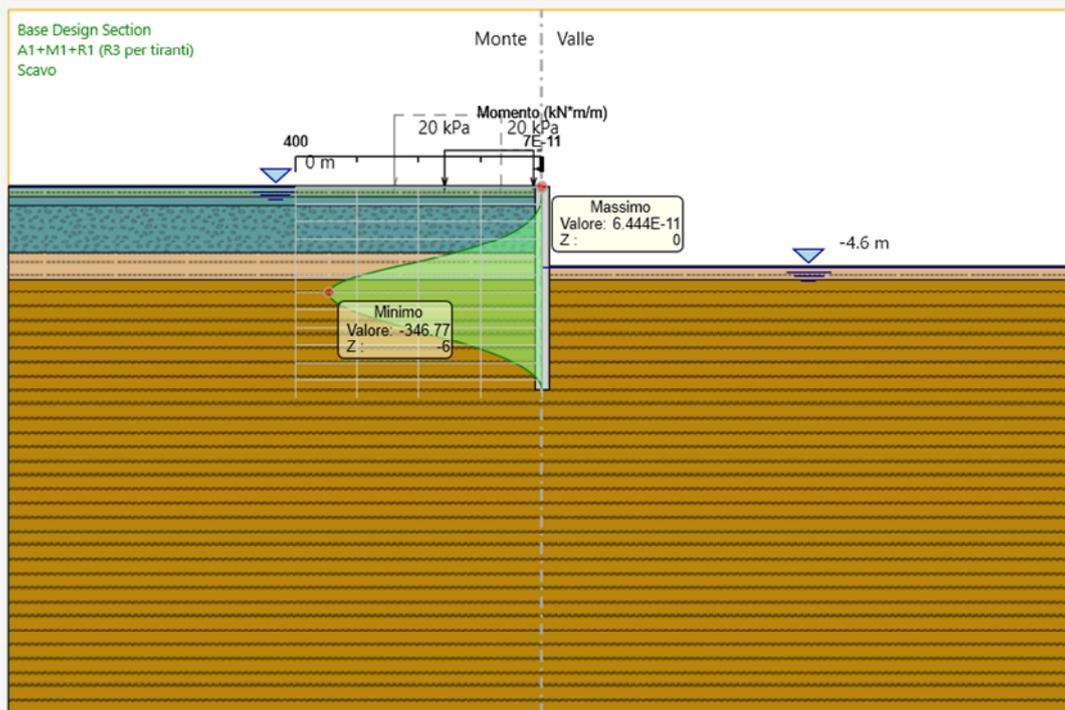


Figura 9.4. P3. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

<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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>51 di 78</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	51 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	51 di 78													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>																		

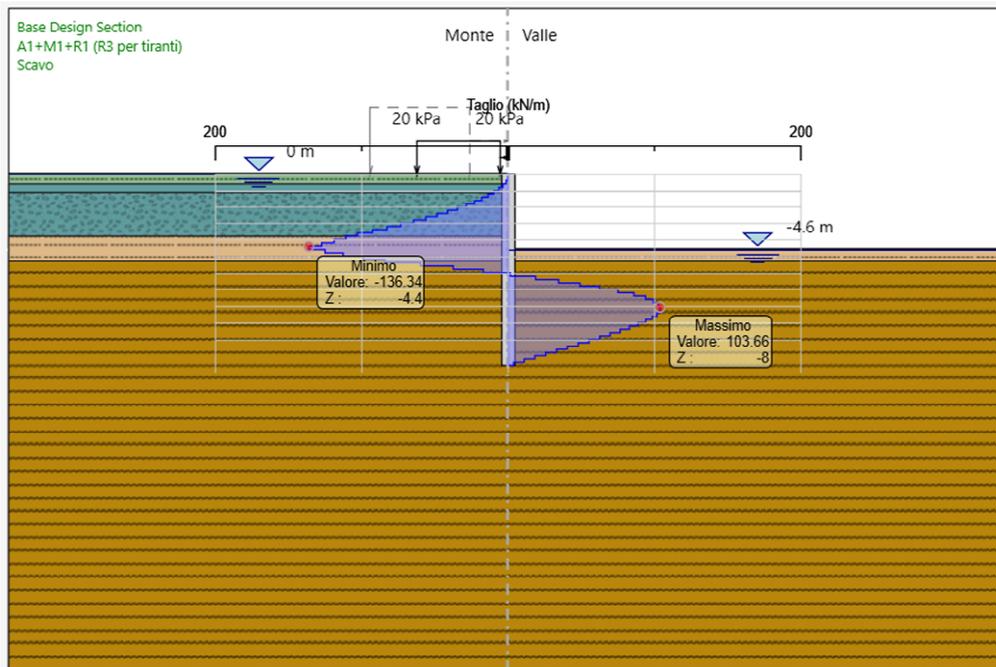


Figura 9.5. P3. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

## 9.2 PILA P7 (PK 1+941.00)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020.

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>52 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	52 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	52 di 78								

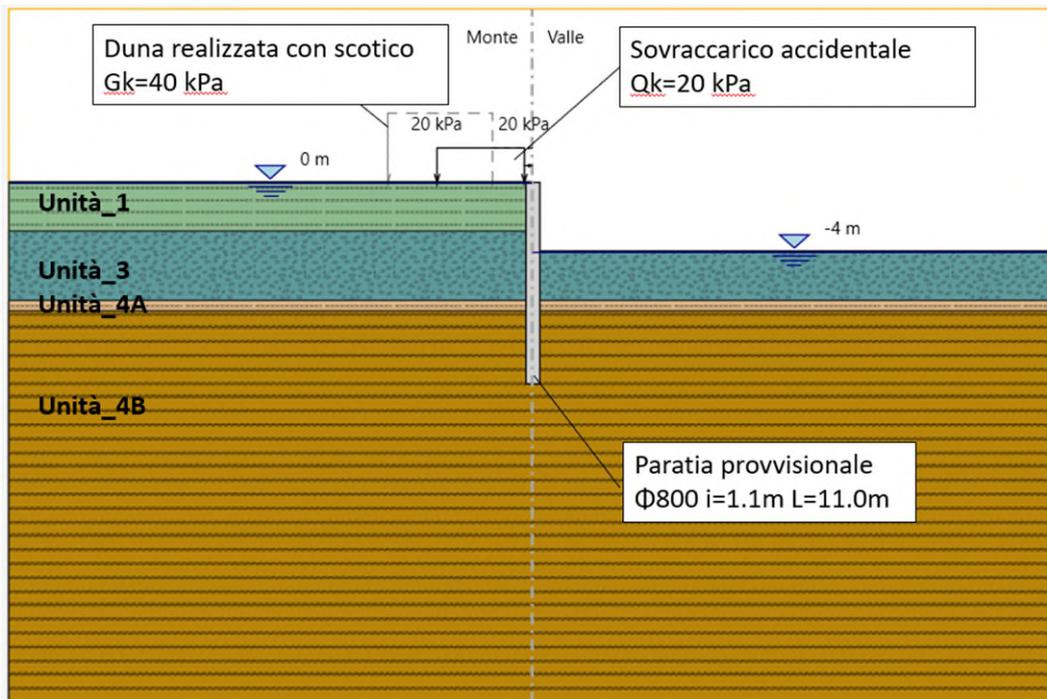


Figura 9.6. P7. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

### 9.2.1 Dati di input del modello e livelli piezometrici

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF28-01-E-ZZ-L9-VI0102-001-A". Nella Figura 9.12 si riporta lo stralcio del profilo geotecnico inerente alla Pila 7.

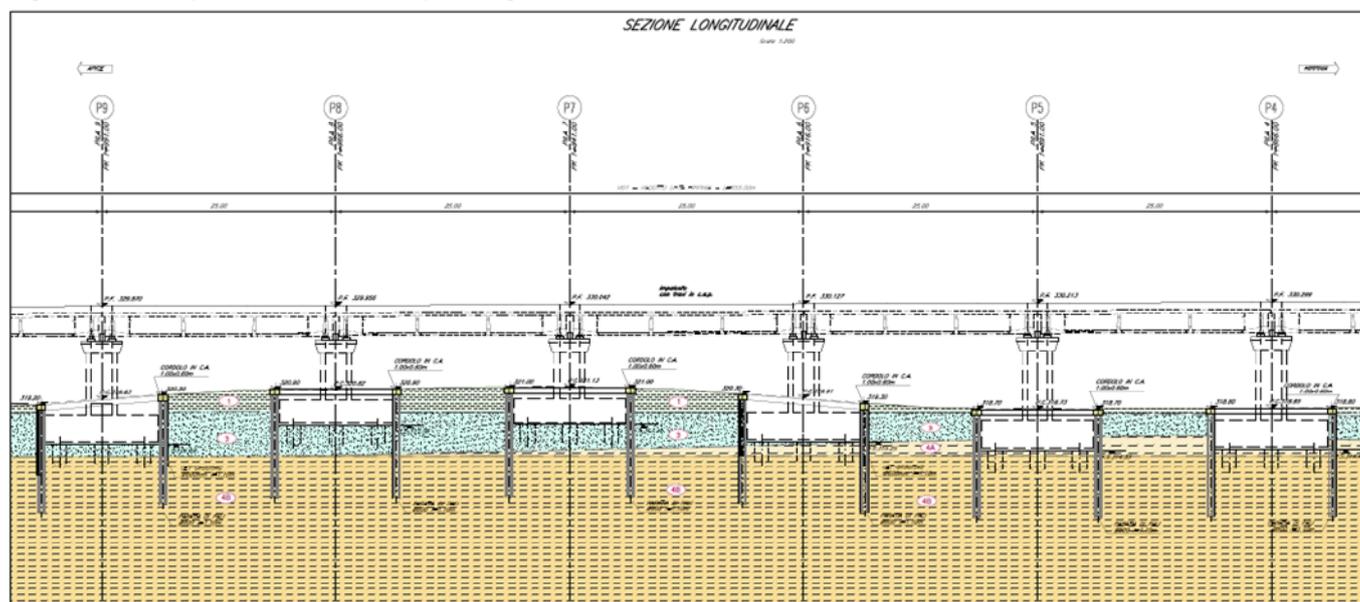


Figura 9.7. P7. Profilo geotecnico di riferimento

<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 E SPALLE</b>	

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.]
318.33	-2.8	Unità 1	321.13
314.33	-4	Unità 3	
313.73	0.6	Unità 4A	
var.	>30	Unità 4B	

**Tabella 9.4: Stratigrafia di riferimento**

Unità		Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4A	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range	range	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17÷19	18÷19.5	18÷20	19÷21	19÷21
$w_N$	%	28÷30	10÷30	0	12÷25	12÷25
LL	%	35÷50	30÷40	20÷30	40÷70	40÷75
LP	%	20÷25	15÷20	13÷16	28÷18	15÷25
IP	%	15÷25	10÷20	8÷18	18÷45	20÷48
$c'$	kPa	10÷20	0÷5	0	15÷25	20÷40
$\phi'$	°	22÷25	28÷32	35÷37	20÷23	20÷25
$E_0$	MPa	200÷400	300÷600	400÷600	500÷900	800÷2000
$E_{young}$	MPa	40÷80	60÷120	80÷120	100÷180	160÷400

**Tabella 9.5: 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 9.8. 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  $\frac{1}{2} \phi'$ .

## 9.2.2 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;
- *fase 1 – Applicazione carico scotico*
  - applicazione sovraccarico duna realizzata con scotico
- *fase 2 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.1$  m*
- *fase 3 – Carico di cantiere/rimozione duna*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
  - rimozione sovraccarico duna
- *fase 4 – scavo a -4 m*

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>54 di 78</b>

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

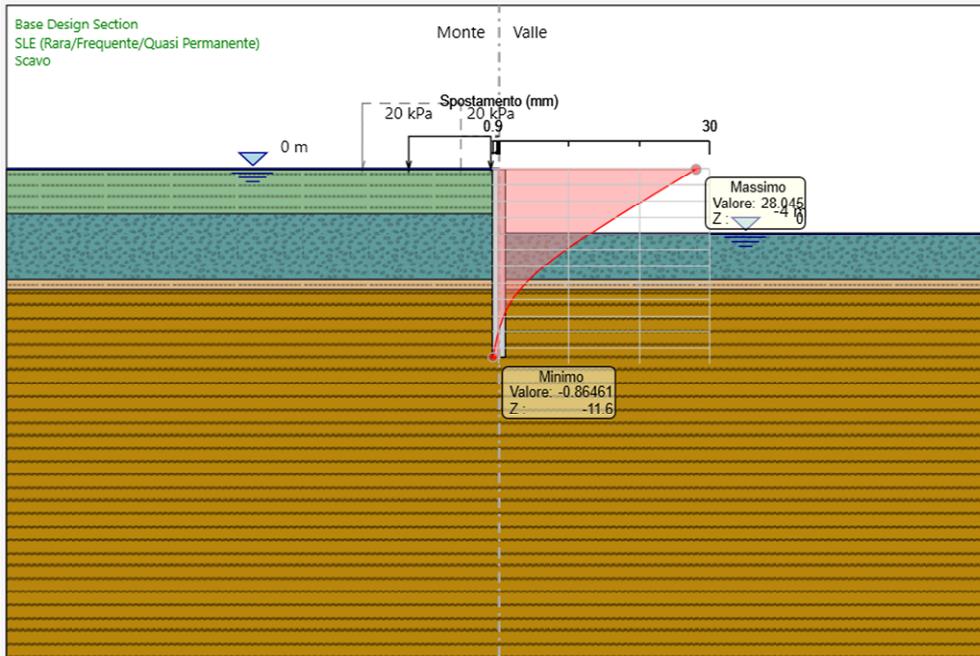


Figura 9.8. P7. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

### 9.2.3 Sintesi dei risultati per gli stati limite strutturali (STR)

Nella Tabella 9.9 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 9.14 e Figura 9.15 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	M [kNm]	V [kN]
5	-583.2	220.5

Tabella 9.6: P3. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 55 di 78

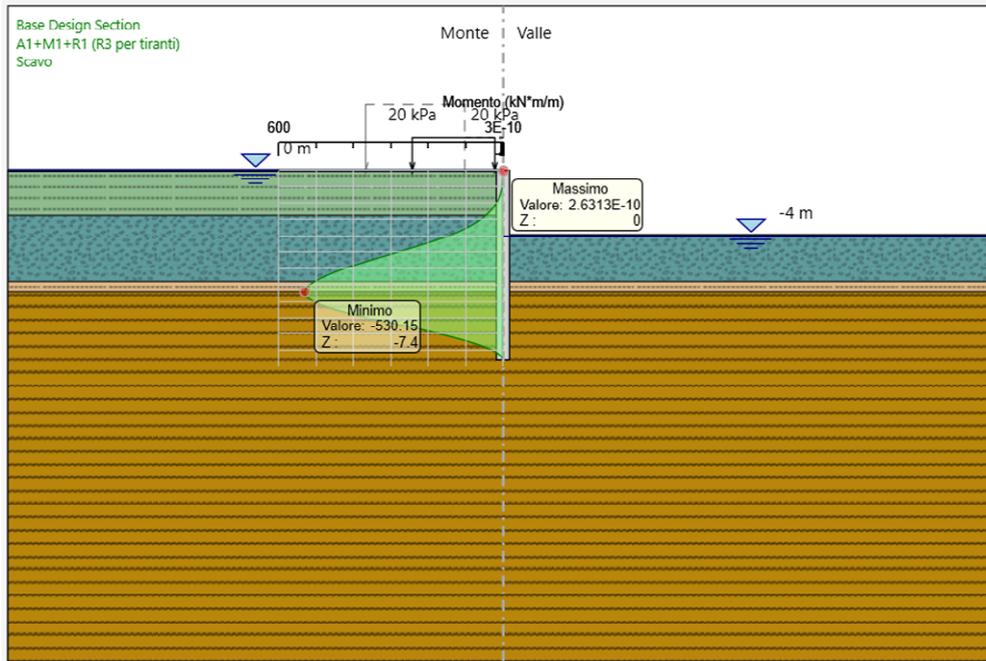


Figura 9.9. P7. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

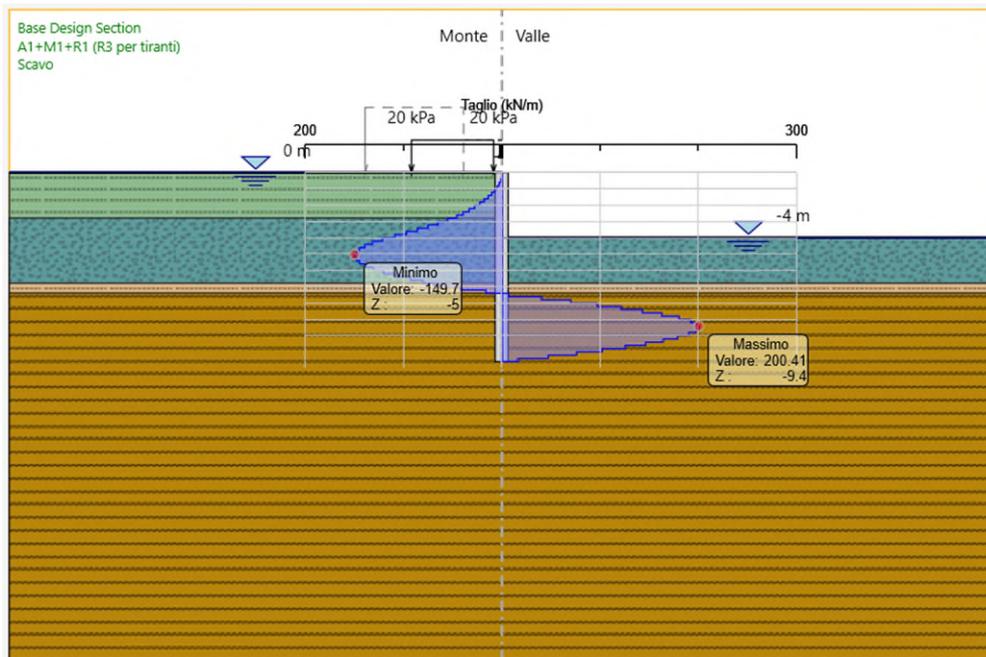


Figura 9.10. P3. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 56 di 78

### 9.3 PILA P22 (PK 2+371.00)

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020.

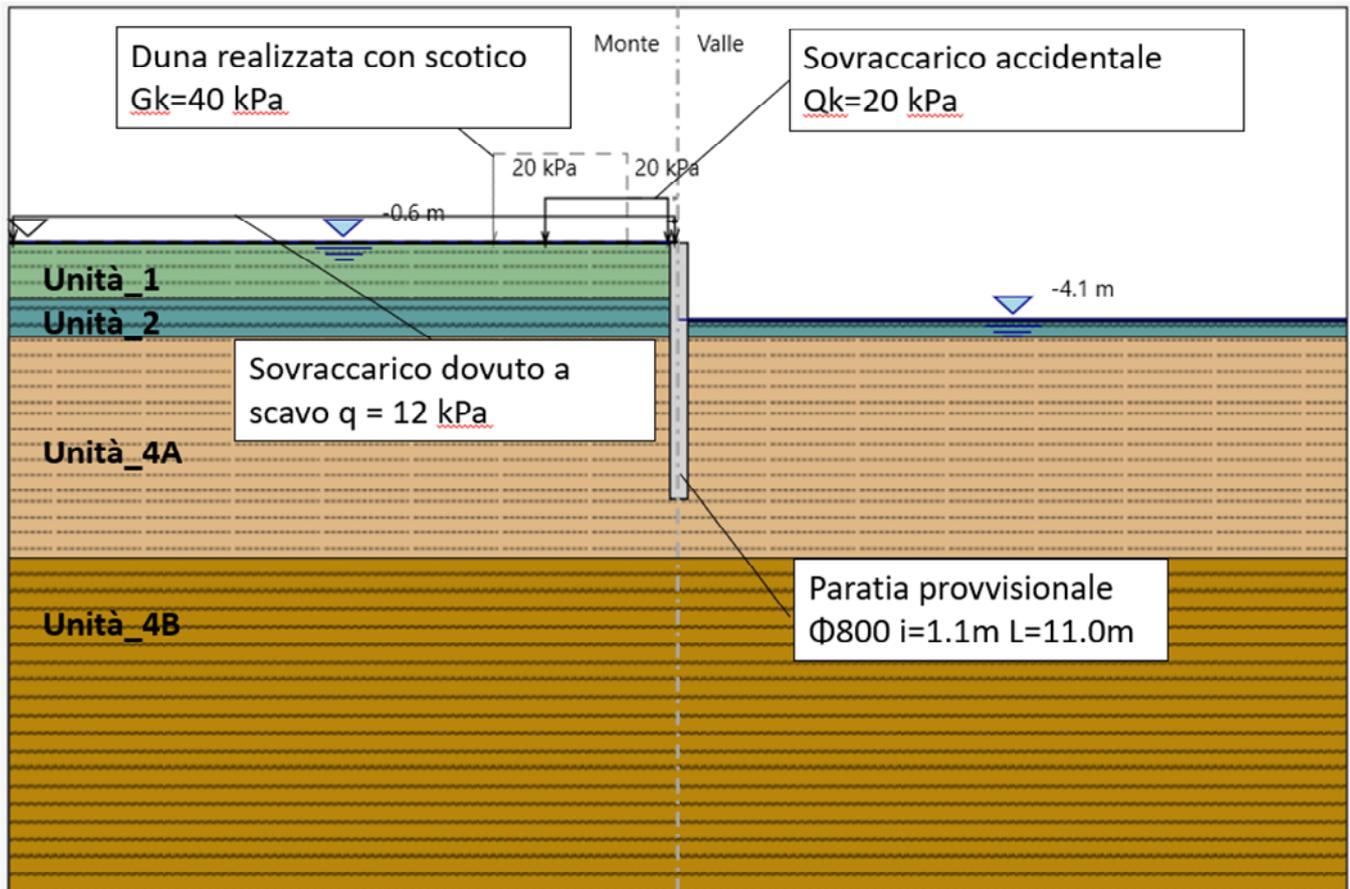


Figura 9.11. P22. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

#### 9.3.1 Dati di input del modello e livelli piezometrici

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF28-01-E-ZZ-L9-VI0102-005-A". Nella Figura 9.12 si riporta lo stralcio del profilo geotecnico inerente alla Pila 22.

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>		COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0102 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>57 di 78</b>

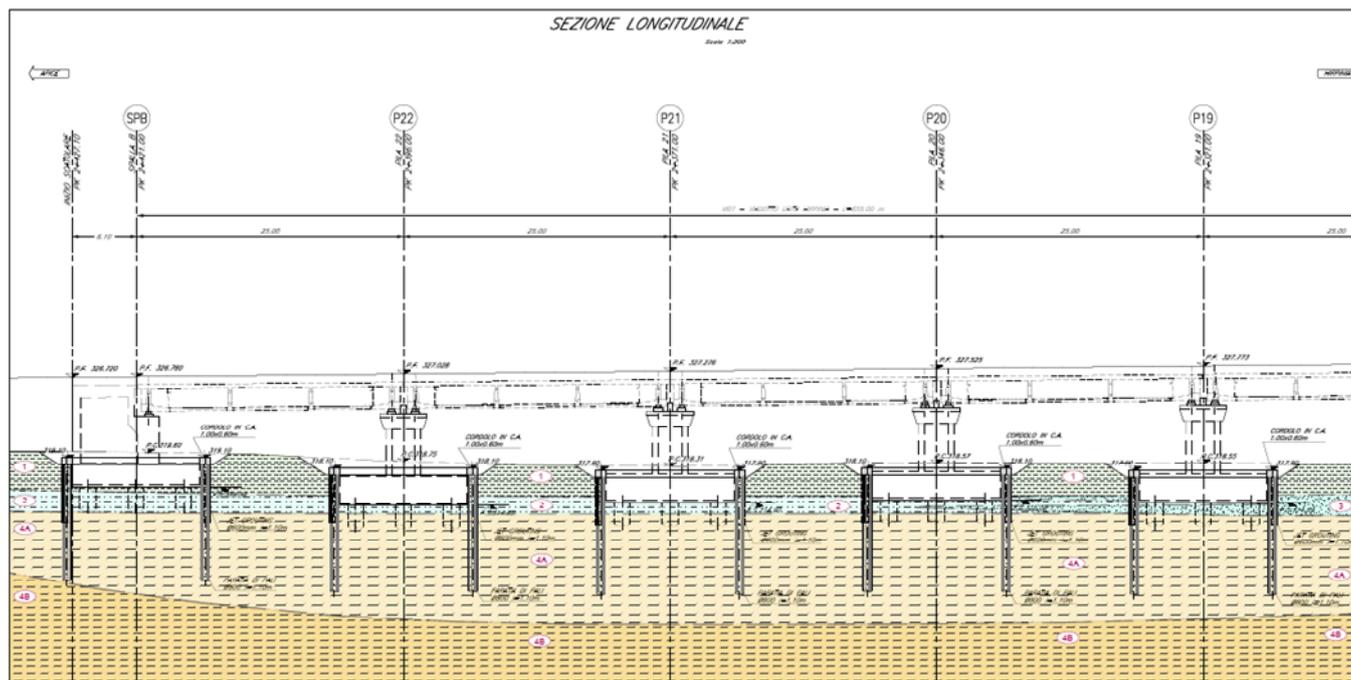


Figura 9.12. P22. Profilo geotecnico di riferimento

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.]
315.55	3.2	Unità 1	318.75
313.88	1.67	Unità 2	
303.88	10	Unità 4A	
var.	> 30	Unità 4B	

Tabella 9.7: Stratigrafia di riferimento

Unità		Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4A	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range	range	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17÷19	18÷19.5	18÷20	19÷21	19÷21
w <sub>N</sub>	%	28÷30	10÷30	0	12÷25	12÷25
LL	%	35÷50	30÷40	20÷30	40÷70	40÷75
LP	%	20÷25	15÷20	13÷16	28÷18	15÷25
IP	%	15÷25	10÷20	8÷18	18÷45	20÷48
c'	kPa	10÷20	0÷5	0	15÷25	20÷40
$\phi'$	°	22÷25	28÷32	35÷37	20÷23	20÷25
E <sub>0</sub>	MPa	200÷400	300÷600	400÷600	500÷900	800÷2000
E <sub>young</sub>	MPa	40÷80	60÷120	80÷120	100÷180	160÷400

Tabella 9.8: Parametri geotecnici 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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 58 di 78

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 9.8. 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  $\frac{1}{2} \phi'$ .

### 9.3.2 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;
- *fase 1 – Ribasso quota piano di lavoro a -0.6 m*
- *fase 2 – Applicazione carico scotico*
  - *applicazione sovraccarico duna realizzata con scotico*
- *fase 3 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.1$  m*
- *fase 4 – Carico di cantiere/rimozione duna*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
  - rimozione sovraccarico duna
- *fase 5 – scavo a -4.1 m*

### 9.3.3 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 3.

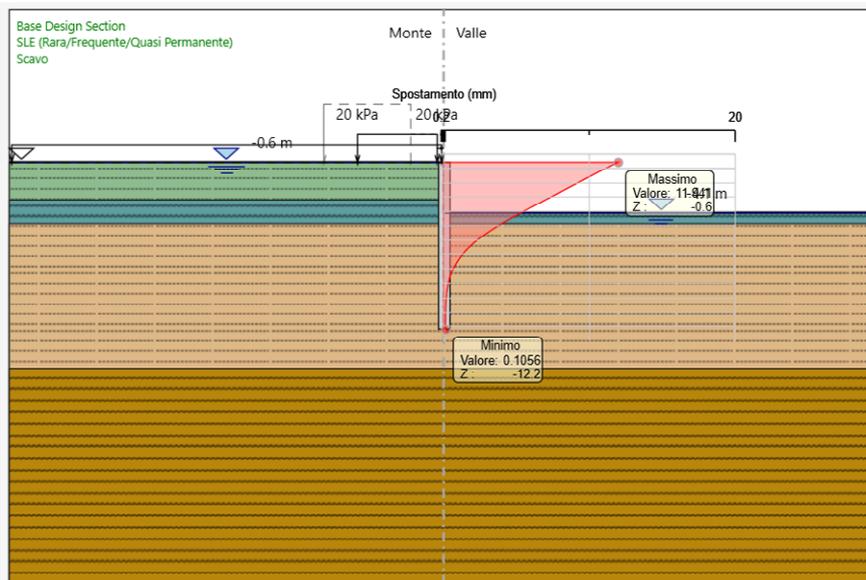


Figura 9.13. P22. Fase 5: SLE rara – Deformazioni

<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 E SPALLE</b>	<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>VI0102 000</td> <td>B</td> <td>59 di 78</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	59 di 78
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	VI0102 000	B	59 di 78								

### 9.3.4 Sintesi dei risultati per gli stati limite strutturali (STR)

Nella Tabella 9.9 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle Figura 9.14 e Figura 9.15 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	M [kNm]	V [kN]
5	-349.7	-158.3

Tabella 9.9: P22. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo

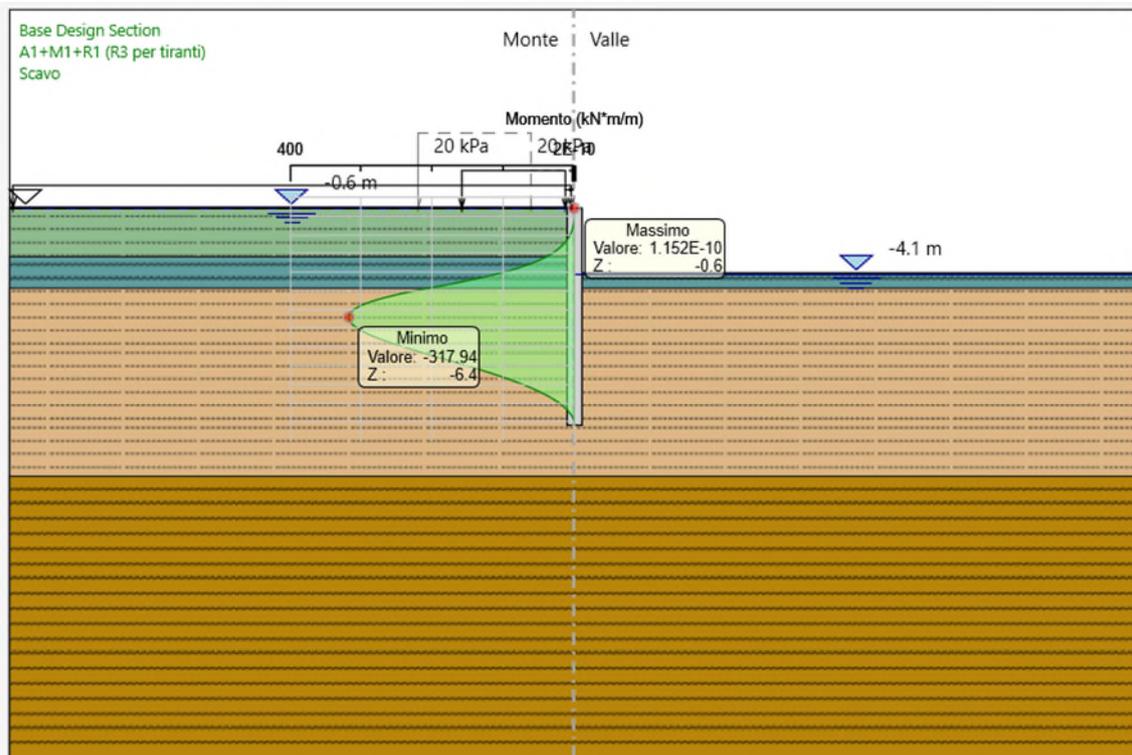


Figura 9.14. P22. Fase 5: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 60 di 78

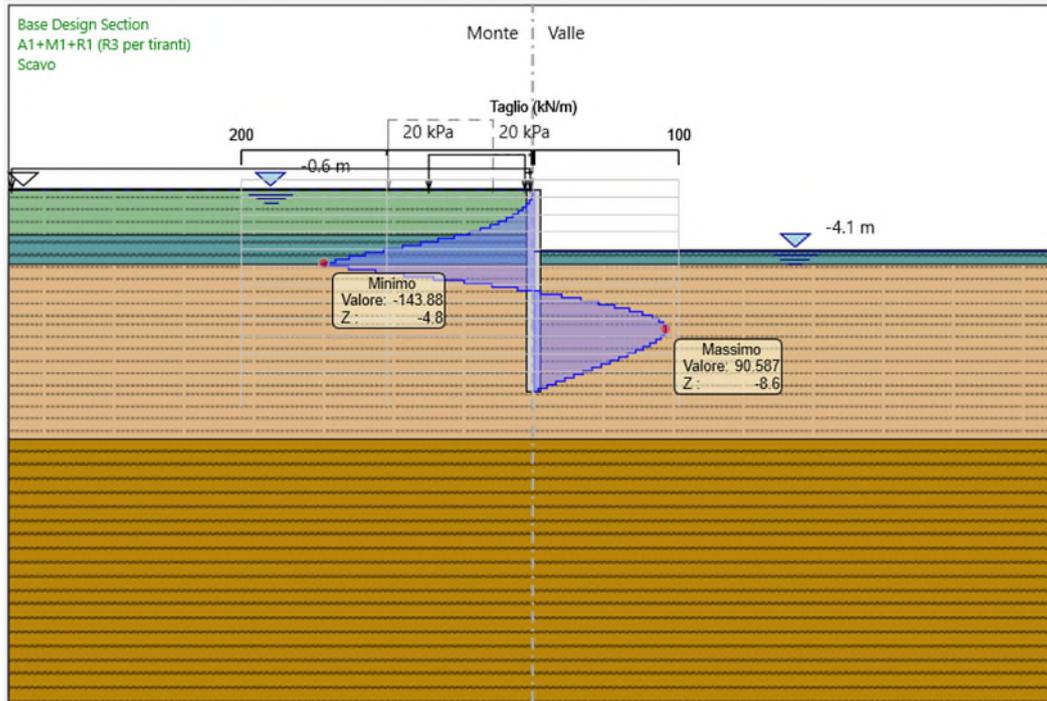


Figura 9.15. P22. Fase 5: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

<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 E SPALLE</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 61 di 78

## 9.4 VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali, riferite alla Pila di riferimento più sollecitata. Come si evince dalla figura sottostante, dove viene rappresentato l'involuppo delle sollecitazioni, la pila più sollecitata risulta la P7.

### PARATIA DI PALI TIPO 1

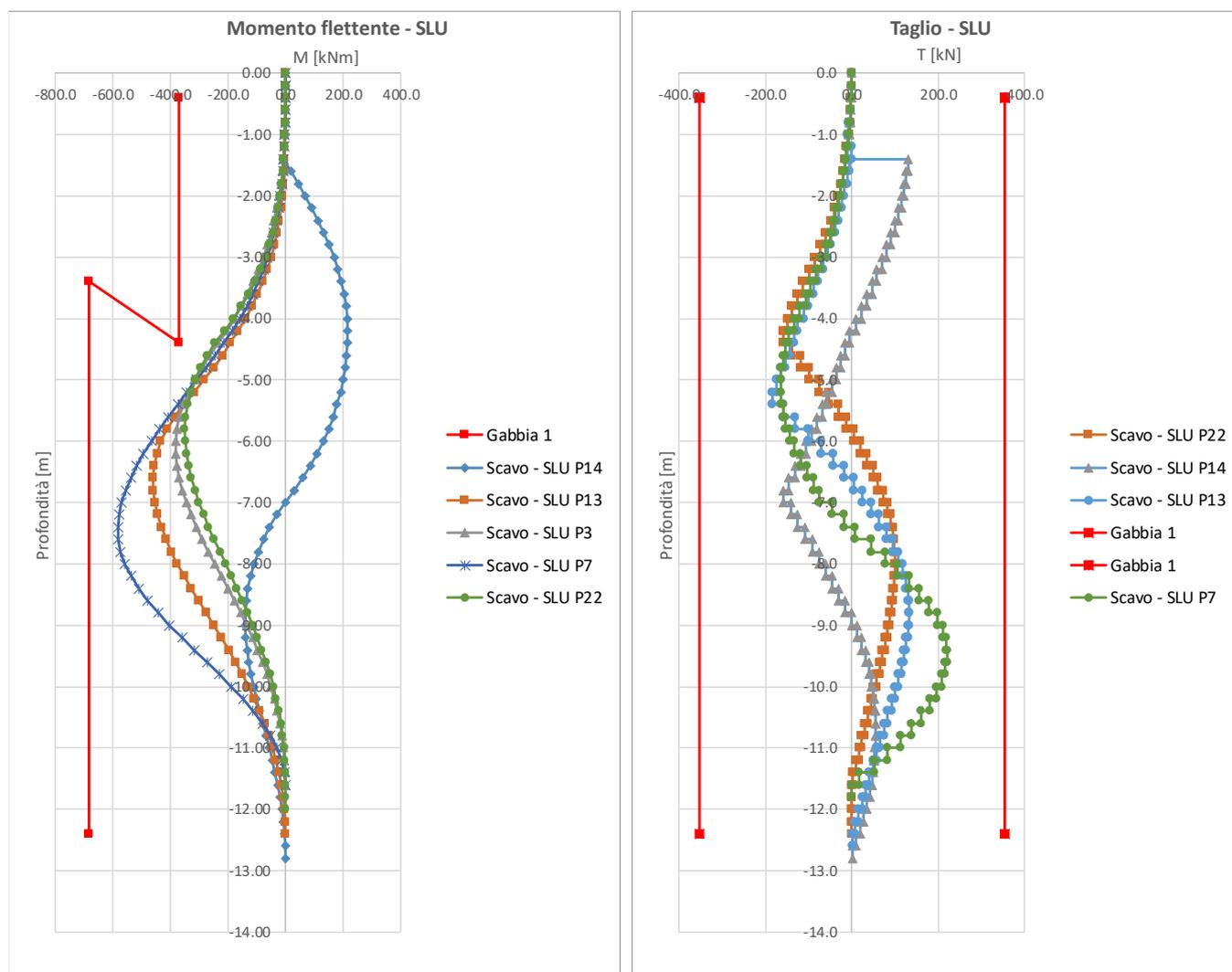


Figura 9.16 Involuppo sollecitazioni pali VI01

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>62 di 78</b>	

### Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista, con le verifiche strutturali condotte sulla pila P7.

	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
<b>GABBIA 1</b>	11.0	6Φ26	Spirale Φ8/250mm
	9	6Φ26	

Tabella 9.10: P7. Armatura longitudinale e trasversale

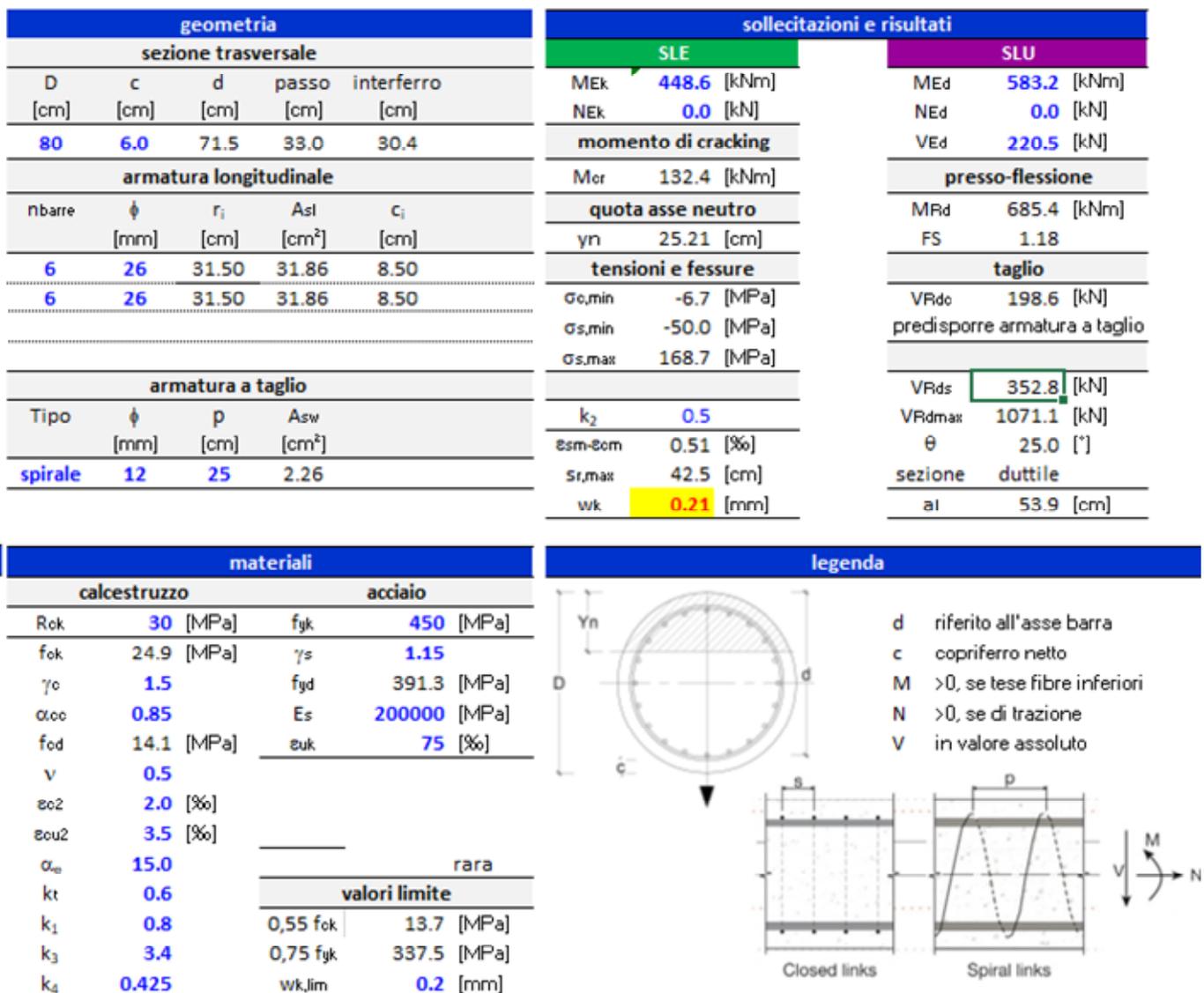


Figura 9.17. P7. Verifica flessionale e tagliante armatura max

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>63 di 78</b>	

geometria					sollecitazioni e risultati				
sezione trasversale					SLE		SLU		
D [cm]	c [cm]	d [cm]	passo [cm]	interferro [cm]	MEk	164.7 [kNm]	MEd	214.1 [kNm]	
80	6.0	71.5	33.0	30.4	NEk	0.0 [kN]	NEd	0.0 [kN]	
armatura longitudinale					momento di cracking				
nbarre	$\phi$ [mm]	$r_1$ [cm]	$A_{sl}$ [cm <sup>2</sup> ]	$c_1$ [cm]	Mcr	119.8 [kNm]	presso-flessione		
6	26	31.50	31.86	8.50	quota asse neutro				
0	26	31.50	0.00	8.50	yn	21.00 [cm]	MEd	371.9 [kNm]	
armatura a taglio					tensioni e fessure				
Tipo	$\phi$ [mm]	$\rho$ [cm]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]		$\sigma_{c,min}$	-6.6 [MPa]	taglio		
spirale	12	25	2.26		$\sigma_{s,min}$	-39.3 [MPa]	VRd	157.6 [kN]	non serve armatura a tagli
					$\sigma_{s,max}$	219.8 [MPa]	VRds	352.8 [kN]	
					$k_2$	0.5	VRdmax	1071.1 [kN]	
					$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	0.66 [%]	$\theta$	25.0 [°]	sezione duttile
					$s_{r,max}$	64.4 [cm]	ai	50.5 [cm]	
					wk	0.42 [mm]			

materiali				legenda	
calcestruzzo		acciaio			
Rck	30 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]		d riferito all'asse barra c copriferro netto M > 0, se tese fibre inferiori N > 0, se di trazione V in valore assoluto
f <sub>ck</sub>	24.9 [MPa]	$\gamma_s$	1.15		
$\gamma_c$	1.5	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]		
$\alpha_{cc}$	0.85	E <sub>s</sub>	200000 [MPa]		
f <sub>td</sub>	14.1 [MPa]	e <sub>uk</sub>	75 [%]		
$\nu$	0.5				
$\epsilon_{c2}$	2.0 [%]				
$\epsilon_{cu2}$	3.5 [%]				
$\alpha_{es}$	15.0				
k <sub>t</sub>	0.6				
rara					
valori limite					
k <sub>1</sub>	0.8	0,55 f <sub>ck</sub>	13.7 [MPa]		
k <sub>3</sub>	3.4	0,75 f <sub>yk</sub>	337.5 [MPa]		
k <sub>4</sub>	0.425	w <sub>k,lim</sub>	0.2 [mm]		

Figura 9.18 P7. Verifica flessionale e tagliante armatura minima

## 9.5 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO

### 9.5.1 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.

### 9.5.2 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 2), 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  $\gamma_R = 1.0$ .

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>64 di 78</b>	

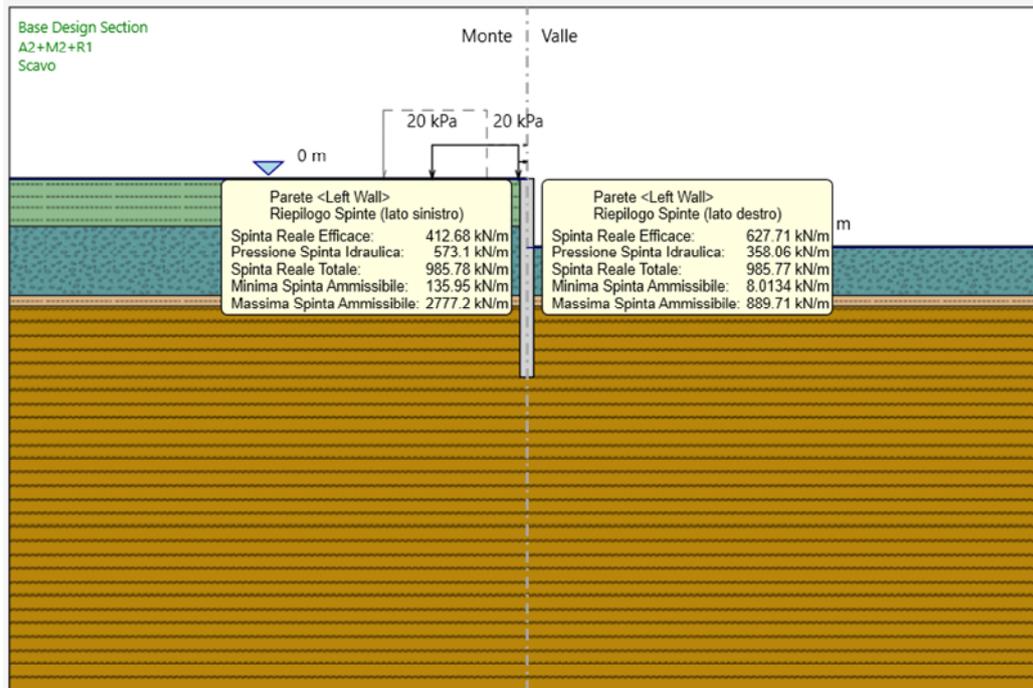


Figura 9.19. P7. Riepilogo delle spinte

Spinta reale efficace = 627.71 kN/m

Massima spinta ammissibile = 889.71 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 70%.

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 65 di 78

## 10 SEZIONE DI CALCOLO IN CORRISPONDENZA DELL'OPERA DI PROTEZIONE SPONDALE (PK 2+111.00)

Come anticipato nelle premesse la aree di lavoro intorno alle pile di scavalco in sponda destra Ufita sono soggette a possibile esondazione anche per periodi di ritorno compresi tra 5 e 15 anni. Per tale motivo le stesse sono state perimetrate da opere di protezione che in caso di eventi di piena con i suddetti tempi di ritorno, consentono di operare al loro interno senza interrompere i lavori.

L'opera di protezione è realizzata con due differenti sistemi, al fine di massimizzare gli spazi di manovra interni alle aree sia per la realizzazione delle pile, sia nella successiva fase di piazzamento delle autogru per il varo degli impalcati metallici:

1. muretto arginale in c.a. fondato su pali con taglione in jet grouting, ammortato nel substrato impermeabile delle Molasse;
2. duna perimetrale, formata da materiali di risulta degli scavi, protetta sul paramento lato fiume da materassi tipo Reno impermeabilizzati con teli in PVC e dotata di taglione in jet grouting ammortato sempre nello strato delle Molasse, oppure di taglione in misto cementato nelle zone più distanti dal corso d'acqua velocità di erosione e battenti inferiori.

Di seguito sono riportate le verifiche per la protezione spondale di tipo 1; si rimanda al capitolo successivo per le verifiche della protezione spondale di tipo 2.

La figura seguente riporta il modello di calcolo di ParatiePlus 2020, per la verifica del muretto arginale fondato su pali di diametro 800 mm, a interasse 1.80 m, con interposte colonne di jet grouting fino allo strato delle Molasse.

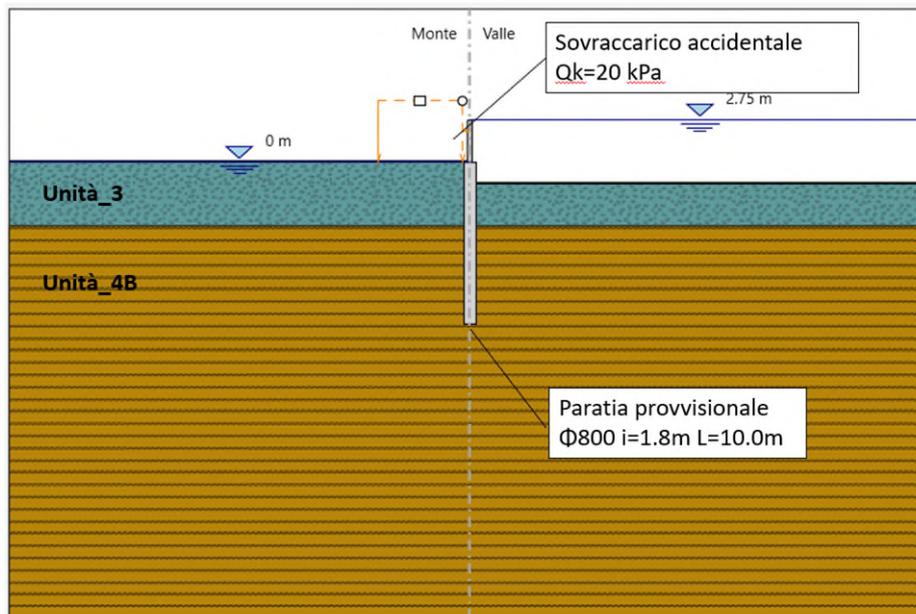


Figura 10.1. Opera protezione spondale. Modello di calcolo implementato nel software ParatiePlus 2020

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>66 di 78</b>	

## 10.1 DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nell'elaborato "IF2701CZZBAVI0102002A". Nella Figura 8.2 si riporta lo stralcio del profilo geotecnico inerente alla Opera protezione spondale.

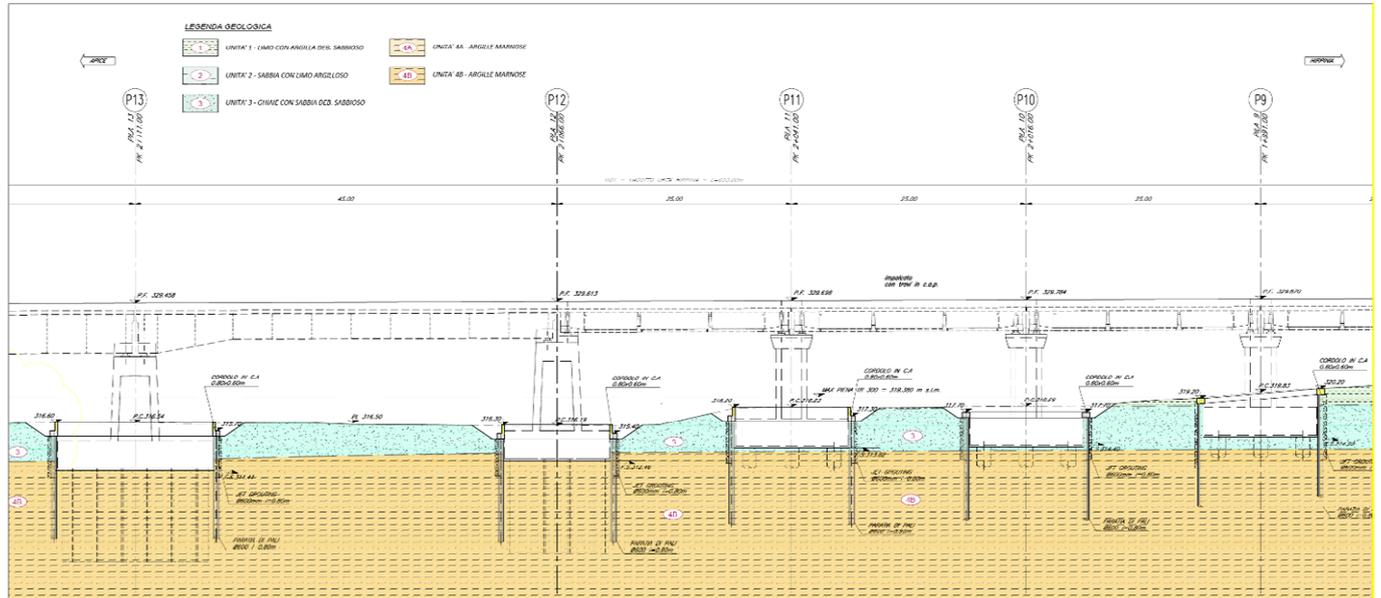


Figura 10.2. P13. Profilo geotecnico di riferimento

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.]
312.4	4.2	Unità 3	316.6
var.	> 30	Unità 4B	

Tabella 10.1: Stratigrafia di riferimento

Unità		Unità 3	Unità 4B
Proprietà	u.m.	range	range
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	18÷20	19÷21
w <sub>N</sub>	%	0	12÷25
LL	%	20÷30	40÷75
LP	%	13÷16	15÷25
IP	%	8÷18	20÷48
c'	kPa	0	20÷40
$\phi'$	°	35÷37	20÷25
E <sub>0</sub>	MPa	400÷600	800÷2000
E <sub>young</sub>	MPa	80÷120	160÷400

Tabella 10.2: Parametri geotecnici di riferimento

<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 E SPALLE</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 67 di 78

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 8.2. 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.

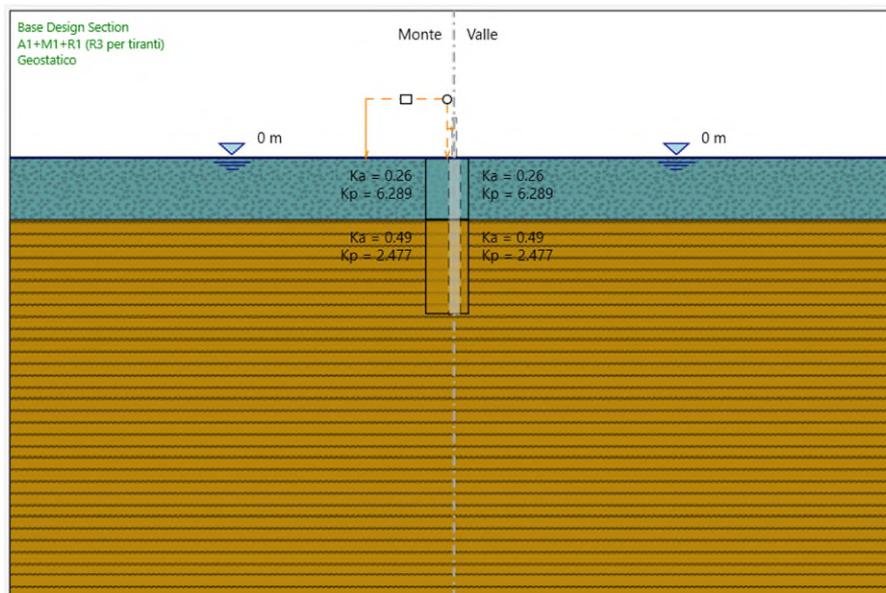


Figura 10.3. Coefficienti di spinta Combinazione A1+M1+R1 (Opera protezione spondale)

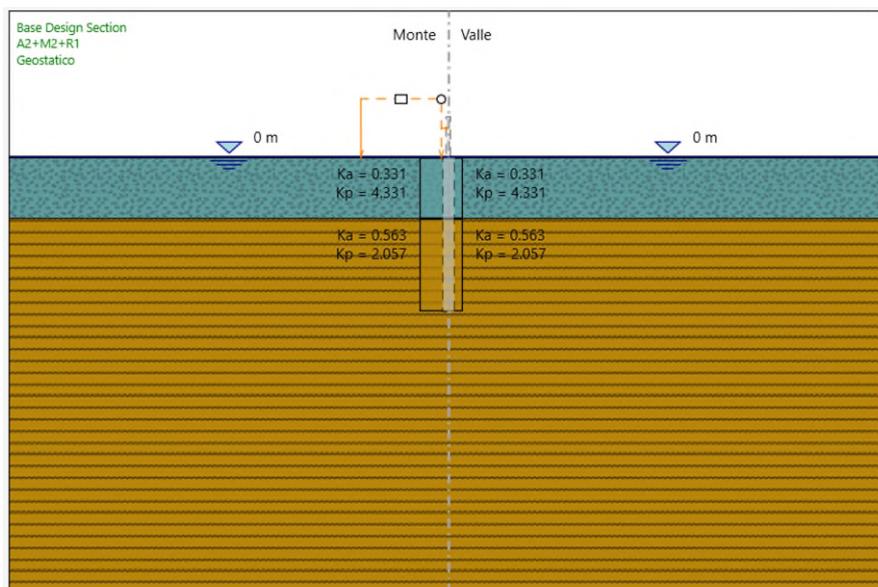


Figura 10.4. Coefficienti di spinta Combinazione A2+M2+R1 (Opera protezione spondale)

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 68 di 78

## 10.2 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;
- *fase 1 – realizzazione della paratia di pali  $\Phi 800/1.8$  m*
  - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
- *fase 2 – scavo a -5.2 m*
- *fase 3 – muro di sostegno*
- *fase 4 – simulazione incremento carico idraulico a valle per onda di piena Ufita*

## 10.3 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.

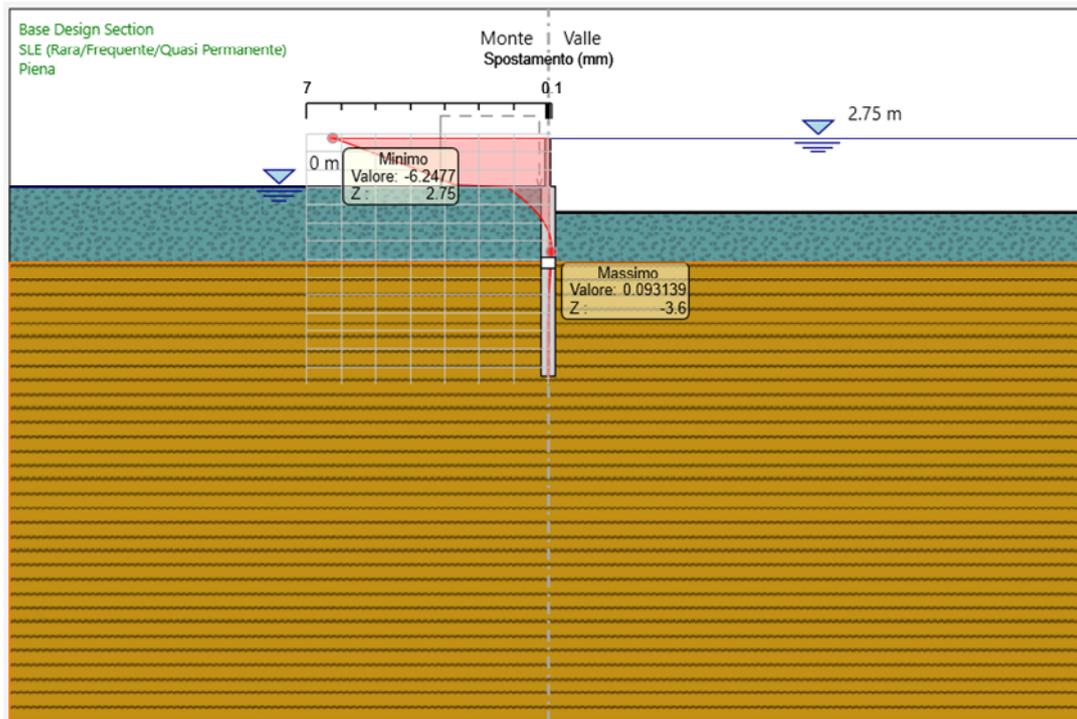


Figura 10.5. Opera protezione spondale. Fase 4: SLE rara – Deformazioni

<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 E SPALLE</b>					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 69 di 78

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

Nella Tabella 8.3 si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo e sul muro in ca, mentre nelle Figura 8.6 e Figura 8.7 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);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Fase	Opera	M [kNm]	V [KN]
4	Palo	217.5	104.8
4	Muro ca	44.82	46.47

Tabella 10.3: Opera protezione spondale. SLU, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo e muro ca

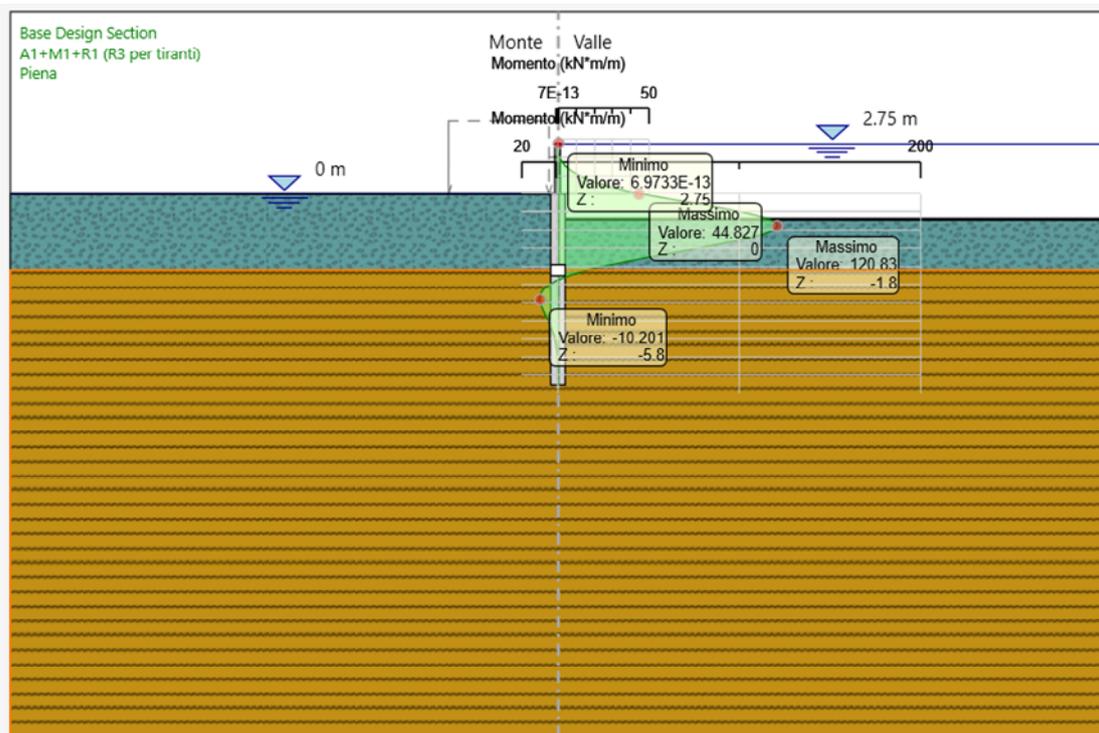


Figura 10.6. Opera protezione spondale. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione flettente

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NET ENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>70 di 78</b>

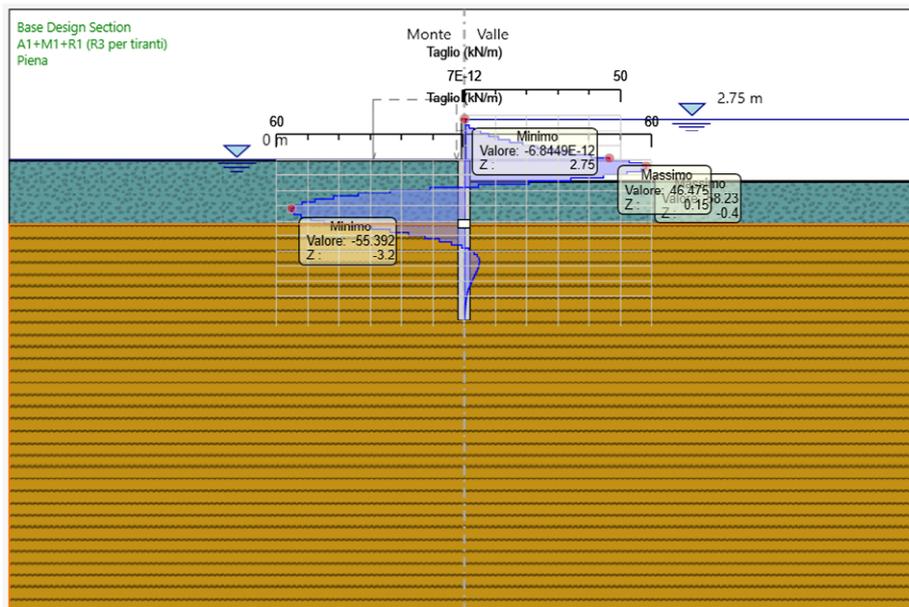


Figura 10.7. Opera protezione spondale. Fase 4: SLU A1+M1+R1 – Azione tagliante

## 10.5 VERIFICHE ALLO SLU DI TIPO STR

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

### 10.5.1 Pali

#### Verifica flessionale e tagliante

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

	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
<b>GABBIA 2</b>	10.0	8Φ20	Spirale Φ8/250mm

Tabella 10.4: Opera protezione spondale. Armatura longitudinale e trasversale

<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 E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>71 di 78</b>	

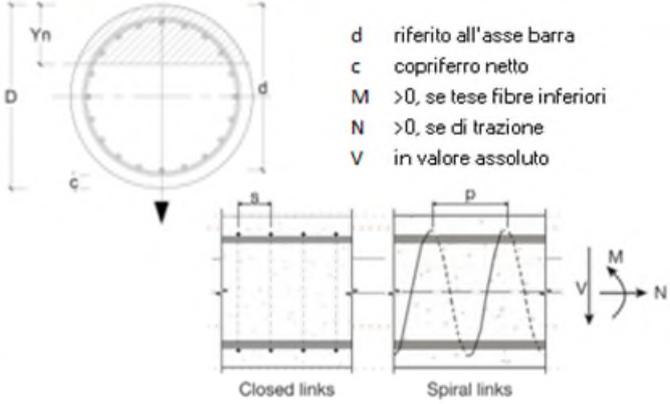
geometria					sollecitazioni e risultati										
<b>sezione trasversale</b>					<b>SLE</b>					<b>SLU</b>					
D	c	d	passo	interferro	MEk	167.3	[kNm]	MEd	217.5	[kNm]					
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	0.0	[kN]	NEd	0.0	[kN]					
80	6.0	72.2	25.3	23.3	<b>momento di cracking</b>										
<b>armatura longitudinale</b>					Mcrc	117.6	[kNm]	<b>presso-flessione</b>							
nbarre	φ	r <sub>i</sub>	A <sub>sl</sub>	c <sub>i</sub>	<b>quota asse neutro</b>					MRd	301.9	[kNm]			
[mm]	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	yn	19.61	[cm]	FS	1.39						
8	20	32.20	25.13	7.80	<b>tensioni e fessure</b>					<b>taglio</b>					
<b>armatura a taglio</b>					σ <sub>c,min</sub>	-7.5	[MPa]	VRdc	145.7	[kN]	<b>non serve armatura a tagli</b>				
Tipo	φ	p	A <sub>sw</sub>	diminuire il passo	σ <sub>s,min</sub>	-67.5	[MPa]	VRds	158.4	[kN]	VRdmax	1081.6	[kN]		
spirale	8	25	1.01		σ <sub>s,max</sub>	300.3	[MPa]	θ	25.0	[°]	<b>sezione duttile</b>				
<b>materiali</b>					k <sub>2</sub>	0.5		<b>legenda</b>							
<b>calcestruzzo</b>					ε <sub>sm-ε<sub>cm</sub></sub>	0.79	[%]		<b>calcestruzzo</b>					d	riferito all'asse barra
R <sub>ck</sub>	30	[MPa]	<b>acciaio</b>		f <sub>yk</sub>	450	[MPa]		c	copriferro netto					
f <sub>ck</sub>	24.9	[MPa]	γ <sub>s</sub>	1.15	f <sub>yd</sub>	391.3	[MPa]	M	>0, se tese fibre inferiori						
γ <sub>c</sub>	1.5		E <sub>s</sub>	200000	[MPa]		N	>0, se di trazione							
α <sub>cc</sub>	0.85		e <sub>uk</sub>	75	[%]		V	in valore assoluto							
f <sub>cd</sub>	14.1	[MPa]	<b>valori limite</b>												
v	0.5		0,55 f <sub>ck</sub>	13.7	[MPa]										
ε <sub>o2</sub>	2.0	[%]	0,75 f <sub>yk</sub>	337.5	[MPa]										
ε <sub>ou2</sub>	3.5	[%]	w <sub>k,lim</sub>	0.2	[mm]										
α <sub>es</sub>	15.0														
k <sub>t</sub>	0.6														
k <sub>1</sub>	0.8														
k <sub>3</sub>	3.4														
k <sub>4</sub>	0.425														

Figura14.10.8. Opera protezione spondale. Verifica flessionale e tagliante

### 10.5.2 Muro in ca

#### 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
5φ16	5φ16	φ8/200mm

Tabella 14.5: Opera protezione spondale. Armatura longitudinale e trasversale muro in ca

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	
COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>72 di 78</b>	

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
30	100	4.8	94.4	85.0
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	16	5.6	10.05	
5	16	94.4	10.05	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
2.5	8	20	90	1.26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
MEk <b>34.48</b> [kNm]	MEd <b>44.82</b> [kNm]
NEk <b>0.00</b> [kN]	NEd <b>0.00</b> [kN]
tensioni e fessure	
Mdec <b>0.0</b> [kNm]	
Mcr <b>130.2</b> [kNm]	
yn <b>-26.79</b> [cm]	
$\sigma_{c,min}$ <b>-0.9</b> [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ <b>-9.7</b> [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ <b>39.3</b> [MPa]	
k <sub>2</sub> <b>0.5</b>	
$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$ <b>-</b> [%o]	
Sr,max <b>-</b> [cm]	
Wk <b>-</b> [mm]	
prezzo-flessione	
MRd <b>355.4</b> [kNm]	
FS <b>7.93</b>	
taglio	
VRdc <b>102.6</b> [kN]	
non serve armatura a taglio	
VRds <b>448.0</b> [kN]	
VRdmax <b>744.2</b> [kN]	
$\theta$ <b>25.0</b> [°]	
sezione duttile	
ai <b>94.4</b> [cm]	

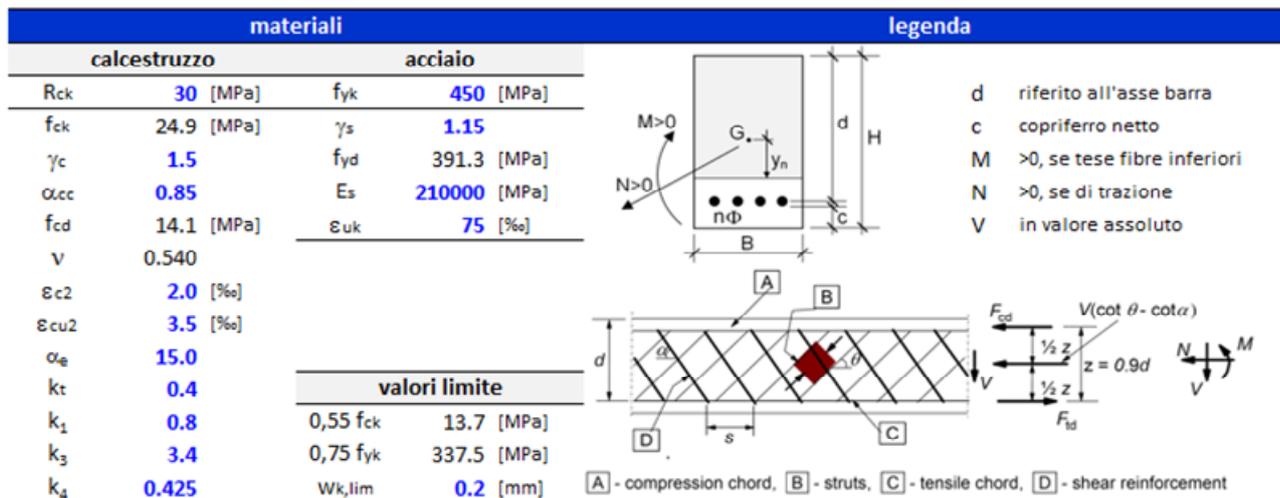


Figura 10.9. Opera protezione spondale. Verifica flessionale e tagliante muro ca

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 E SPALLE	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 73 di 78

## 10.6 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO

### 10.6.1 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.

### 10.6.2 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 2), 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  $\gamma_R = 1.0$ .

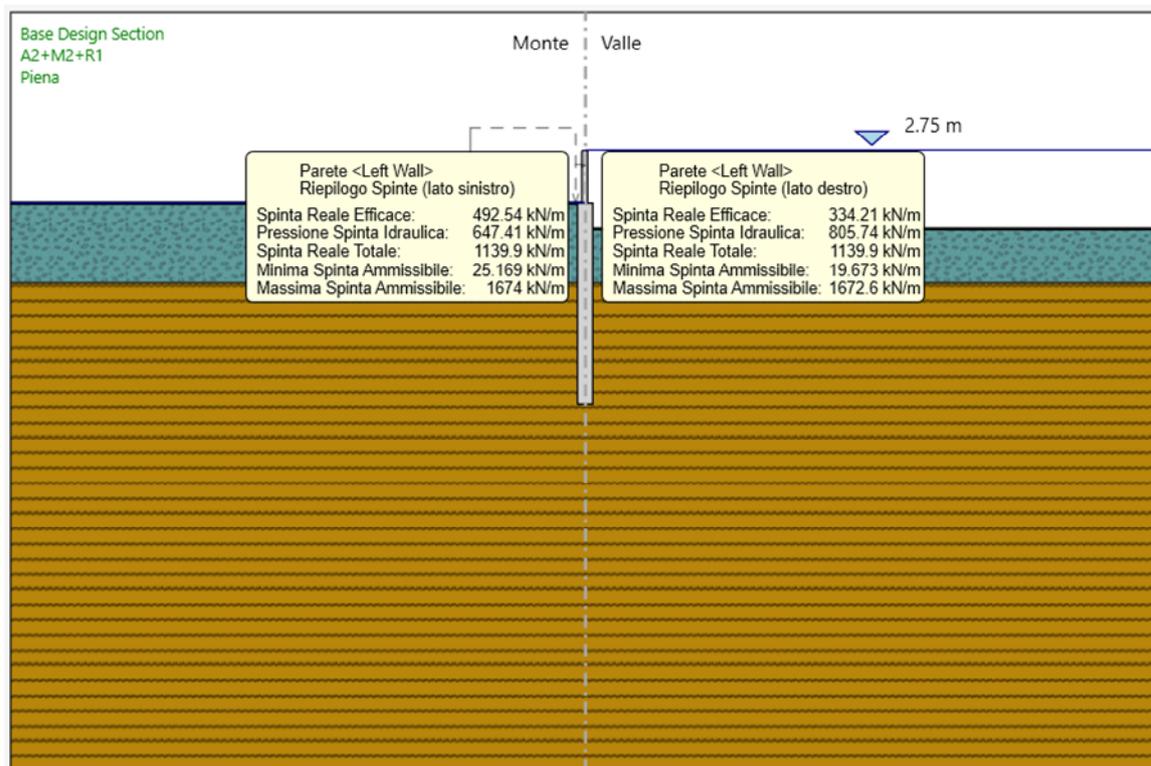


Figura 10.10. Opera protezione spondale. Riepilogo delle spinte

Spinta reale efficace = 334.21 kN/m

Massima spinta ammissibile = 1672.6 kN/m

La verifica risulta soddisfatta in quanto la percentuale di resistenza passiva mobilitata è pari al 20%

<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>ROKSOJL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI PER PILE E SPALLE</b>	COMMESSA <b>IF28</b> LOTTO <b>01</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>VI0102 000</b> REV. <b>B</b> FOGLIO <b>74 di 78</b>

## 10.7 VERIFICA DUNA ARGINALE PROVVISORIA

Come indicato in precedenza, nei tratti in cui lo spazio è sufficiente, l'arginatura dell'Ufita - a protezione delle aree di lavoro - è realizzata con materiale di scavo che serve anche come volume di stoccaggio temporaneo dello stesso. Il paramento lato fiume della duna è protetto da gabbioni o materassi Reno e impermeabilizzato con teli in PVC. Il taglione al piede è realizzato in jet grouting o misto cementato/cls magro.

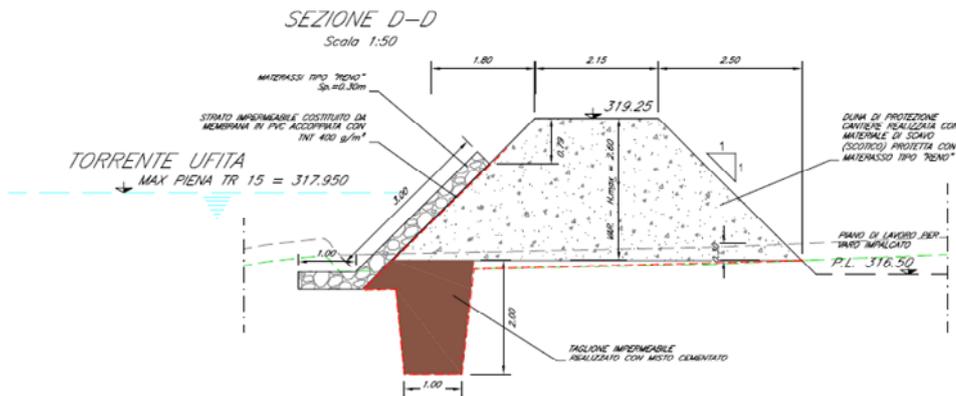


Figura 10.11. Duna arginale con taglione in misto cementato

La sottopressione dovuta all'acqua di filtrazione che agisce alla base della duna, nonché la possibile erosione del materiale dovuta alla corrente fluviale, non rappresenta un problema per la stabilità globale della stessa nei casi in cui è presente il taglione in jet grouting immersato nel substrato delle Molasse di Anzano.

Per le parti terminali della duna - più distanti dal corso d'acqua dove l'energia della corrente è molto bassa ed anche i battenti idraulici si riducono - il taglione è realizzato con cls magro ad una profondità sufficiente per evitare fenomeni di sifonamento sotto la duna stessa. Il corpo del rilevato è protetto dall'acqua tramite l'interposizione di uno strato di PVC, come rappresentato in figura.

Le forze di filtrazione al di sotto di una barriera dipendono fondamentalmente dal carico idraulico che le origina e dalle caratteristiche fisiche dei materiali attraverso i quali l'acqua esegue il percorso di filtrazione. Quando la velocità dell'acqua diventa sufficiente per lavare o trascinare i materiali più fini della fondazione, ha origine la fluidificazione dei materiali, con possibile instabilità globale della struttura.

Considerati i modesti valori di carico idraulico in gioco ( $H_w = 1.5$  m circa nei tratti in esame) la sicurezza al sifonamento è stata calcolata con il metodo proposto da Lane.

In accordo con tale approccio, viene stabilito il carico compensato "C", mediante la seguente espressione:

$$C=L/h$$

Dove:

L: Lunghezza filtrazione compensata

H: Carico idraulico effettivo

La lunghezza di filtrazione compensata "L" della sezione trasversale di una struttura è uguale alla somma delle lunghezze di filtrazione verticale ( $L_v$ ), più un terzo delle lunghezze di filtrazione orizzontale ( $L_h$ ). Le lunghezze verticali e orizzontali sono considerate quelle che hanno un'inclinazione rispettivamente maggiore di  $45^\circ$  e inferiore di  $45^\circ$ .

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0102 000	REV. B	FOGLIO 75 di 78

$$L = L_h/3 + L_v$$

Il carico idraulico effettivo "H" è stabilito come differenza tra i livelli a monte e a valle della barriera o della arginatura la condizione operativa considerata. Per diversi tipo di materiale l'Autore suggerisce i seguenti valori di C:

Materiale	Coefficiente C
Sabbia molto fine o limo	8.5
Sabbia fine	7.0
Sabbia media	6.0
Sabbia grossa	5.0
Ghiaia fine	4.0
Ghiaia media	3.5
Ghiaia grossolana con ciottoli	3.0
Ghiaia grossolana e trovanti	2.5
Argilla molle	3.0
Argilla di media consistenza	2.0
Argilla dura	1.8
Argilla molto dura	1.6

Tabella 14.6: Valori coefficienti "C" per verifiche sifonamento

Nel caso specifico, assunto un carico idraulico  $\Delta h$

$$\Delta h = 318 - 316.5 = 1.5 \text{ m}$$

Dalla geometria della duna riportata nella precedente figura si possono calcolare le lunghezze  $L_h$  e  $L_v$ :

$$\frac{L_h}{3} = \frac{7}{3} = 2.33 \text{ m}$$

$$L_v = 4$$

Per cui:

$$L = \frac{L_h}{3} + L_v = 6.33 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{\Delta h} = \frac{6.33}{1.5} = 4.22 \text{ m} \rightarrow \text{arena fine} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

valore di C che si ritiene accettabile essendo il materiale in zona arginale costituito da sabbie e ghiaie poste al di sopra della formazione delle Molasse di Anzano.

<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 E SPALLE</b>	

## 11 STIMA INCIDENZE DI ARMATURA

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori di incidenza calcolati per le principali opere di sostegno provvisionali.

<b>TABELLA FERRI</b>					
<b>P13-P14</b>					
<b>GABBIA 1 (Quantità riferite ad un singolo palo)</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
6	24	900	3.551	5400	192
6	24	1100	3.551	6600	234
54	8	210	0.395	11340	45
7	20	180	2.466	1260	31
<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>					502
<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>					5.5
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>					90
<b>CORDOLO 1 - COLLEGAMENTO PALI</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
10	26	125	4.168	1250	52
5	12	243	0.888	1215	11
2.5	12	130	0.888	325	3
2.5	8	93	0.395	232.5	1
<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>					67
<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>					0.5
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>					140

<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 E SPALLE</b>	

<b>TABELLA FERRI</b> <b>P1-P12_P15-SPB</b> <b>GABBIA 2 (Quantità riferite ad un singolo palo)</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
6	26	900	4.168	5400	225
6	26	1100	4.168	6600	275
54	8	210	0.395	11340	45
7	20	180	2.466	1260	31
				<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>	576
				<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>	5.5
				<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>	110
<b>CORDOLO 2 - COLLEGAMENTO PALI</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
10	20	125	2.466	1250	31
5	12	243	0.888	1215	11
2.5	12	130	0.888	325	3
2.5	8	93	0.395	232.5	1
				<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>	45
				<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>	0.5
				<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>	100

<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 E SPALLE</b>	COMMESSA IF28    LOTTO 01    CODIFICA E ZZ CL    DOCUMENTO VI0102 000    REV. B    FOGLIO 78 di 78

<b>TABELLA FERRI</b> <b>Opera spondale</b> <b>GABBIA 3 (Quantità riferite ad un singolo palo)</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
8	20	1000	2.466	8000	197
0	0	0	0.000	0	0
54	8	210	0.395	11340	45
7	20	180	2.466	1260	31
<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>					273
<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>					5.5
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>					70
<b>TABELLA FERRI</b> <b>Muro + cordolo</b> <b>Armatura muro in ca + cordolo opera spondale</b>					
Numero	Diametro (mm)	Lunghezza (cm)	P.U.	Lunghezza Totale (cm)	Peso (kg)
5	16	273	1.58	1365	21.5
10	16	162	1.58	1620	25.6
10	16	287	1.58	2870	45.3
2.5	8	50	0.39	125	0.5
14	16	110	1.58	1540	24.3
28	8	110	0.39	3080	12.2
<b>Peso Totale Armatura (kg)</b>					82
<b>Volume CLS (m<sup>3</sup>)</b>					1.5
<b>Incidenza comprensiva armatura di confezionamento gabbie (kg/m<sup>3</sup>)</b>					80