

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

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

VARIANTE 21

OPERE DI MITIGAZIONE MOVIMENTI FRANOSI TRA LA PK 4+695 E PK 5+090

VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 18/03/2021	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. P. Galvanin

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

IF28 01 V ZZ CL VI0202 001 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	P.Pazzaglia	06/12/2021	Cozzi	06/12/2021	P.Galvanin	06/12/2021	Ing. P.Galvanin 18/03/2021
B	Revisione a seguito istruttoria ITF	P.Pazzaglia	18/03/2022	A.Cozzi	18/03/2022	P. Galvanin	18/03/2022	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 2 di 136

Indice

1	PREMESSA	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....	7
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PE – VIADOTTO VI02.....	7
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PEV – VIADOTTO VI02	7
2.3	NORMATIVA E STRANDARD DI RIFERIMENTO	9
2.4	SOFTWARE	9
3	MATERIALI.....	10
3.1	ACCIAIO.....	10
3.1.1	ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A.	10
3.1.2	PROFILATI E PIASTRE METALLICHE	10
3.2	CALCESTRUZZO.....	10
3.2.1	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO	10
3.2.2	CALCESTRUZZO PALI, DIAFRAMMI DI FONDAZIONE, CORDOLI E OPERE PROVVISORIALI	10
3.2.3	CALCESTRUZZO PER PALI PLASTICI.....	10
3.2.4	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI PILE E SPALLE	11
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	12
4.1	IMPOSTAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	12
4.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E COSTRUTTIVE DEI POZZI STRUTTURALI	17
4.3	FASI DEI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	19
4.3.1	FASE A	20
4.3.2	FASE B	20
4.3.3	FASE C	21
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO.....	22
5.1	ASPETTI GENERALI E PROBLEMATICHE DI INSTABILITA' DI VERSANTE.....	22
5.2	STRATIGRAFIA E PARAMETRI DI RIFERIMENTO	23
5.3	CONSIDERAZIONI SULLE AZIONI SISMICHE	24
5.3.1	AZIONE SISMICA PER ANALISI DI STABILITÀ PSEUDOSTATICHE	24
5.3.2	CONSIDERAZIONI SUI VALORI DI ACCELERAZIONE PSEUDOSTATICA	25
5.3.3	ACCELERAZIONI PESUDOSTACHE E SPOSTAMENTI AMMISSIBILI DEL PENDIO	26
5.3.4	EFFETTI DEL MOTO A SINCRONO E DELLA DEFORMABILITÀ DEI SUOLI	27
5.3.5	ACCELERAZIONI SISMICHE E QUOTA DI Falda.....	29
5.3.6	SINTESI DELLE MODALITÀ DI APPLICAZIONE DELLE ACCELERAZIONI SIMICHE NELLE ANALISI DI STABILITÀ.....	30

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 3 di 136

6	CRITERI DI VERIFICA DEI POZZI DI STABILIZZAZIONE	31
6.1	DETERMINAZIONE DELLE SPINTE SUI POZZI MEDIANTE BACK-ANALYSIS	31
6.1.1	SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE	31
6.1.2	SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE	31
6.1.3	ANALISI ALL'EQUILIBRIO LIMITE PER LA DETERMINAZIONE DELLE SPINTE	32
6.2	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEI POZZI	32
6.3	VERIFICHE STRUTTURALI DEI POZZI.....	33
6.4	VALIDAZIONE DEI RISULTATI CON METODI AD ELEMENTI FINITI.....	34
7	RISULTATI DELLA BACK ANALYSIS PER LA DETERMINAZIONE DELLE SPINTE SUI	
POZZI		35
7.1.1	MODELLO DI CALCOLO, CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E DI FALDA	35
7.1.2	POZZO 1.....	35
7.1.3	POZZO 4.....	36
7.2	ANALISI IN CONDIZIONI SISMICHE	36
7.2.1	MODELLO DI CALCOLO, CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E DI FALDA	36
7.2.2	POZZO 1.....	36
7.2.3	POZZO 4.....	37
7.3	RIASSUNTO DELLE SPINTE STATICHE E SISMICHE SUI POZZI	37
8	VERIFICHE DEI POZZI STRUTTURALI.....	38
8.1	POZZO 2.....	38
8.1.1	MODELLO DI CALCOLO POZZI J.....	38
8.1.2	VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE – COMBINAZIONI SLE/SLU	45
8.1.3	VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE COMBINAZIONI SLV	48
8.1.1	ANALISI PUSH-OVER PER LA DETERMINAZIONE DEL CARICO LIMITE	50
8.1.2	VERIFICHE STRUTTURALI PALI POZZI	52
8.1.3	VERIFICA DELLE COMPRESSIONI ANULARI DEL POZZO	54
8.2	POZZO 4.....	55
8.2.1	MODELLO DI CALCOLO POZZI J.....	55
8.2.2	VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE – COMBINAZIONI SLE/SLU	62
8.2.3	VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE COMBINAZIONI SLV	65
8.2.4	ANALISI PUSH-OVER PER LA DETERMINAZIONE DEL CARICO LIMITE	67
8.2.5	VERIFICHE STRUTTURALI PALI POZZI	68
8.2.6	VERIFICA DELLE COMPRESSIONI ANULARI NEI POZZI.....	76
8.3	VERIFICA MURO DI PLACCAGGIO POZZI 4 E 5	76
8.3.1	ANALISI DEI CARICHI.....	76
8.3.1	VERIFICHE ELEVAZIONE MURO	79
8.3.2	VERIFICHE FONDAZIONI MURO.....	85
8.4	VERIFICA MURI IN TESTA AI POZZI SP. 50 CM.....	91

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>4 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	4 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	4 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

8.5	DIMENSIONAMENTO DEI GRIGLIATI POZZI	97
8.6	DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO	101
9	VALIDAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI MEDIANTE MODELLI NUMERICI	102
9.1	APPROCCIO ALLA MODELLAZIONE NUMERICA	102
9.2	IL MODELLO NUMERICO	103
9.3	RISULTATI DELL'ANALISI NUMERICA	110
9.3.1	SPOSTAMENTI DEL MODELLO NUMERICO	110
9.3.2	GRAFICI DEGLI SPOSTAMENTI DEI POZZI E DELLE FONDAZIONI DELLA PILA1/SPALLA A.....	113
9.3.3	GRAFICI DI SINTESI DEGLI SPOSTAMENTI DEI PUNTI DI CONTROLLO SUL CORPO DI FRANA.....	122
9.3.4	SOLLECITAZIONI GLOBALI NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DEL MODELLO FEM	123
9.3.5	VERIFICA DELLE COMPRESSIONI ANULARI ALL'INTERNO DEI POZZI	128
10	STIMA INCIDENZA ARMATURE	134
10.1	PALI POZZI - DIAMETRO 1500 MM.....	134
10.2	PALI POZZI DIAMETRO 1200 MM.....	134
10.3	MURO DI PLACCAGGIO	135

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 5 di 136

1 PREMESSA

Nell'ambito del Progetto Esecutivo del Raddoppio Apice-Orsara, 1^ lotto funzionale Apice-Hirpinia, oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei pozzi strutturali di presidio delle opere di linea facenti parte della Variante n° 21, relativa alle "OPERE DI MITIGAZIONE MOVIMENTI FRANOSI TRA LA PK 4+695 E PK 5+090", resa necessaria dalle evidenze raccolte dalla strumentazione di monitoraggio installata tra le progressive indicate.

Tale strumentazione ha mostrato, durante la stagione invernale 2020/2021, la presenza di movimenti profondi del versante posto in sinistra orografica del fiume Ufita: le ragioni per le quali la variante al PE approvato si sono rese necessarie, a seguito di tali evidenze, sono meglio descritte nella relazione generale IF2801VZZRGMD0000211.

I pozzi strutturali di che trattasi sono dimensionati nell'ambito della Variante 21 per evitare che i possibili movimenti del versante in sinistra orografica Ufita possano nel tempo produrre problemi di stabilità alle opere di linea. Si è quindi prevista una batteria di n° 5 pozzi strutturali e di drenaggio di grande diametro ubicati a monte delle opere di linea, al fine di proteggere a lungo termine la stessa posta più a valle ed in particolare le opere di fondazione della Spalla A e della Pila 1 del viadotto VI02, che attraversa la stretta valle dell'Ufita con n.5 campate isostatiche in c.a.p e acciaio-calcestruzzo.

La revisione B del presente documento, recepisce i risultati del confronto tecnico tra il Consorzio HIRPINIA e ITALFERR avvenuto in data 11/02/2022 e 14/02/2022, a seguito alla istruttoria tecnica effettuata da ITF sulla revisione A della proposta di variante: gli esiti di tale confronto sono sintetizzati nel documento condiviso, inerente le fasi di realizzazione delle opere e le ipotesi di calcolo da adottare per la loro progettazione (cfr."Ipotesi di calcolo alla base dell'aggiornamento del PEV della variante °21 consegnato tra il 27/11/2022 e il 21/12/21" e richiamato nella relazione generale sopra menzionata.

L'aggiornamento delle campagna di misure inclinometriche eseguite lungo il versante fino a febbraio 2022 ha confermato la presenza dei movimenti già rilevati nella campagna di misure dell'autunno/inverno 20/21, ha messo in evidenza alcuni movimenti a monte delle opere di imbocco, ma non è ancora sufficiente, come convenuto in sede di confronto tecnico sulla REV A del PDV, di accertare nel dettaglio la reale estensione/profondità dei cinematismi in atto, in special modo nella parte alta del versante.

Rispetto alla impostazione della rev.A del PEV - originariamente condivisa dall'RTP con ITF e la DL - in sede confronto tecnico successivo alla emissione della suddetta rev.A, ITF ha richiesto una "ri fasizzazione" delle opere, che preveda di eseguire in prima fase, oltre alle opere provvisionali d'imbocco della galleria Grottaminarda, le opere di sottofondazione della spalla SPA, pila P1 e della pila P2 insieme alle fondazioni ed elevazioni del viadotto VI02, procrastinando in seconda fase l'esecuzione di tutti i 5 pozzi strutturali di schermatura e drenaggio, nonché l'opera

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">6 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	6 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	6 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

di fondazione a presidio della linea ferroviaria tra SPA e imbocco GI02, nonché la gabbionata di protezione del piede del versante lungo l'Ufita. Tale richiesta è stata motivata dall'esigenza di approfondire, quanto più possibile, e compatibilmente con le tempistiche di esecuzione delle opere, la conoscenza del modello geologico, sulla base dei risultati del monitoraggio geotecnico in corso d'opera che potrebbe portare a riconsiderare il progetto dei pozzi di protezione messo a punto nella attuale fase di PEV sulla base delle informazioni ad oggi disponibili.

Nel seguito, quindi, dopo un inquadramento generale delle problematiche, sono brevemente descritte le opere di stabilizzazione, i criteri progettuali seguiti per elaborare le soluzioni progettuali, nonché gli esiti di tali elaborazioni. Si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio per gli approfondimenti tecnici del caso.

I dati aggiuntivi di monitoraggio che saranno raccolti durante la fase di realizzazione delle opere di imbocco e di fondazione del Viadotto permetteranno di affinare il quadro interpretativo dei fenomeni in atto sulla base del quale verificare gli interventi strutturali (5 pozzi comunque predisposti e pre-dimensionanti nell'ambito della presente variante, consolidamenti a valle dei pozzi, gabbionata di protezione) ed elaborare ulteriori interventi progettuali correttivi, a presidio della linea, qualora necessario. Tali interventi, non interferendo con il percorso critico dei lavori, potranno essere attuati in fase successiva dopo la realizzazione delle opere di imbocco e del Viadotto, purché il monitoraggio in corso d'opera non mostri mobilitazioni del versante tali da richiedere la immediata predisposizione delle opere strutturali di presidio del versante sopra richiamate.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 7 di 136

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

2.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PE – VIADOTTO VI02

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza indicati nella seguente relazione:
IF2701CZZCLVI0202004 - Addendum alla relazione di calcolo – Definizione degli elaborati di riferimento.

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PEV – VIADOTTO VI02

VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Pile e Spalla A - Pianta fondazioni e sezioni	IF2801VZZP9VI0200001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Pile e Spalla A - Tracciamento e scavi - FASE A1: planimetrie e profili	IF2801VZZL9VI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Pile e Spalla A - Tracciamento e scavi - FASE B1: planimetrie e profili	IF2801VZZL9VI0202002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Pile e Spalla A - Tracciamento e scavi - FASE B2: planimetrie e profili	IF2801VZZL9VI0202003
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Spalla A - Opere provvisionali : Pianta e sezioni	IF2801VZZBAVI0202002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Fondazioni Pila P2 - Opere provvisionali: Pianta e sezioni	IF2801VZZBAVI0202003A.ZIP
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Opere provvisionali fondazioni pila P2 - gabbionata di protezione	IF2801VZZPZVI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi di fondazione Spalla A e Pila 1: carpenteria - pianta e sezioni	IF2801VZZBBVI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Carpenteria spalla A tav. 1 di 2	IF2801VZZBZVI0204001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Carpenteria spalla A tav. 2 di 2	IF2801VZZBZVI0204002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Carpenteria pila P1	IF2801VZZBZVI0205001

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 8 di 136

VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Relazione di calcolo fondazioni Spalla A e Pila 1	IF2801VZZCLVI0203001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Relazione di calcolo fondazioni pila P2	IF2801VZZCLVI020300A
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Opere di Sostegno e Stabilizzazione - Fase A	IF2801VZZP8VI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Opere di Sostegno e Stabilizzazione - Fase B	IF2801VZZP8VI0202002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Opere di Sostegno e Stabilizzazione - Fase C	IF2801VZZP8VI0202003
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Planimetria e sezione longitudinale - Fase A	IF2801VZZP9VI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Tracciamento e scavi - Fase A	IF2801VZZP9VI0202002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Sezione trasversali - Fase A	IF2801VZZW9VI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Tracciamento e scavi - Fase B	IF2801VZZP9VI0202003
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Sezione trasversali - Fase B	IF2801VZZW9VI0202002
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Sezione trasversali - Fase C	IF2801VZZW9VI0202003
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Carpenteria - Pianta e Sezioni	IF2801VZZBAVI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Pozzi Strutturali: Dettagli costruttivi	IF2801VZZBZVI0202001
VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+09 - VI02 Versante Grottaminarda - Relazione di calcolo Pozzi Strutturali di Stabilizzazione	IF2801VZZCLVI0202001A

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">9 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	9 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	9 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

2.3 **NORMATIVA E STRANDARD DI RIFERIMENTO**

- 1) 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;
- 2) 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;
- 3) DM 06/05/2008 - “Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- 4) RFI DTC SI MA IFS 001 A - “Manuale di progettazione delle opere civili”;
- 5) RFI DTC SI SP IFS 001 A - “Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili”;
- 6) UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali;
- 7) UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- 8) Caltrans. Guidelines on Foundation Loading and Deformation Due to Liquefaction Induced Lateral Spreading. California Department of Transportation, Sacramento, California, 2012;
- 9) JRA (2002) – Specifications for Highway Bridges, JapanRoad Association. Part V: Seismic Design.

2.4 **SOFTWARE**

- 1) Lpile, Ensoft Inc, versione 2016, release n. 9;
- 2) Group, Ensoft Inc, versione 2016, release n.10;
- 3) GeoStru, RC-SEC, Calcolo di sezioni in Cemento Armato;
- 4) Slope/W, Geostudio
- 5) Pozzi J – Pozzi di fondazione o di stabilizzazione – VOL. 4, T. Collotta 2010.
- 6) MIDAS GTS NX (<https://www.midasoft.com/geo/gtsnx/products/midasgtsnx>).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 10 di 136

3 MATERIALI

Il progetto strutturale delle fondazioni 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 provvisori

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

3.2.3 Calcestruzzo per pali plastici

Miscela cementizia con le seguenti proprietà meccaniche:

- Resistenza minima a compressione misurata su campioni cilindrici (H/D=2): 2MPa
- Mix Design miscela - composizione per metro cubo:
 - 1) Acqua 250 lt;
 - 2) Piestrisco (15-20 mm) 25%;
 - 3) Sabbia (0-4mm) 75%;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">11 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	11 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	11 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

- 5) Cemento IV A/(P) 42,5 129 Kg;
- 6) Additivo superfluidificante/ritardante: 0,6% sul peso del cemento;
- 7) Classe di consistenza S5;
- 8) Dmax 20mm.

3.2.4 Calcestruzzo per fondazioni pile e spalle

- Classe di resistenza: C28/35
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XC2
- dimensione massima dell'inerte: $D_{max} = 25 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $C_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>12 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	12 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	12 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

4.1 IMPOSTAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Il Viadotto Ufita Melito - VI02, a doppio binario, si estende dal km 4+827,30 al km 5+032,30 della Tratta Apice-Orsara - I° Lotto Funzionale Apice-Hirpinia per uno sviluppo complessivo di 205 m in corrispondenza del Torrente Ufita. L'impalcato risulta costituito da n°5 campate isostatiche di cui le due di riva in c.a.p. e tre centrali in acciaio-calcestruzzo di luce 45-65-45 m.

Il progetto esecutivo approvato prevede - al di sotto della Spalla A e della Pila P1 che insistono sul versante in sinistra orografica Ufita, oggetto del presente PEV - una fondazione su pali in analogia a quanto previsto dal progetto definitivo. Le indagini effettuate in sede di PE avevano consentito di meglio delimitare il corpo di frana - considerato stabilizzato sulla base dei dati disponibili - e quindi di immergere i pali trivellati nella formazione del Flysch sottostante, al fine di garantire una adeguata portanza degli stessi.

In corrispondenza delle campate di scavalco, invece, in relazione sostanzialmente alle luci degli impalcati, nonché all'elevato livello di sismicità del sito, il Progetto Esecutivo ha confermato la tipologia di fondazione a pozzo, costituita da allineamenti di diaframmi compenetrati, da realizzarsi con idrofresa, disposti lungo il perimetro e internamente all'area di appoggio della fondazione stessa. Per la Spalla A, la Pila P1 e la pila P2 in alveo, il PE non ha previsto spinte aggiuntive applicate agli elementi di fondazione, in quanto il pendio era considerato stabile sulla base delle evidenze raccolte.

Allo stato attuale delle conoscenze, i movimenti registrati dagli inclinometri lungo il versante in sinistra Ufita sembrano per la maggior parte correlabili a variazioni delle condizioni di saturazione del versante; al contrario, in assenza di eventi meteorici intensi la progressione dei movimenti appare meno marcata; le analisi e le campagne di indagini condotte in sito fino ad oggi non state sufficienti a delineare un quadro completo della reale estensione del corpo di frana e della progressione degli spostamenti, stante il ridotto periodo di osservazione dalla prima comparsa dei fenomeni.

Per le ragioni programmatiche meglio evidenziate nella Relazione Generale, si è quindi deciso di procedere per fasi con la realizzazione di una serie di interventi, chiaramente distinti in due gruppi funzionali:

- opere di sostegno della linea ferroviaria: pozzi di fondazione delle pile/spalle dell'impalcato, opere di presidio della ferrovia tra imbocco Me-Na e spalla SA, opere di imbocco.
- opere principali di presidio della linea ferroviaria costituite da pozzi aventi funzione strutturale e drenante;

Oltre a quanto sopra, sono previste nell'ultima fase di costruzione, alcune opere minori di protezione del piede della frana in corrispondenza dell'alveo dell'Ufita.

La ri-fasizzazione degli interventi richiesta nella istruttoria della REV A del PEV si pone i seguenti obiettivi:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>13 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	13 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	13 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

- avviare le opere di imbocco e di fondazione del viadotto VI02, in controllo costante dei dati di monitoraggio: le opere sono verificate in questa fase con i criteri concordati nel documento di sintesi del confronto tecnico, richiamato in premessa e nella relazione generale, meglio esplicitate nei documenti tecnici relativi alle singole opere di linea;
- incrementare la robustezza delle opere di fondazione del viadotto, in particolare per la spalla A e la pila P1, e per la paratia di imbocco: proprio per consentire l'avvio delle opere, dette opere sono dimensionate in fase transitoria anche in presenza di possibili spinte di frana, statiche e sismiche, sia pur ridotte per tenere conto del carattere transitorio delle configurazioni di scavo e di lavoro, ai sensi dell'NTC08 Par. 2.4,
- mettere in sicurezza in forma definitiva, a lungo termine, il tratto di linea compreso tra l'imbocco della galleria Grottaminarda, il piazzale RI52, nonché le opere di fondazioni del viadotto, attraverso la realizzazione dei pozzi strutturali oggetto della presente relazione. Il dimensionamento di detti pozzi sarà confermato a valle dell'acquisizione dei dati di monitoraggio durante la costruzione delle prime opere e la definizione finale del modello geologico geotecnico di riferimento per la comprensione delle dinamiche in atto lungo l'intero pendio.

Sulla base delle dinamiche ad oggi osservate lungo il pendio e delle esigenze di programma e cantierizzazione delle opere, gli obiettivi sopra descritti, sono perseguiti attraverso la predisposizione degli interventi di messa in sicurezza della linea in tre differenti fasi operative (denominate Fase A, B, C) riviste rispetto alla precedente REV A del PEV per raggiungere gli obiettivi sopra descritti: esse sono poste in successione temporale un rispetto all'altra e sono descritte nel successivo § 4.3.

La realizzazione dei 5 pozzi strutturali, oggetto della presente relazione, ha lo scopo di impedire che - a lungo termine - le spinte generate dai movimenti di versante possano trasmettersi alle strutture di linea, così da evitare che le stesse nel tempo rimangano direttamente esposte ad azioni di entità rilevante e di difficile quantificazione. Le opere di presidio, costituite da una batteria di pozzi strutturali, non svolgono la funzione di stabilizzare il movimento franoso nel suo complesso, quanto di evitare che lo stesso possa interessare direttamente le opere di linea. Poiché tali pozzi sono separati dalle opere di linea, essi possono subire spostamenti e rotazioni anche rilevanti senza pregiudizio per la linea stessa. La successiva Figura 4-1 visualizza lo schema planimetrico della batteria di pozzi posta a protezione della linea; i pozzi saranno realizzati in ultima fase (fase C) come descritto nel successivo § 4.3.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 14 di 136

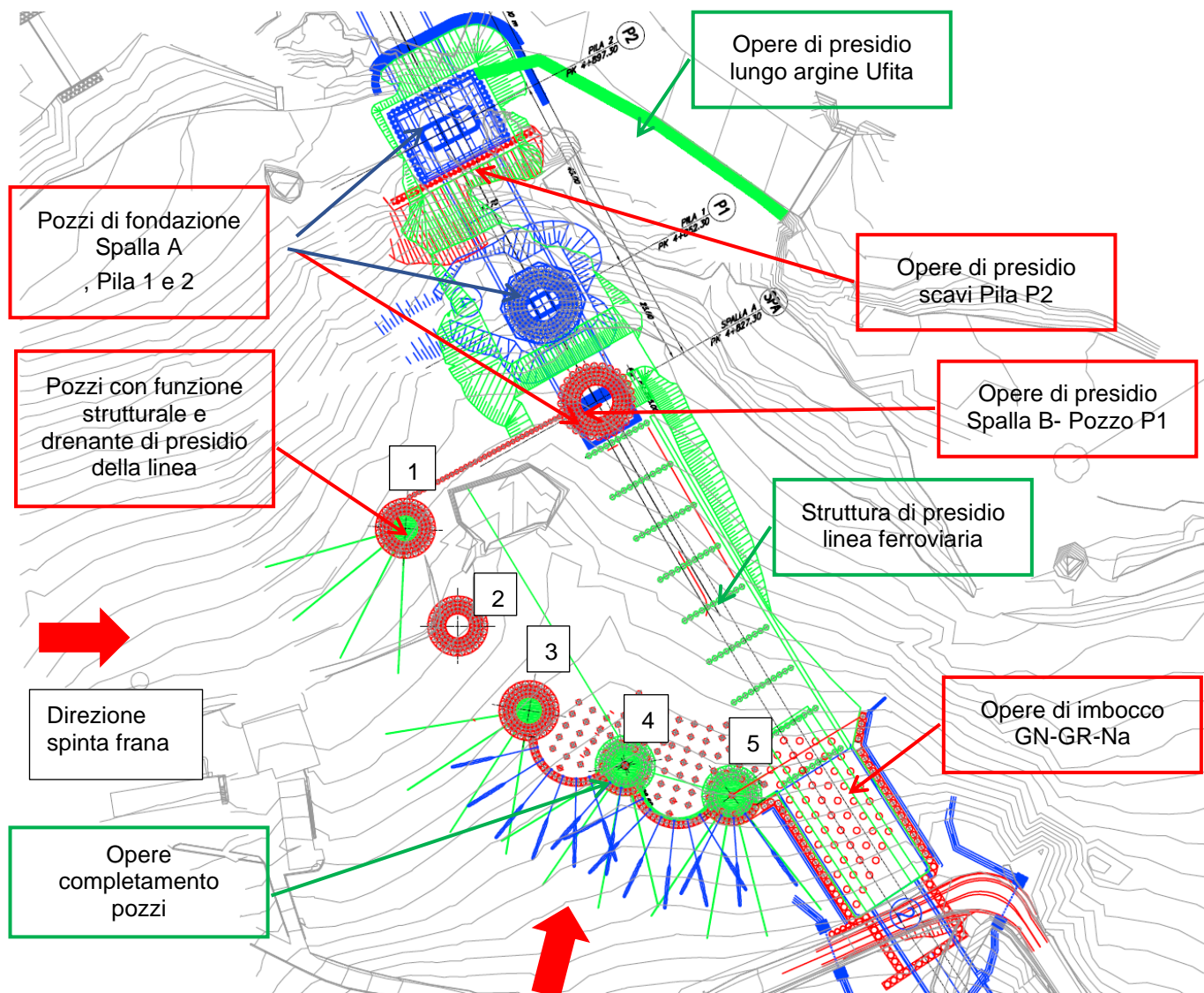


Figura 4-1: Configurazione delle opere in variante: Opere Fase A (rosso) + Opere Fase B (blu) + Opere Fase C(Verde)

La scelta del posizionamento plano-altimetrico dei pozzi strutturali visualizzato nella precedente Figura 4-1, così come la definizione delle spinte da applicare ai pozzi (trattata nel successivo § 6.1) è stata oggetto di un prolungato studio e confronto all'interno del RTP con i progettisti responsabili delle singole WBS lungo tratta, con il Consorzio, nonché con le U.O Italferr competenti.

Il risultato finale ha permesso di contemperare diverse esigenze:

- la protezione della spalla A e della Pila P1, per le quali le evidenze inclinometriche raccolte fino ad oggi mostrano, nella stagione invernale 20/21, spostamenti dell'ordine dei 5-7 mm a profondità variabili da 18 a 20 m circa dalla superficie del piano campagna;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatari</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 15 di 136

- la protezione del piazzale tecnologico RI53, e i relativi fabbricati tecnologici, senza alterarne lo schema funzionale;
- il raccordo delle nuove opere di presidio con quelle di imbocco della galleria.

Nel seguente schema concettuale si mostra la disposizione dei pozzi rispetto alle direzioni di movimento evidenziate dagli azimut inclinometrici nella zona di frana. La distanza tra i pozzi e le opere di linea è stata scelta non troppo vicina alla linea per consentire l'inserimento degli elementi di progetto sul piazzale e non troppo lontana per ottenere una mitigazione dei movimenti osservati sulle opere di linea, sufficientemente accentuata anche per gli elementi più distanti (Pila P1 e Spalla B).

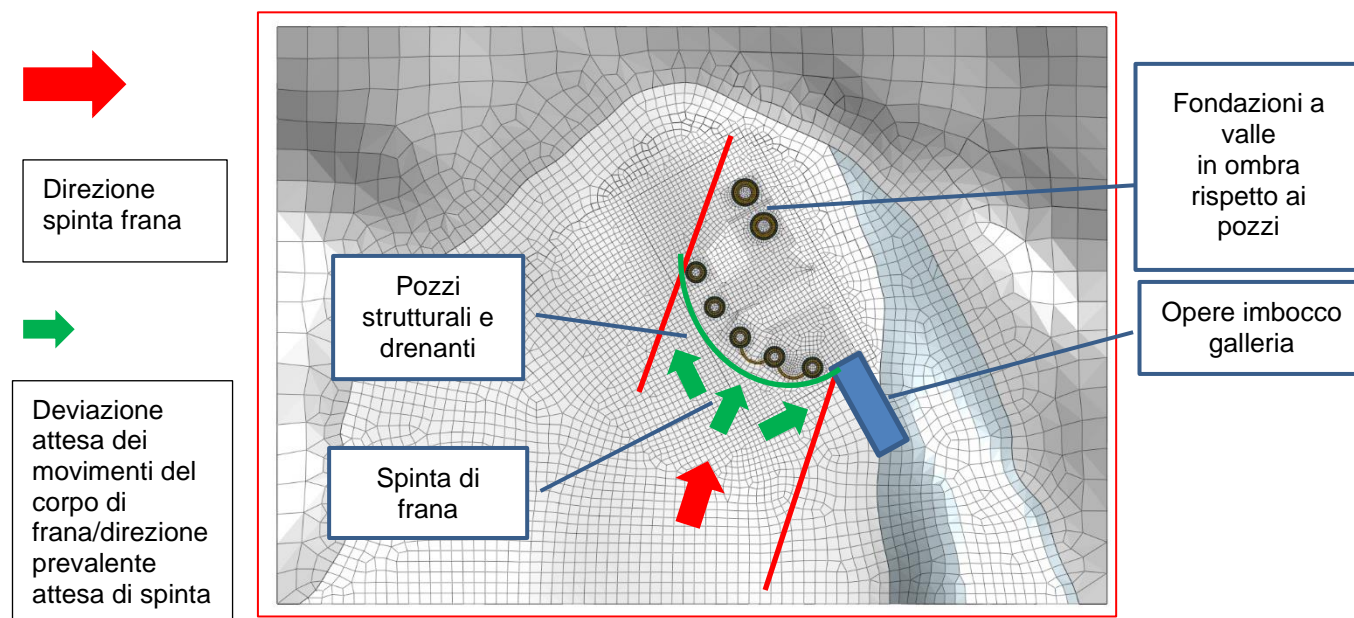


Figura 4-2: Considerazioni sulla disposizione planimetrica dei pozzi e protezione delle opere di linea

L'effetto atteso della batteria di pozzi è quindi quello di assorbire direttamente o in direzione dell'opera di imbocco della galleria i movimenti di frana; l'imbocco della galleria risulta naturalmente un elemento di confinamento poiché le quote di fondo della stessa si trovano a lambire il substrato roccioso e le profondità della superficie di frana in tale zona di riducono rispetto ai 18-20 m osservati per la Pila 1 e la Spalla A.

I pozzi 3, 4 e 5 si trovano disposti quasi ortogonalmente alla linea di flusso principale della massa potenzialmente instabile, mentre i pozzi 1 e 2 appaiono decisamente in ombra uno rispetto all'altro e rispetto ai pozzi posti più a monte.

Tale osservazione è stata utilizzata per stimare il raggio di influenza dei singoli pozzi e quindi il carico totale potenzialmente agente su di essi: poiché i pozzi 3-4-5 si trovano in direzione frontale rispetto al flusso di frana e lo scavo del piazzale a tergo richiede un'opera di protezione, tra i pozzi 3-4 e 4-5 sono state inserite due paratie di pali

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 16 di 136

disposte ad arco che hanno lo scopo di sostenere il terreno e favorire l'arco di scarico sui pozzi stessi. Tale esigenza appare secondaria per i pozzi 1 ,2 e 3 sia perché il piazzale a tergo si trova circa alle stesse quote della testa dei pozzi, sia perché l'allineamento dei pozzi appare favorevole rispetto alla direzione di scivolamento ed è lecito attendersi un effetto barriera comunque efficace rispetto i movimenti residui attesi a valle.

Dal punto di vista altimetrico la testa dei primi tre pozzi segue lo sviluppo del versante, dove possibile, in modo tale da evitare sbancamenti eccessivi; oltrepassata la viabilità NV05 di accesso al piazzale, la testa pozzi è posizionata alla quota del futuro piazzale di lavoro, integrandosi con le opere di imbocco con le modalità meglio descritte nel paragrafo successivo

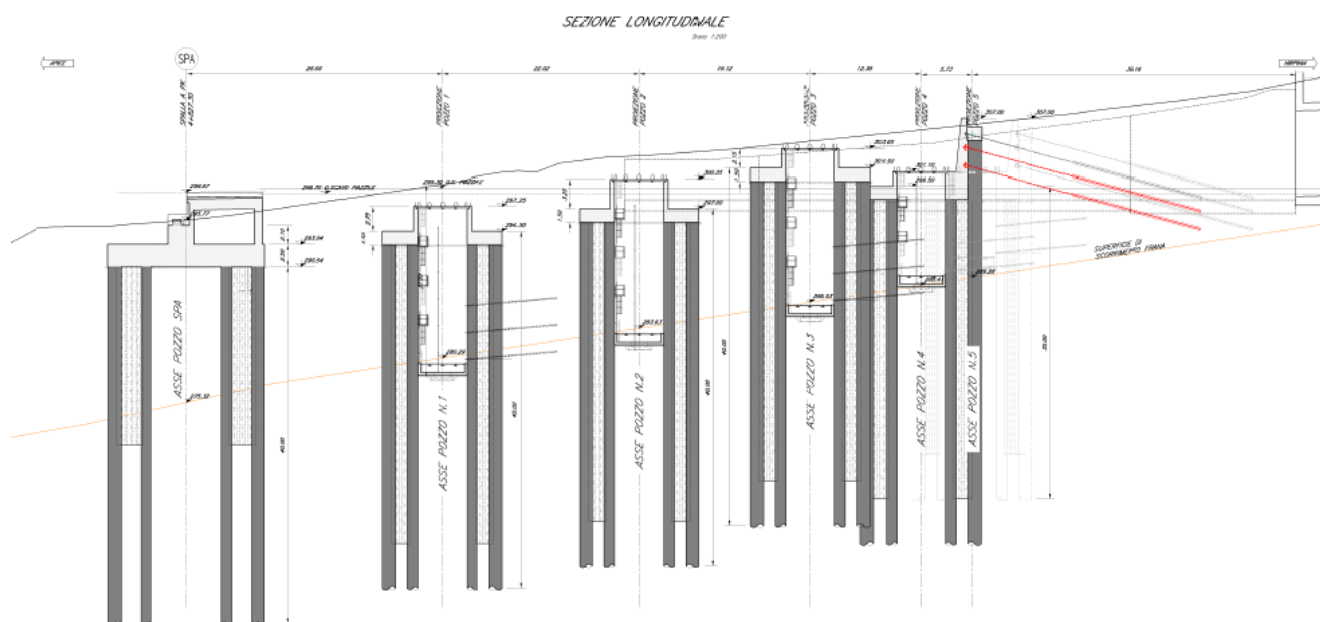


Figura 4-3: Sezione longitudinale: Disposizione altimetrica dei pozzi strutturali P1-P5

All'interno dei pozzi è realizzata una camera di drenaggio allo scopo di assolvere alla seconda funzione per cui essi sono stati concepiti che è quella di drenaggio della coltre instabile.

Allo stato attuale dello sviluppo del PEV, si prevede che all'interno dei pozzi siano installate pompe di sollevamento delle acque drenate, ridondanti rispetto alle necessità di pompaggio: la soluzione è stata preferita a quella con un collegamento di fondo mediante tubazione tra le diverse camere drenanti, sia per la complessità dell'impianto, a fronte di venute d'acqua non rilevanti, sia perché la tubazione di fondo - per poter scaricare a gravità - dovrebbe comunque essere posta in prossimità della superficie di scivolamento o attraversare le coltri superficiali instabili, con conseguenti rischi di rotture/occlusioni che renderebbero comunque inevitabile l'attrezzaggio dei pozzi con pompe sommergibili.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>17 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	17 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	17 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Tuttavia, come convenuto in sede di confronto tecnico a valle della emissione della rev A del PEV, ulteriori considerazioni in merito alla effettiva estensione e configurazione del sistema drenante all'interno dei pozzi, nonché in merito alla necessità/modalità di realizzazione di uno scarico di fondo a gravità delle acque drenate al loro interno, saranno sviluppate al termine del periodo di monitoraggio, una volta consolidato il quadro geologico/tecnico dell'intero versante in frana.

La concezione ed il dimensionamento strutturale dei pozzi è stata effettuata avvalendosi in prima istanza di considerazioni progettuali e metodi di calcolo analitici di comprovata affidabilità. Tuttavia, tali metodi non possono cogliere - se non a prezzo di inevitabili semplificazioni guidate dal giudizio ingegneristico in merito al grado di affidabilità delle stesse - gli effetti legati alla tridimensionalità geometrica e alla complessità dell'interazione terreno-strutture.

Per tale ragione, effettuato un primo dimensionamento statico per definire compiutamente le strutture di presidio, si è proceduto a sviluppare una modellazione tridimensionale a elementi finiti del versante e delle opere principali (batteria di pozzi e pozzi P1 e SPA) al fine di validare le scelte operate, nel tentativo di giungere ad un più robusto convincimento circa la sicurezza dell'impianto progettuale e delle verifiche di dimensionamento compiute. Una disamina degli obiettivi di indagine di tale modello è condotta nel successivo § 6.4.

4.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E COSTRUTTIVE DEI POZZI STRUTTURALI

I 5 pozzi circolari di presidio della linea e delle fondazioni del viadotto VI02 sono realizzati con pali trivellati in calcestruzzo di diametro 1200 e 1500 mm, nonché con pali plastici di diametro 1200 mm; i pozzi 1,3, 4 e 5 sono attrezzati con camere di drenaggio all'interno delle quali sono eseguiti dreni sub-orizzontali per il drenaggio delle acque di versante all'interno del corpo di frana. I 5 pozzi strutturali presentano diametro pari a 13.50 m e lunghezze variabili da 35 a 40 m.

La successiva Figura 4-4 mostra la configurazione di un pozzo tipico in pianta e sezione longitudinale.

Lo schema esecutivo è il risultato di una sintesi tra diverse esigenze e limiti operativi/tecnologici, nonché di programma lavori.

Le due corone di pali esterne ed interne sono armate e consentono:

- di contrastare gli sforzi di trazione, compressione e taglio generati dalla distribuzione delle sollecitazioni lungo il fusto del palo generate dalle spinte di frana;
- di collaborare insieme alla zona intermedia realizzata con pali plastici alla formazione di una corona in calcestruzzo in grado di sviluppare un effetto arco sufficiente per resistere alle pressioni anulari che si generano all'interno del manufatto per effetto delle spinte applicate;

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 18 di 136

- di realizzare un anello interno di pali secanti in grado di consentire lo scavo di seconda fase per la realizzazione delle camere drenanti, scavo autosostenuto per effetto forma.

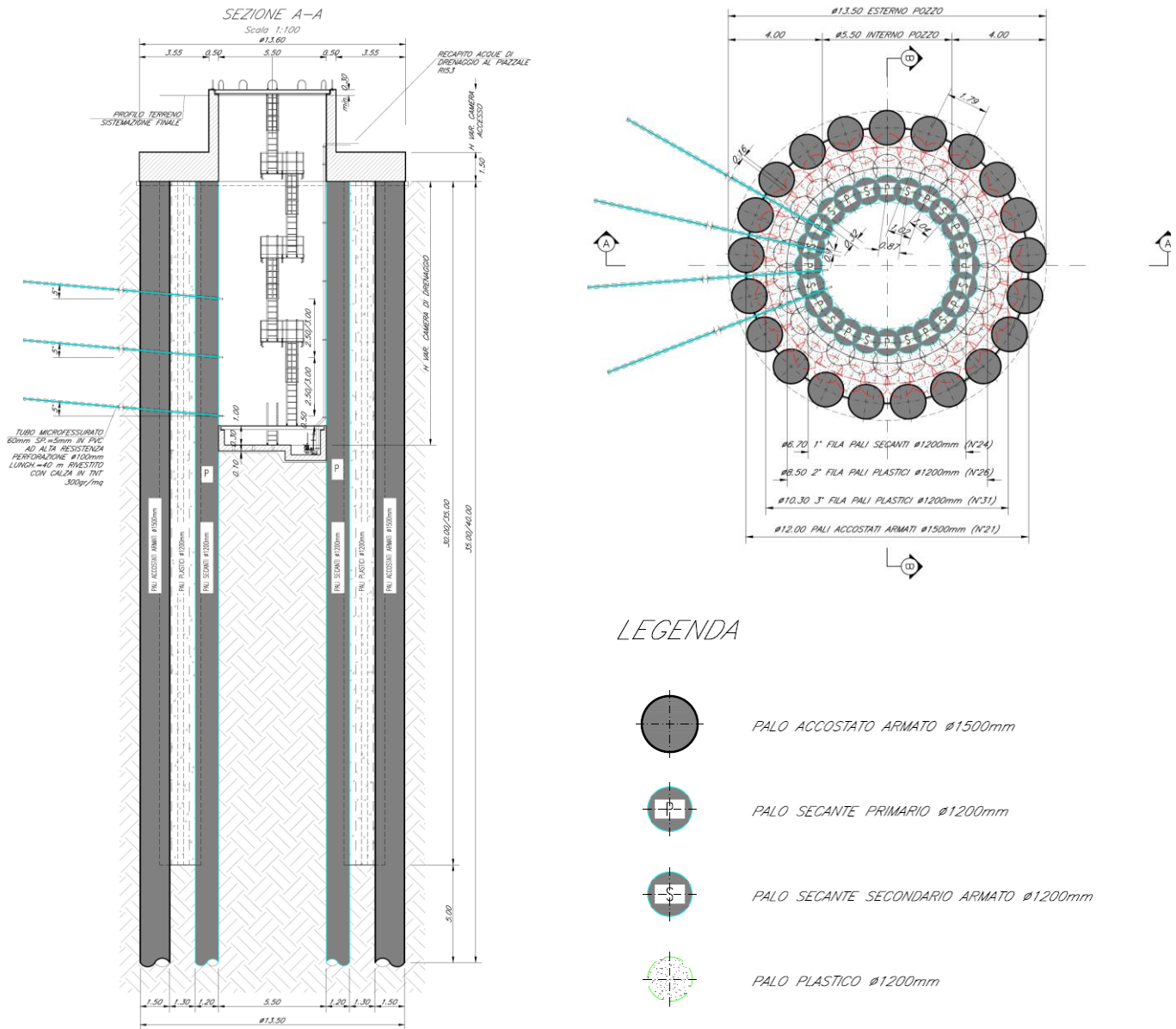


Figura 4-4: Pianta e sezione longitudinale pozzi strutturali di presidio opere di linea

L'efficacia della soluzione così configurata risiede nella possibilità di:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>19 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	19 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	19 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

- realizzare il pozzo in prima fase (Fase A nella Relazione Generale e negli elaborati di progetto) interamente dall'alto senza necessità di effettuare scavi al suo interno; è evidente, quindi il vantaggio in tempi di esecuzione rispetto al serrato programma lavori: i pozzi diventano quindi elementi di stabilizzazione immediatamente efficaci per le opere a valle ed in particolare per la Pila 1 e la Spalla A;
- evitare importanti scavi di sbancamento all'interno dei pozzi che potrebbero generare detensionamenti/movimenti nella massa instabile;
- scavare la camera di drenaggio all'interno dei pozzi senza misure supplementari di rivestimento provvisorio e definitivo, con conseguente risparmio di tempo e ottimizzazione delle opere.

La corona intermedia di pali plastici è estesa fino quasi alla base dei pozzi in modo tale da consentire la formazione dell'effetto arco tra le varie corone di pali evitando che gli stessi possano lavorare per flessione e non principalmente per trazione/compressione e taglio.

E' evidente che lo schema esecutivo, impone di dimensionare una struttura mista, con diverso comportamento a trazione/compressione in direzione verticale e nel piano orizzontale. Se in direzione verticale le azioni globali di flessione possono essere riprese dal regime di trazione/compressione nei singoli pali armati delle due corone in funzione della inerzia complessiva della palificata, l'effetto arco di piano deve potersi instaurare, potendo contare solo sulla capacità di resistenza a compressione della fascia anulare trattata, essendo tutti gli elementi accostati o compenetrati, senza armatura passante di tipo anulare.

Anche in questo caso il dimensionamento strutturale è stato svolto con schemi statici semplificati e poi sottoposto a validazione mediante modellazione numerica, come meglio descritto nel successivo § 6.4.

Come accennato in precedenza, i pozzi strutturali 1-3-4-5 sono attrezzati con dreni sub-orizzontali disposti a raggiera che saranno perforati all'interno dei pozzi al termine dello scavo della camera di drenaggio: sul fondo è realizzata una platea con una sentina ribassata per l'alloggiamento delle pompe sommergibili che rilanciano le acque in sommità mediante apposita tubazione di mandata. La platea presenta tubi di drenaggio sul fondo in modo da evitare che si generino sottopressioni che la farebbero galleggiare. Una serie di grigliati metallici a testa pozzo e sopra la vasca di raccolta, nonché una scala metallica protetta, consentono di mettere in sicurezza la bocca del pozzo e garantiscono l'accesso per le operazioni manutenzione. Il calaggio delle apparecchiature/pompe/ verrà eseguita mediante autogru esterne.

4.3 FASI DEI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le macrofasi di realizzazione A, B, C definite a seguito del confronto tecnico con ITF e visualizzate negli appositi elaborati di progetto, sono di seguito esplicitate nel dettaglio, descrivendo la sequenza delle varie lavorazioni per le opere in progetto.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="778 309 906 353">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="922 309 1002 353">LOTTO 01</td> <td data-bbox="1026 309 1106 353">CODIFICA V ZZ CL</td> <td data-bbox="1185 309 1297 353">DOCUMENTO VVI0202 001</td> <td data-bbox="1377 309 1425 353">REV. B</td> <td data-bbox="1473 309 1552 353">FOGLIO 20 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 20 di 136
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 20 di 136							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea												

4.3.1 FASE A

Nella prima fase operativa sono realizzate le opere dell'imbocco Grottaminarda; viene dato contestualmente avvio alla realizzazione delle fondazioni della spalla A del viadotto, nonché alle opere di sostegno degli scavi per la pila 2.

1. Ripristino della viabilità locale di Contrada Porrara nella configurazione attuale, previa realizzazione delle paratie e delle opere di sostegno definitive dell'imbocco Grottaminarda lato Napoli poste sotto il sedime attuale della suddetta viabilità, in accordo con il progetto esecutivo approvato. Per i dettagli di tale fase si rimanda agli elaborati di PE non oggetto del presente PdV
2. Apertura della pista di cantiere fino a raggiungere la spalla A del Viadotto VI02, procedendo dalla viabilità locale poco prima della deviazione provvisoria, come da elaborati di cantierizzazione.
3. Creazione delle piste per l'accesso ai piani di lavoro delle opere di imbocco.
4. Completamento delle opere di imbocco comprese le palificate lato monte dei pozzi 4 e 5 con relativi consolidamenti (pali plastici) per la stabilizzazione al piede delle paratie.
5. Realizzazione della palificata tra spalla A e pozzo 1 di delimitazione del piazzale tecnologico.
6. Realizzazione del pozzo di fondazione della spalla A del viadotto.
7. Contestuale apertura della pista di cantiere fino a raggiungere la pila P2.
8. Esecuzione della paratia di pali di monte della Pila P2 necessaria per poter eseguire gli scavi di seconda fase per la creazione del piano di lavoro da cui operare con idrofresa. Gli scavi di valle saranno realizzati al completamento delle opere di presidio di monte (Pozzo Spalla A, e paratia di pali tra la spalla A e il pozzo 1)

4.3.2 FASE B

La fase B prevede il completamento degli scavi del piazzale e di tutto il viadotto elementi necessari per poter effettuare la traslazione della TBM sul versante opposto e quindi proseguire con gli scavi della galleria Melito.

1. Ultimate le paratie di imbocco e quelle di monte dei pozzi 4 e 5, scavo graduale per fasi mediante tirantatura delle palificate fino a raggiungere la quota provvisoria del piazzale di lavoro necessaria per il varo dell'impalcato del viadotto VI02.
2. Esecuzione delle opere di imbocco.
3. Realizzazione della pista di cantiere di accesso diretto al piazzale sul sedime della viabilità definitiva di progetto.
4. Apertura della pista di accesso alla pila P1 e contestuale ribasso fino al piano di lavoro dal quale eseguire il pozzo di fondazione della Pila P2.
5. Scavo di ribasso a valle della paratia di pali della Pila P2, previa tirantatura della stessa.
6. Esecuzione del pozzo di fondazione della Pila P2 mediante idrofresa.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>21 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	21 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	21 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

7. Esecuzione del pozzo di fondazione della Pila P1 mediante palificate.
8. Getto delle fondazioni e delle elevazioni delle pile e delle spalle.
9. Varo a spinta del viadotto, assemblato sul piazzale antistante l'imbocco della galleria Grottaminarda.
10. Completamento dello scavo della galleria Grottaminarda e traslazione della TBM sul versante opposto per consentire lo scavo della galleria Melito.

4.3.3 FASE C

Nella Fase C sono completate tutte le opere, lavorando in "ombra" rispetto alle lavorazioni che coinvolgono il resto della linea ed in particolare lo scavo della galleria Melito.

1. Realizzazione dei pozzi strutturali 1 2 e 3 e scavo all'interno dei pozzi per la realizzazione delle camere di drenaggio.
2. Completamento dei pozzi strutturali 4 e 5.
3. Getto dei muri di placcaggio definitivi a contrasto delle paratie di monte dei pozzi 4 e 5.
4. Scavo all'interno dei pozzi strutturali 4 e 5 per la realizzazione delle camere di drenaggio.
5. Realizzazione dei dreni sub-orizzontali all'interno dei pozzi 1, 3, 4 e 5.
6. Esecuzione della gabbionata al piede del versante lungo l'Ufita
7. Completamento opere di finitura di tutti i pozzi strutturali.
8. Ultimato lo scavo della galleria Melito, realizzazione delle strutture di sostegno definitive della piattaforma ferroviaria tra l'imbocco della galleria e la Spalla A del viadotto.
9. Costruzione degli edifici e attrezzaggio degli stessi.
10. Ripristino dei luoghi con rimozione piste e attrezzature di cantiere
11. Completamento di tutte le opere del piazzale tecnologico e della viabilità di accesso.

Come indicato nei paragrafi precedenti, il completamento dei pozzi strutturali 1÷5 sarà effettuato solo dopo conferma definitiva del modello geologico-geotecnico del versante in funzione dei dati di monitoraggio dello stesso che saranno acquisiti durante la realizzazione delle opere di imbocco e delle opere di fondazione del viadotto VI02. Con lo stesso criterio si procederà anche per la conferma definitiva della necessità di realizzare la gabbionata al piede del versante lungo l'alveo dell'Ufita.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>22 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	22 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	22 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO

5.1 ASPETTI GENERALI E PROBLEMATICHE DI INSTABILITA' DI VERSANTE

Al termine della galleria Grottaminarda, alla pk 4+695, il tracciato si sviluppa all'aperto per un breve tratto (fino alla pk 5+090) attraversando nuovamente il F. Ufita, che scorre incassato in una valle stretta dai fianchi alti, soprattutto nel versante settentrionale in destra idraulica. Le due zone di imbocco affacciate sulla valle del F. Ufita (galleria Grottaminarda lato Napoli e galleria Melito lato Bari), sono ubicate a mezza costa lungo versanti costituiti da terreni appartenenti al Flysch Rosso (FYR).

La parte alta del fronte di imbocco della galleria naturale Grottaminarda è impostata nei depositi di una frana complessa considerata stabilizzata in sede di PE che si estende a valle fino al F. Ufita, mentre la parte bassa interessa i terreni del caotico del Flysch Rosso, contraddistinti in questo settore dalla litofacies di tipo "c".

Non esistono evidenze nette che consentano di delimitare in maniera precisa il passaggio tra depositi di frana e formazioni sottostanti. Indicativamente il limite del corpo di frana è posto al contatto tra limi argillosi debolmente sabbiosi di colore avana chiaro-marrone-grigio con diffuse concrezioni calcaree, posti a tetto (corpo di frana), e sottostanti argille limose di colore rossastro rappresentanti il Flysch Rosso (sondaggi AU6, AU7 e C10). Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche lo spessore del corpo di frana è stato stimato tra 10 e 20 m.

All'interno della frana sono visibili in affioramento dei megablocchi di dimensione fino a decametrica, costituiti da brecce calcaree cementate derivanti dallo smembramento, all'interno del corpo di frana di corpi sedimentari riferibili all'unità FYR 2 del Flysch Rosso.

Le Unità geotecniche individuate sul versante in sinistra idrografica oggetto di variante da pk 4+695 a pk 4+960 sono le seguenti:

- FYR: corpo di frana;
- FYRc: depositi caotici;

Circa le dinamiche evolutive - ben distinte - dei due versanti osservate mediante il monitoraggio piezometrico e inclinometrico ed in particolare del corpo di frana presente in sinistra orografica si rimanda agli elaborati specialistici parte della presente variante.

Nello specifico, le letture strumentali sul versante Grottaminarda hanno mostrato gradienti di spostamento differenziale locale associabili ad una mobilitazione profonda delle coltri argillose, con localizzazione della superficie di massima deformazione fra le profondità di 20-21 m nel caso della verticale VI 02-1 (posta in corrispondenza della pila 1 del viadotto VI02) e fra 18-19 m nel caso della verticale VI 02.2 (ubicata all'altezza della Spalla A del Vi02). Una ulteriore deformazione locale, a carattere secondario, ha interessato i primi 3 metri di coltre, su entrambe le verticali monitorate.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 23 di 136

L'aggiornamento delle campagna di misure inclinometriche eseguite lungo il versante fino a febbraio 2022, ha confermato la presenza dei movimenti già rilevati nella campagna di misure dell'autunno/inverno 20/21, ha messo in evidenza alcuni movimenti a monte delle opere di imbocco, ma non è ancora sufficiente, come convenuto in sede di confronto tecnico sulla REV A del PDV, ad accertare nel dettaglio la reale estensione/profondità dei cinematismi in atto, in special modo nella parte alta del versante.

I movimenti osservati sono da mettere in relazione all'elevata piovosità dell'inverno 20/21, che ha determinato, presumibilmente, anche un'accentuazione dell'azione erosiva del Torrente Ufita. Essi presentano alla quota di scorrimento valori cumulati nel periodo di osservazione intorno ai 5-7 mm, valori che - considerato il carattere stagionale degli eventi - possono, essere assunti, a favore di sicurezza, quale base attuale di valutazione del trend annuo di possibile mobilitazione del corpo di frana.

La direzione del campo di spostamenti è stata definita a partire dai dati di azimut dell'inclinometro VI02-1 ed è pari a circa 30° in direzione nord-est.

5.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRI DI RIFERIMENTO

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei parametri geotecnici per le varie Unità (tra parentesi sono indicati i valori di calcolo utilizzati nelle analisi numeriche successive).

Unità		Unità 1 [FYR – corpo di frana]	Unità 2 [FYRc <20 m]	Unità 3 [FYRc >20 m]
<i>Proprietà</i>	<i>u.m.</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>
γ	kN/m ³	19÷21 [19]	19.5÷22 [22]	19.5÷22 [22]
w _N	%	15÷25	10÷25	10÷26
LL	%	50÷65	40÷75	40÷76
LP	%	18÷32	20÷30	20÷30
IP	%	30÷40	20÷45	20÷45
c'	kPa	-	15÷20 [17]	20÷30 [25]
ϕ'	°	-	22÷24 [23]	20÷22 [21]
c' residui	kPa	0÷5 [0]	-	-
ϕ' residui	°	18÷23 [20] [*]	-	-
Cu	kPa	80÷180 [80]	150÷400 [150/200]	250÷500 [**]
E _o	MPa	200÷500	500÷1200 [800/1000]	1200÷3000 [**]
E _{young}	MPa	40÷100	100÷240	240÷600

[*] per le verifiche di stabilità è stato assunto $\phi=14^\circ$ valore residuo equivalente proveniente dalle Back Analysis;
[**] aumento lineare con la profondità fino a 35m, successivamente si assume un valore costante pari al massimo.

Tabella 1: Parametri geotecnici di riferimento – tra parentesi i valori impiegati nelle analisi numeriche

Sulla base delle indicazioni contenute nelle relazioni geologica e geotecnica di riferimento, la superficie di frana è stata caratterizzata mediante back analysis del pendio. In particolare, le analisi sono state eseguite secondo il criterio

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 24 di 136

di Morgenstern-Price, impostando la superficie di scivolamento al passaggio sul terreno sottostante (FYR_{avc} con $\gamma=20\text{kN/m}^3$, $c'=23\text{kPa}$ e $\Phi'=23^\circ$). In queste condizioni si è ricavata la condizione di equilibrio limite con FS=1 imponendo al terreno in frana: $\gamma=20\text{kN/m}^3$, $c'=0\text{kPa}$ e $\Phi'=14^\circ$.

La falda con minima soggiacenza sul versante è collocata a circa -7.0 m dal piano campagna. In relazione alla posizione relativa delle pile del viadotto e dei pozzi di protezione, la falda è assunta variabile lungo il pendio; in particolare per i pozzi di protezione è considerata alla profondità di circa 6.0÷7.0 metri da p.c.

5.3 CONSIDERAZIONI SULLE AZIONI SISMICHE

5.3.1 Azione sismica per analisi di stabilità pseudostatiche

La zona del viadotto VI02 risulta caratterizzata da accelerazioni sismiche di progetto definite in fase di PE, come evidenziato nella seguente tabella.

		Categoria di suolo	Categoria topografica	Vita nominale V_N	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito (SLV) a_{max}/g	Magnitudo (zona sismogenetica 927)
VI01		C	T1	75 anni	III	0.449	7.06
VI02		C	T2 con h/H = 0.25	75 anni	III	0.471	7.06
			T2 con h/H=0			0.449	7.06
VI03		C	T1	75 anni	III	0.448	7.06
	campata P2,P3,P4	C	T1	100 anni	IV	0.490	7.06
VI04		C	T1	75 anni	III	0.447	7.06
	campata P3,P4	C	T1	100 anni	IV	0.486	7.06

Tabella 2 Parametri base che caratterizzano l'azione sismica per il viadotto VI02

Ai fini della valutazione dell'azione sismica per l'analisi di stabilità del pendio in condizioni sismiche, nelle verifiche agli stati limite ultimi SLV, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_h = k_h \cdot W \text{ e } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v pari rispettivamente ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g \text{ e } k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

in cui:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g : accelerazione di gravità.

Secondo la Normativa vigente, per categoria di sottosuolo C e a_g maggiore di 0.2g il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è 0.28.

Pertanto, i coefficienti sismici orizzontale e verticale nel caso in esame valgono:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>25 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	25 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	25 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g = 0.13$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \pm 0.066$$

L'applicazione del metodo pseudostatico all'intero corpo di frana, che presenta una estensione areale molto elevata, pone una serie di questioni legate all'entità della accelerazione massima equivalente pseudostatica. Se, infatti, i valori sopra indicati fossero applicati all'intera estensione presunta del corpo di frana, le forze agenti sulle opere di mitigazione/presidio, sarebbero 4/5 volte superiori a quelle limite ipotizzate, pertanto non compatibili con la possibilità di dimensionamento statico delle stesse.

In realtà, una serie di fattori concorre a limitare l'entità delle forze in gioco e, quindi, l'azione di stabilizzazione che le opere di mitigazione devono esercitare sulla massa instabile:

1. non tutti gli strati del corpo di frana saranno soggetti agli stessi valori di accelerazione massima stimati in superficie, considerato che lo spessore del corpo di frana presenta spessori rilevanti (tra i 15 e i 20 m nella porzione prossima alle opere in progetto);
2. l'impossibilità che tutto il versante si mobiliti in modo sincrono;
3. il livello della quota di falda, in presenza di un evento sismico maggiore, non potrà in senso probabilistico presentarsi ai livelli massimi che hanno condotto alla presumibile movimentazione del corpo di frana;
4. l'incertezza della superficie di scorrimento del corpo di frana potrebbe presentare ondulazioni rispetto a quella teorica di calcolo;
5. l'attivazione di una riposta non drenata degli strati in fase sismica.

Dei vari fattori sopra elencati gli ultimi due sono i più aleatori e di incerta definizione, mentre sui primi è possibile effettuare alcune considerazioni aggiuntive, in forma semplificata, senza ricorrere a modellazioni avanzate, che - per quanto possibili pur con oneri computazionali elevati - sconterebbero comunque molte incertezze, tra cui la dimensione effettiva della massa instabile e gli effetti tridimensionali del problema molto accentuati nel caso in esame.

5.3.2 Considerazioni sui valori di accelerazione pseudostatica

I valori di accelerazione indicati dalla norma sono stati oggetto di analisi di risposta sismica monodimensionale che ha portato a definire valori di accelerazione di picco simili a quelli indicati dalla norma, ovviamente variabili all'interno del corpo di frana. Una stima dell'andamento della accelerazione di picco, considerando trascurabili gli effetti topografici per la modesta inclinazione del versante a monte delle opere è riportata nella successiva figura.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 26 di 136

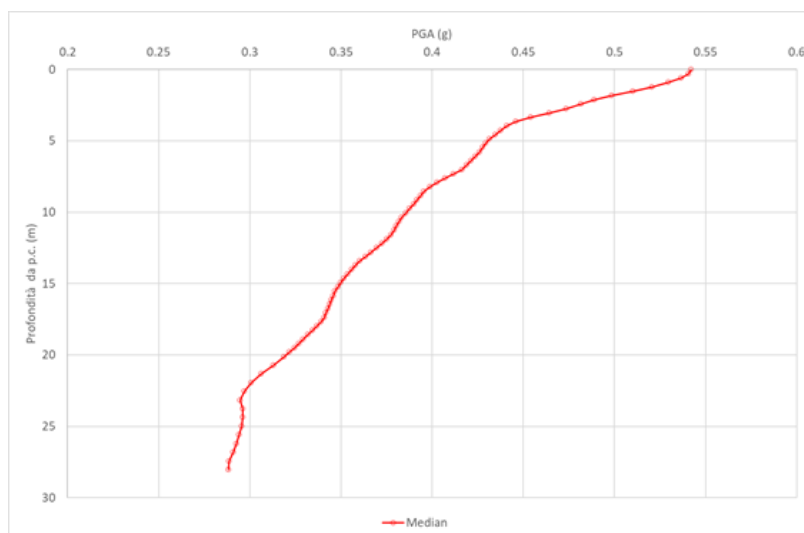


Figura 5-1: Andamento accelerazioni sismica da analisi monodimensionale per VN=75 anni

Tralasciando i dettagli della modellazione monodimensionale per brevità di trattazione, le Linee guida AGI 2005 – “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”, suggeriscono che utilizzando analisi di risposta sismica monodimensionali il coefficiente sismico equivalente possa essere calcolato a partire dal profilo delle accelerazioni massime, determinando il valore medio all’interno della massa instabile e da qui il valore di accelerazione pseudostatica.

Applicando al caso in esame la procedura suggerita dall’ AGI, si trovano valori di accelerazione $a_{max\ eq}$ 0.419 su uno spessore di coltre di 15 m che determinerebbe un k_{eq} dell’ordine di 0.117, circa 10% inferiore rispetto al valore di norma.

Su tale determinazione pesano però le incertezze legate alla reale entità dello smorzamento del moto sismico e decadimento delle rigidità delle formazioni flysioidi – specie nel corpo di frana - agli effetti topografici ecc: pertanto, nei dimensionamenti successivi si sono comunque utilizzati i valori di accelerazione pseudostatica suggeriti dalla normativa.

5.3.3 Accelerazioni pseudostache e spostamenti ammissibili del pendio

Con riferimento all’approccio proposto da Rampello et. al. (2010), nell’ottica della progettazione prestazionale, l’analisi sismica di un pendio richiede una stima della sua prestazione, quasi sempre definita in termini di spostamenti permanenti indotti dal terremoto. Anche l’impiego dei metodi pseudostatici dovrebbe condurre ad una stima, ancorché indiretta, della prestazione sismica del pendio. Gli autori sopra citati suggeriscono che i valori del rapporto fra il coefficiente sismico e l’accelerazione massima forniti dalle Norme Tecniche per le costruzioni [D.M. 14.01.2008] siano attribuibili a intervalli di spostamenti permanenti indotti dal sisma di 15 – 20 cm.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 27 di 136

d_y (cm)	5	15	20	30	5	15	20	30	5	15	20	30
a_{max} (g)	η (subsoil class A)				η (subsoil class B)				η (subsoil class C, D)			
0.3 - 0.4	0.47	0.32	0.28	0.23	0.44	0.30	0.26	0.21	0.37	0.22	0.18	0.12
0.2 - 0.3	0.48	0.33	0.30	0.24	0.45	0.31	0.27	0.22	0.36	0.22	0.18	0.13
0.1 - 0.2	0.39	0.24	0.20	0.15	0.39	0.25	0.22	0.16	0.39	0.25	0.22	0.17
≤ 0.1	0.26	0.12	0.09	0.04	0.28	0.14	0.10	0.05	0.31	0.17	0.14	0.09

Tabella 3 Valori del coefficiente β (η in tabella) in funzione degli spostamenti permanenti indotti dal sisma.

E' interessante notare come, al crescere degli spostamenti ammissibili, il coefficiente sismico pseudostatico e l'accelerazione massima diminuiscano e quindi al crescere delle deformazioni ammesse nel pendio e nelle opere di contrasto che lo assecondano sia lecito attendersi una diminuzione della forza sismica pseudostatica equivalente ad esse applicata.

Tali considerazioni confermano la scelta operata ai fini di separare le opere di mitigazione della frana da quelle di linea: la possibilità che queste si deformino, anche in modo importante, consente di contenere l'entità delle azioni sismiche agenti sulle stesse. La trattazione svolta, inoltre, permette di fissare degli ordini di grandezza di possibile spostamento associato al valore di accelerazione pseudostatico che si impone al pendio.

Come meglio illustrato al successivo § 6.4, tali considerazioni sono risultate utili al fine di elaborare un modello di calcolo tridimensionale che, pur in assenza di indicazioni circa la reale estensione e andamento della superficie di scivolamento, consenta di simulare - sull'insieme dei pozzi - gli effetti di spostamenti permanenti del pendio dell'ordine di 20-30 cm, determinando al contempo gli spostamenti e le sollecitazioni sui pozzi associati a tali movimenti.

5.3.4 Effetti del moto a sincrono e della deformabilità dei suoli

Nel citato lavoro di Rampello et al. si mostra anche che - per una fissata soglia di accelerazione critica - gli spostamenti calcolati decrescono:

- al crescere delle dimensioni del corpo di frana,
- al decrescere della rigidità dei terreni che costituiscono il pendio, per il progressivo sviluppo di effetti di moto asincrono, ovvero dell'incoerenza spaziale del moto sismico all'interno del corpo di frana.

Estensione e deformabilità dei terreni giocano, quindi, un ruolo fondamentale nella determinazione dell'azione pseudostatica equivalente, e quindi - nel caso specifico - della forza minima che agisce sui pozzi strutturali che si oppongono alla traslazione verso valle della massa instabile.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 30%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">28 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	28 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	28 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Il comportamento inerziale atteso del corpo di frana in direzione longitudinale può essere correlato al rapporto tra le lunghezze d'onda predominanti dell'evento sismico di ingresso e le dimensioni del volume di terreno potenzialmente instabile. Al decrescere di tale rapporto, le forze di inerzia istantanee tendono ad annullarsi e l'azione inerziale netta agente nel corpo di frana si riduce, con una conseguente riduzione degli spostamenti indotti dal sisma.

In modo semplificato, quanto sopra porta alle seguenti considerazioni: presa una qualsiasi verticale del corpo di frana, il segno della sollecitazione sismica lungo di essa è lo stesso per una altezza pari alla metà della lunghezza d'onda $\lambda/2$, oltre la sollecitazione sismica cambia segno. Considerata la pendenza media del versante in frana pari ad α , il salto di quota pari a $\lambda/2$ viene raggiunto dopo una lunghezza in pianta pari a $\lambda(2 \cdot \tan \alpha)$. Solo nell'ambito di tale distanza planimetrica è ragionevole applicare la sollecitazione sismica pseudostatica ed equiversa al pendio.

Alla luce delle considerazioni precedenti, nelle analisi di stabilità riportate nel seguito si è ritenuto lecito limitare l'applicazione delle forze pseudostatiche nel tratto di pendio a monte ad una lunghezza pari a circa 150 m, lunghezza entro la quale le forze inerziali pseudo-statiche sono orientate tutte in verso sfavorevole (verso valle e verso l'altro). Oltre tale lunghezza il verso di tali forze cambia.

La lunghezza d'onda del sisma (λ) è funzione del rapporto tra velocità delle onde di taglio (v_s) e frequenza (ν)

$$\lambda(m) = v(m/s)/(\nu(Hz))$$

Per terreni di tipo C quali quelli in esame, con v_{s30} pari a 316m/s, come indicato nella relazione geofisica di PE, assumendo una frequenza di valore medio pari a 5 Hz risulta $\lambda \sim 60$ m.

Nel tratto a monte dei pozzi il pendio può essere caratterizzato con una pendenza di circa 12°, si ottiene, in conclusione, una lunghezza della zona in cui può applicarsi una sollecitazione sismica costante ed equiversa pari a circa 150 m.

Nelle analisi pseudostatiche in condizioni sismiche riportate nei capitoli successivi, l'accelerazione è quindi stata applicata solo all'interno di tale zona.

La spinta del terreno al di sopra della superficie di scivolamento, in condizioni pseudostatiche all'equilibrio limite, è valutata a partire da una ipotesi di terreno indeformabile: in realtà, considerata l'altezza della massa instabile, tale spinta subisce una diminuzione dovuta alla deformabilità del materiale stesso lungo l'altezza di frana e quindi agli effetti di incoerenza spaziale del moto, messi in evidenza nel citato lavoro di Rampello et al.

Per tenere in conto tale effetto, si è fatto riferimento a quanto riportano le NTC a proposito delle opere di sostegno, in merito al coefficiente α che tiene conto, appunto, della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera di sostegno stessa, il cui andamento è riportato nella figura seguente.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 29 di 136

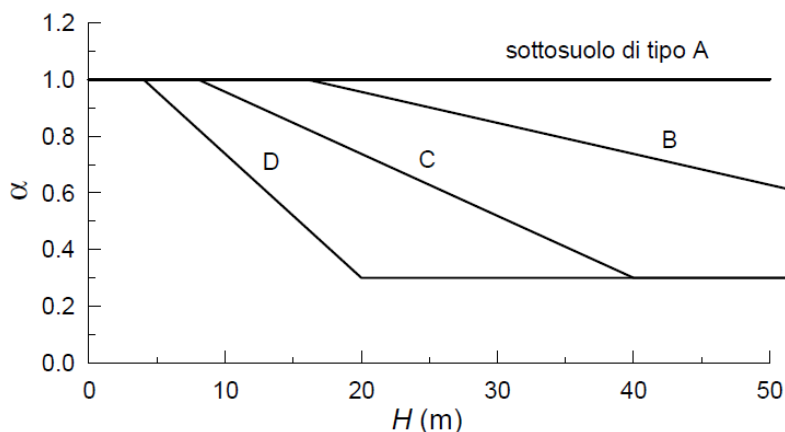


Figura 5-2: Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Nel caso in questione, considerata una altezza del corpo di frana di circa 20 m, il coefficiente di riduzione è stato assunto pari 0.7.

5.3.5 Accelerazioni sismiche e quota di falda

Come osservato in precedenza, la causa probabile di attivazione dei movimenti del versante è attribuita, allo stato attuale delle conoscenze, a innalzamenti della falda durante stagioni caratterizzate da regimi pluviometrici molto più elevati della media, quali si sono osservati nell'inverno 20/21, valori eccezionali, se confrontati con i valori medi annui stagionali. Si noti che i dati a disposizione indicano che i valori medi di soggiacenza della falda possono essere considerati come minimo 2-3 m più alti rispetto ai minimi osservati nella stagione 20/21.

La probabilità di accadimento che due condizioni eccezionali (massima falda e massimo sisma) si verificano contemporaneamente è certamente bassa e lo scenario di iniluppo delle due azioni più sfavorevoli è quindi stato escluso dalle combinazioni di calcolo indagate, proprio a partire dalla analisi dei dati a disposizione.

Inoltre, il progetto prevede l'installazione di un sistema di drenaggio all'interno dei pozzi allo scopo di evitare innalzamenti della falda fino ai massimi valori osservati.

Ai fini della determinazione delle massime sollecitazioni sismiche sui pozzi, quindi, si è adottato un livello di falda medio, 2.5 m più basso, sul quale si ipotizza che il drenaggio possa garantire ulteriori 2.5 m di abbassamento, per un totale di circa 5 m di abbassamento rispetto ai valori massimi adottati nelle verifiche all'equilibrio limite in condizioni statiche. Tale abbassamento è prodotto per una estensione di circa 50 m a monte dei pozzi drenanti e a valle degli stessi tenendo conto del raggio di influenza dei drenaggi di lunghezza pari a 40 m.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>30 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	30 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	30 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

5.3.6 Sintesi delle modalità di applicazione delle accelerazioni simiche nelle analisi di stabilità

A compendio delle considerazioni precedenti, le azioni sismiche sulle opere di presidio sono quindi determinate a partire dai coefficienti di accelerazioni pseudostatici indicati dalla norma e riportati al precedente § 5.3.1, con le seguenti assunzioni:

- la lunghezza della zona in cui può applicarsi una sollecitazione simica costante ed equiversa a monte dell'opera di presidio è stimata pari a 150 m;
- la massima quota di falda è pari al livello massimo misurato e utilizzato nelle analisi in condizioni statiche ridotto di 5 m per tenere conto dell'effetto combinato delle variazioni stagionali e della efficienza del sistema di drenaggio;
- l'azione stabilizzante minima calcolata per ottenere un fattore di sicurezza unitario del pendio in fase sismica, caratterizzato con i parametri di back analysis (cioè quelli che determinano $F_s=1$ dell'interno pendio in condizioni statiche) è ridotta con un fattore pari a 0.7 per tenere conto della deformabilità dei terreni interagenti con le opere.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="778 309 906 353">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="922 309 1018 353">LOTTO 01</td> <td data-bbox="1034 309 1161 353">CODIFICA V ZZ CL</td> <td data-bbox="1177 309 1305 353">DOCUMENTO VVI0202 001</td> <td data-bbox="1385 309 1433 353">REV. B</td> <td data-bbox="1481 309 1560 353">FOGLIO 31 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 31 di 136
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 31 di 136							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea												

6 CRITERI DI VERIFICA DEI POZZI DI STABILIZZAZIONE

Di seguito sono descritti i criteri di verifica utilizzati per:

- determinare le spinte agenti sui singoli pozzi;
- verificare la stabilità globale dei pozzi;
- verificare la stabilità strutturale dei pozzi.

6.1 DETERMINAZIONE DELLE SPINTE SUI POZZI MEDIANTE BACK-ANALYSIS

I pozzi sono opere che possono subire deformazioni e plasticizzare significativamente il terreno a valle, potendo essere soggette a spostamenti anche irreversibili. In tal modo si consente alla spinta di frana di “dissipare” parte della sua energia.

6.1.1 Spinte in condizioni statiche

In condizioni statiche ai pozzi è applicata la spinta agente nella direzione di frana, determinata tramite back analysis su sezioni piane. La spinta così determinata è moltiplicata per l’interasse tra i pozzi misurato in direzione ortogonale alla direzione di massima spinta per tenere conto dell’effetto di “copertura” esercitato da ogni pozzo di monte su quello di valle.

In particolare, come osservato al § 4.1, per i pozzi 3-4-5 la spinta agisce in direzione quasi ortogonale ai pozzi stessi: i pozzi sono quindi caricati con il valore ottenuto dall’analisi pseudostatica moltiplicando il valore a metro per l’interasse effettivo dei pozzi stessi (vale a dire 25 m), mentre per i pozzi rimanenti l’interasse è proiettato nella direzione di frana ed è pari a 15 m equivalenti di spinta.

Le ipotesi di applicazione delle spinte ai pozzi in fase statica sono le seguenti:

Spinta di monte: determinata da back analysis nell’ipotesi di massima estensione della frana a monte e massimo livello piezometrico mai registrato. Le spinte sono applicate con distribuzione trapezia da testa pozzo fino alla quota di scivolamento ipotizzata, in funzione della profondità della testa pozzo rispetto al piano campagna, così da considerare la risultante dei carichi nel modo più sfavorevole possibile.

Spinta di valle: sopra la superficie di frana il valore resistente del terreno è considerato nullo nelle analisi, al di sotto della superficie di scivolamento la spinta passiva del terreno stabile è calcolata in condizioni drenate (per le azioni di lungo termine) o non drenate nel caso di applicazione impulsiva della massima azione sismica di progetto.

6.1.2 Spinte in condizioni sismiche

In fase sismica la spinta è valutata secondo i criteri riassunti al precedente § 5.3.6, assumendo gli stessi interassi di moltiplicazione delle spinte utilizzati per le condizioni statiche. Allo stesso tempo, sono presi in conto gli effetti di non

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 V ZZ CL VVI0202 001 B 32 di 136					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea						

contemporaneità tra massimo evento sismico e massima altezza della quota di falda, considerando che il pendio è soggetto a drenaggio, attraverso i pozzi strutturali sopra descritti.

Le ipotesi di applicazione delle spinte ai pozzi in fase sismica sono le seguenti:

Spinta di monte: è determinata da back analysis nell'ipotesi di massima estensione della frana considerando la mobilitazione inerziale del materiale con i criteri illustrati in precedenza. Le spinte sono sempre applicate con distribuzione trapezia da testa pozzo fino alla quota di scivolamento ipotizzata, in funzione della profondità della testa pozzo rispetto al piano campagna.

Spinta di valle: sopra la superficie di frana il valore resistente del terreno è considerato nullo nelle analisi, al di sotto della superficie di scivolamento: la spinta passiva del terreno stabile è calcolata in condizioni non drenate (applicazione impulsiva della massima azione sismica di progetto).

6.1.3 Analisi all'equilibrio limite per la determinazione delle spinte

Per la determinazione delle spinte agenti a monte dei pozzi sono state impostate una serie di analisi all'equilibrio limite del pendio esistente, considerando di volta in volta il pozzo o la pila di riferimento sui quali determinare le spinte: attraverso una analisi piana di stabilità globale del pendio nella direzione di movimento, si è ricercata la forza stabilizzante che il pozzo (sempre pensato isolato nel pendio) esercita sulla porzione di monte della frana per poter garantire un coefficiente di sicurezza 1.1 in condizioni statiche e 1 in condizioni sismiche.

I parametri della coltre e del substrato sono quelli determinati nelle back analysis considerando l'intera estensione della frana ipotizzata. I coefficienti A, M per le analisi sono tutti unitari, avendo modellato la superficie di scivolamento con i valori minimo di back-analysis vale a dire: $\gamma=20\text{kN/m}^3$, $c'=0\text{kPa}$ e $\Phi'=14^\circ$.

6.2 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEI POZZI

Le verifiche di tipo geotecnico rispetto ai carichi orizzontali dei pozzi sono condotte mediante un metodo all'equilibrio elasto-plastico dell'intero blocco diaframmi+terreno in essi incluso, che è in grado di tenere in conto:

- il contributo di resistenza offerto lungo il fusto del pozzo dalla resistenza "passiva" del terreno intorno ai diaframmi e delle resistenze attritive dovute agli sforzi tangenziali;
- il contributo di capacità portante alla base del blocco rigido costituito da diaframmi e terreno.

Nel seguito le verifiche sono state condotte con il codice Pozzi-J, con riferimento alla direzione di frana, i cui principi di calcolo, analogamente a quanto fatto per tutti i pozzi di fondazione delle pile dei viadotti di linea sono illustrati nella relazione IF28.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.3.001 "Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni dei viadotti", a cui si rimanda per criteri e dettagli.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 33 di 136

6.3 VERIFICHE STRUTTURALI DEI POZZI

Mediante l'analisi a blocco rigido condotta con il programma PozziJ si è provveduto a determinare le sollecitazioni assiali/flessionali e taglianti agenti sui pozzi.

Le verifiche strutturali sulle due corone armate di pali sono state eseguite ripartendo le azioni globali sui singoli pali in base ai momenti statici della palificata, nell'ipotesi di plinto di sommità rigido secondo le relazioni seguenti:

$$N_{ti} = \frac{N}{n} \pm \frac{M_x y_i}{\sum_1^n y_i^2} \pm \frac{M_y x_i}{\sum_1^n x_i^2}$$

$$H_{iix} = H_x / n$$

$$H_{iyy} = H_y / n$$

dove:

- N, M_x, M_y, H_x, H_y, sono le azioni globali agenti in una generica sezione del pozzo ad una data profondità;
- H_{ti}x, H_{ti}y sono le azioni taglianti alle diverse quote del pozzo;
- N_{ti} è la sollecitazione assiale alla testa di ciascun palo.

Nel caso specifico, in presenza di sezione circolare e direzione di spinta determinata, il momento e il taglio nella direzione ortogonale a quella di spinta della frana è considerato nullo.

I valori di sollecitazione assiale massimi così ottenuti sono utilizzati per eseguire le verifiche di resistenza dei pali.

I tagli sui pali di diverso diametro sono stati ripartiti in funzione della loro area resistente a taglio.

Si è infine verificato, adottando uno schema semplificato di anello rigido nel piano, che la compressione anulare in una generica sezione alla data profondità, calcolata mediante la seguente espressione:

$$\sigma_c = p D/2t$$

dove:

σ_c = pressione massima nella corona

p= pressione agente alla generica profondità

D= diametro esterno del pozzo

t= spessore della corona resistente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">34 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	34 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	34 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

risultati inferire alla resistenza a compressione media del calcestruzzo dei pali che formano l'anello strutturale resistente del pozzo; si è considerato, a favore di sicurezza, il valore limite di resistenza imposto dai pali plastici eseguiti con calcestruzzo di classe C8/10 e un valore limite a compressione pari a 4.5 MPa.

6.4 VALIDAZIONE DEI RISULTATI CON METODI AD ELEMENTI FINITI

Nei paragrafi precedenti si è già avuto modo di osservare come gli effetti legati alla tridimensionalità geometrica e alla complessità dell'interazione terreno-strutture siano non facilmente riconducibili a schemi di verifica semplificati. Effettuato il dimensionamento dei pozzi con i metodi sopra indicati, si è, quindi, sviluppato un modello tridimensionale ad elementi finiti con il codice di calcolo Midas GTS NX.

Il modello di calcolo ed i risultati sono presentati e discussi nel successivo capitolo 9, a valle delle verifiche ottenute con i metodi analitici. Si vogliono qui premettere gli obiettivi prefissati nello sviluppo del modello stesso, al fine di validare le assunzioni progettuali e le verifiche di dimensionamento strutturale e geotecnico.

- 1) In primo luogo, con il modello 3D si è cercata la conferma della soluzione progettuale ed in particolare l'effettiva capacità dei pozzi, in presenza di spostamenti a monte del versante, nel limitare i movimenti a valle dei pozzi stessi ed evitare, così, che la spalla A e la Pila 1 siano soggetti a spostamenti/rotazioni tali da pregiudicare la sicurezza dell'esercizio ferroviario nel lungo termine.
- 2) Il secondo obiettivo ha riguardato la conferma della geometria dei pozzi (dimensioni, interasse e diametro), e quindi della loro capacità di sopportare gli spostamenti imposti dai movimenti della coltre instabile, senza collassare per perdita di equilibrio (insufficiente spinta passiva/insufficiente capacità portante alla base).
- 3) Infine, si sono cercate conferme, da affinare in sede di PED, circa il dimensionamento strutturale dei pozzi stessi: in particolare, si è cercato di stimare le azioni globali agenti lungo il fusto dei pozzi e di verificare che il funzionamento ad arco degli elementi strutturali sia tale da garantire un regime di compressione nella sezione anulare compatibile con la resistenza degli elementi strutturali (pali in c.a. e pali plastici).

Come accennato in precedenza, il modello elaborato ha consentito di acquisire una maggiore confidenza circa la robustezza dell'impianto progettuale, il cui sviluppo potrà essere continuato nella fase di PED. In tale fase potrà anche essere effettuata una valutazione più rigorosa del sistema di dreni sub-orizzontali in funzione della effettiva permeabilità dell'ammasso. La stima della permeabilità della coltre in frana potrà essere condotta sulla base di prove di pompaggio all'interno della coltre stessa per la quantificazione dei flussi idrici attesi nei pozzi drenanti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 35 di 136

7 RISULTATI DELLA BACK ANALYSIS PER LA DETERMINAZIONE DELLE SPINTE SUI POZZI

7.1.1 Modello di calcolo, condizioni stratigrafiche e di falda

In accordo con criteri descritti nel § 6.1, per valutare la spinta della frana sono state effettuate tre diverse analisi, in cui il modello è stato “tagliato” in corrispondenza dell’opera oggetto di analisi, sulla quale è valutata la spinta che essa deve opporre alla massa instabile per garantirne l’equilibrio, tenendo conto della falda e della stratigrafia di progetto aventi le caratteristiche descritte nel § 5.2; le opere analizzate sono:

- Pozzo 1;
- Pozzo 4;

che si ritengono significative ai fini del dimensionamento strutturale di tutti e 5 i pozzi, la cui verifica può essere ricondotto ai due casi analizzati.

Le analisi sono state condotte per ricercare un fattore di stabilità minimo pari a $FS_{MIN} = 1.1$, come indicato in Normativa (NTC2008).

La superficie di scorrimento è quella determinata dal modello geologico che coinvolge tutto il pendio in esame e nel modello è introdotta come striscia di altezza unitaria avente i parametri di back analysis che determinano le condizioni di equilibrio limite dell’intero versante, indicati nel precedente § 5.2.

I risultati che soddisfano i criteri sopradescritti sono riportati qui di seguito.

7.1.2 Pozzo 1

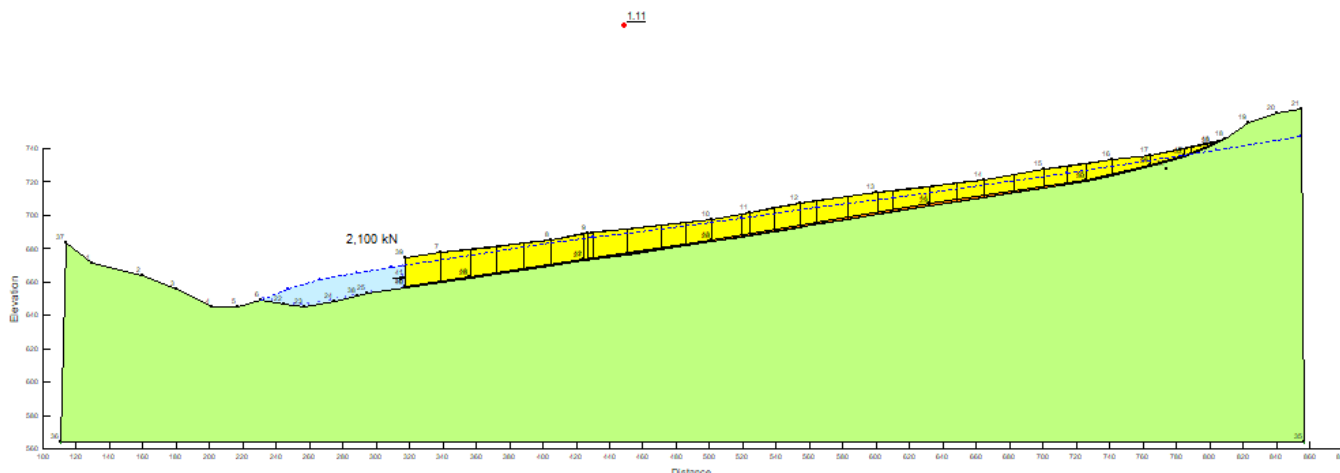


Figura 7-1 Risultato analisi per la valutazione della spinta di frana sul pozzo 1, in condizioni statiche

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 36 di 136

7.1.3 Pozzo 4

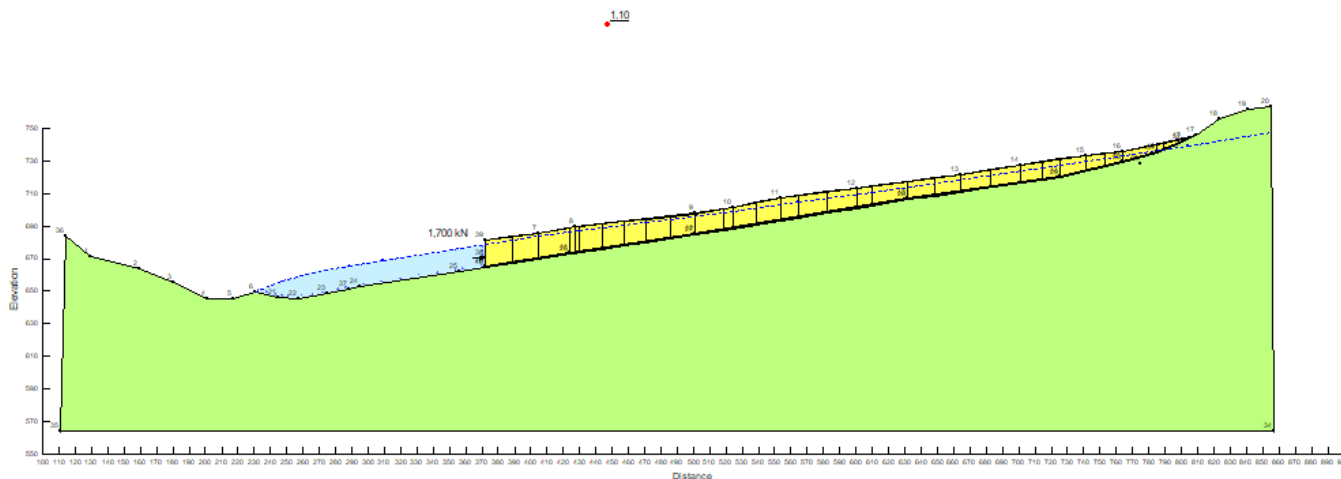


Figura 7-2 Risultato analisi per la valutazione della spinta di frana sul pozzo 4, in condizioni statiche

7.2 ANALISI IN CONDIZIONI SISMICHE

7.2.1 Modello di calcolo, condizioni stratigrafiche e di falda

Lo stesso set di analisi sviluppato in condizioni statiche è stato riprodotto applicando i coefficienti di accelerazione pseudostatica, con le modalità discusse in precedenza.

Le analisi sono state condotte per ricercare un fattore di stabilità minimo pari a $FS_{MIN} = 1$, sempre con parametri residui del corpo di frana.

I risultati che soddisfano i criteri sopradescritti sono riportati qui di seguito.

7.2.2 Pozzo 1

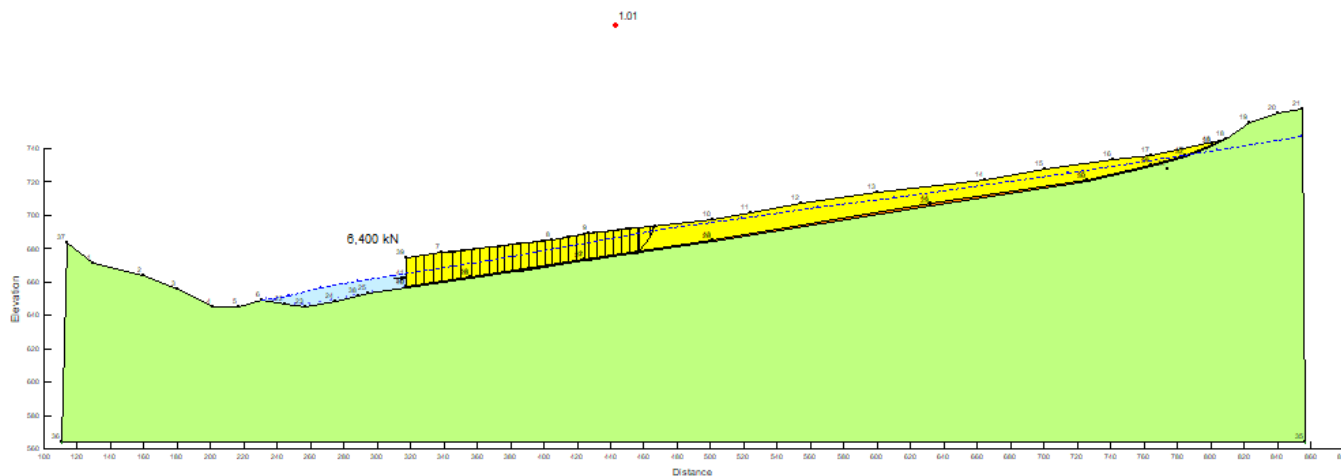


Figura 7-3 Risultato analisi per la valutazione della spinta di frana sul pozzo 1, in condizioni sisma -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 37 di 136

7.2.3 Pozzo 4

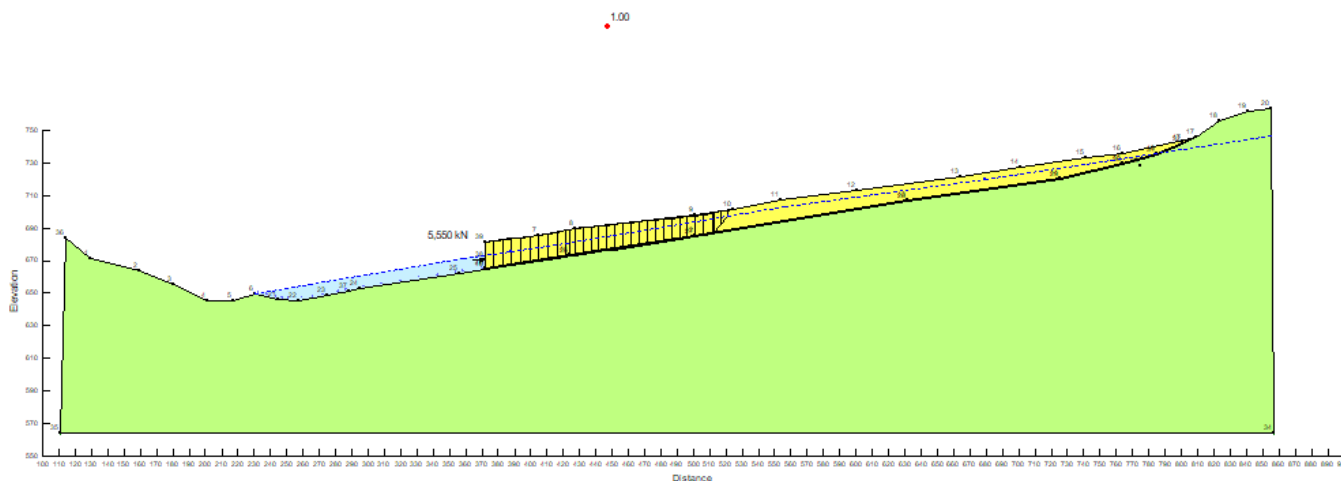


Figura 7-4 Risultato analisi per la valutazione della spinta di frana sul pozzo 4, in condizioni sisma -

7.3 RIASSUNTO DELLE SPINTE STATICHE E SISMICHE SUI POZZI

I risultati delle analisi di stabilità, con i relativi valori in termini di spinta mobilitabile a tergo dei pozzi di presidio sono riassunti nella seguente tabella:

Pozzo	Analisi	$F_{S_{MIN}}$	$F_{stabilizzante}$
		(-)	(kN)
pozzo 1	Statica	1,11	2100
	Sismica	1,01	6400
pozzo 4	Statica	1,10	1700
	Sismica	1,00	5550

Tabella 7-1 Risultati analisi di stabilità e spinta attiva della frana

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 38 di 136

8 VERIFICHE DEI POZZI STRUTTURALI

Nei paragrafi successivi sono riportate le verifiche di stabilità globale e interna dei pozzi maggiormente sollecitati, eseguite utilizzando le ipotesi di calcolo, i criteri e gli strumenti descritti nei capitoli precedenti.

Le verifiche sono effettuate sui pozzi 2 e 4 che si ritengono maggiormente sollecitati all'interno della batteria per effetto della loro posizione plano-altimetrica.

8.1 POZZO 2

8.1.1 Modello di calcolo Pozzi J

Di seguito sono riportati i dati geometrici, la stratigrafia di progetto e i carichi di riferimento.

Si assume come direzione principale di calcolo la direzione della frana in analogia alle sezioni di studio di back analysis. L'interasse pozzi per il calcolo della spinta totale agente, con riferimento a tale direzione, è pari a 15m.

La superficie critica di scivolamento, in corrispondenza del pozzo in esame, è pari a 18 m; essendo il pozzo affondato di 2.5m rispetto il piano campagna, la frana spinge sul paramento di altezza 15.5m, al quale è stata assegnata l'intera spinta della frana proveniente dalla BKA e amplificata dell'interasse di calcolo.

Il terreno a valle del pozzo è stato considerato non reagente per una altezza pari a 15.5m.

La frana è applicata con una distribuzione triangolare a partire dal piano campagna.

Al di sotto dello strato spingente, il pozzo è in grado di reagire secondo il contributo di resistenza generato dalle curve p-y funzione dei parametri resistivi, delle condizioni drenate o non drenate del terreno, della quota di falda e della profondità degli strati da piano campagna. La spinta allo SLU è amplificata del fattore $\gamma = 1.3$ (permanente sfavorevole). Allo stato SLV alla spinta sismica di BKA si applica il fattore riduttivo sismico pari a 0.7, per quanto indicato al § 5.3.4. Di seguito si riassumono le spinte di frana utilizzate per il dimensionamento del pozzo:

Combinazione	SLE	SLU	SLV
Frana da BKA (kN/ml)	2100	2730	4480
Interasse pozzi (m)			15
FRANA (kN)	31500	40950	67200
Strato spingente (m)			15.5
Spinta sommità SFt (kN/m)	608	790	1296
Spinta piede SFp (kN/m)	3457	4494	7375

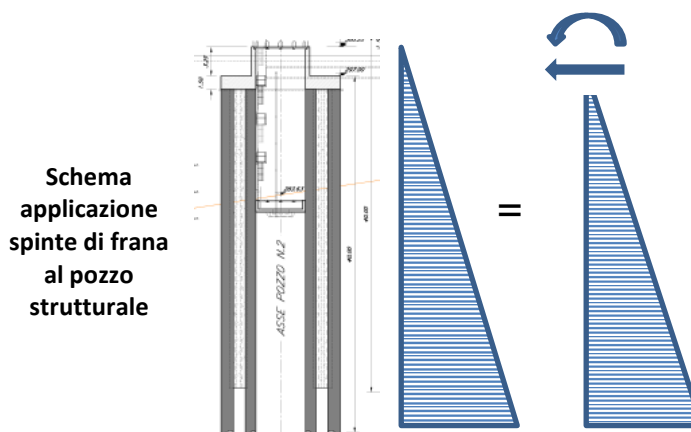


Tabella 2: Spinte agenti sul pozzo

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 39 di 136

Lo schema di applicazione delle spinte al modello prevede che la spinta triangolare di frana sia scomposta in una parte triangolare (per il terreno al di sopra della sommità del pozzo) e una componente trapezia applicata al fusto del pozzo; la componente triangolare è ridotta ad un taglio ed una coppia applicati alla sommità del pozzo stesso.

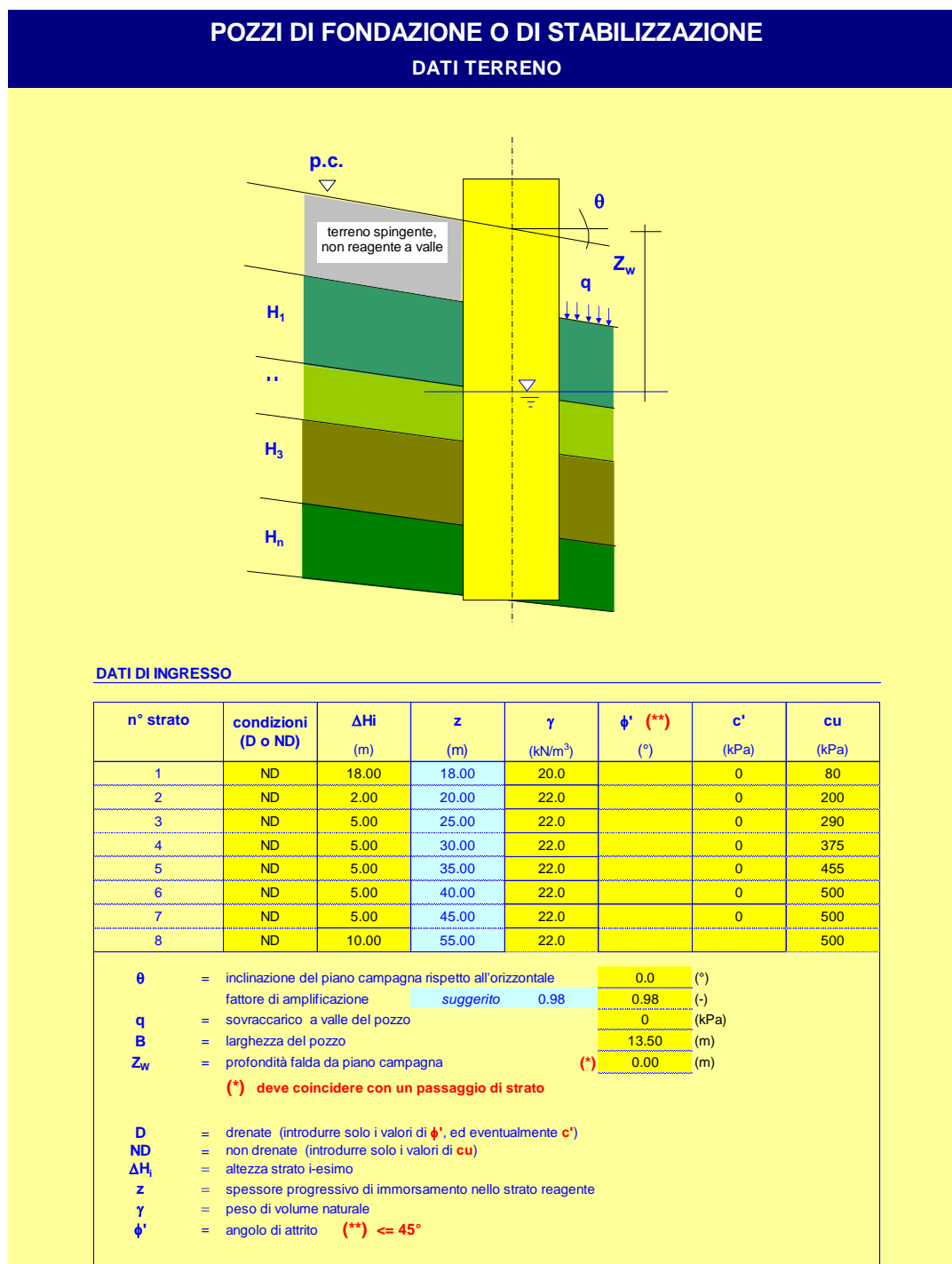


Tabella 3: Stratigrafia di calcolo condizioni non drenate

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 40 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE RISULTATI

RISULTATI

Condizioni	z (m)	z/B (-)	γ (kN/m ³)	z _w (m)	σ'_v (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	cu (kPa)	K _{tdr,f} (-)	Plim, ϕ (kPa)	K _{tdr,c} (-)	Plim,c (kPa)	z (m)	Plim,tot (kPa)
ND	0.00	0.00	20.0	0.00	0.0	0.0	0.0	80.0	0.0	0	2.6	205	0.00	205
	4.50	0.33			45.0				0.0	0	3.6	284		
	9.00	0.67			90.0				0.0	0	4.3	340		
	13.50	1.00			135.0				0.0	0	4.9	381		
ND	18.00	1.33	22.0	0.00	180.0	0.0	0.0	200.0	0.0	0	5.3	413	18.00	1011
	18.50	1.37			186.0				0.0	0	5.2	1019		
	19.00	1.41			192.0				0.0	0	5.2	1026		
	19.50	1.44			198.0				0.0	0	5.3	1033		
ND	20.00	1.48	22.0	0.00	204.0	0.0	0.0	290.0	0.0	0	5.3	1040	20.00	1508
	21.25	1.57			219.0				0.0	0	5.4	1532		
	22.50	1.67			234.0				0.0	0	5.5	1554		
	23.75	1.76			249.0				0.0	0	5.5	1575		
ND	25.00	1.85	22.0	0.00	264.0	0.0	0.0	375.0	0.0	0	5.6	1595	25.00	1595
	26.25	1.94			279.0				0.0	0	5.7	2063		
	27.50	2.04			294.0				0.0	0	5.7	2088		
	28.75	2.13			309.0				0.0	0	5.7	2111		
ND	30.00	2.22	22.0	0.00	324.0	0.0	0.0	455.0	0.0	0	5.8	2133	28.75	2133
	31.25	2.31			339.0				0.0	0	5.9	2154		
	32.50	2.41			354.0				0.0	0	5.9	2614		
	33.75	2.50			369.0				0.0	0	5.9	2638		
ND	35.00	2.59	22.0	0.00	384.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0	6.0	2661	30.00	2614
	36.25	2.69			399.0				0.0	0	6.0	2683		
	37.50	2.78			414.0				0.0	0	6.1	2705		
	38.75	2.87			429.0				0.0	0	6.1	2972		
ND	40.00	2.96	22.0	0.00	444.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0	6.2	3055	35.00	2972
	41.25	3.06			459.0				0.0	0	6.2	2994		
	42.50	3.15			474.0				0.0	0	6.2	3015		
	43.75	3.24			489.0				0.0	0	6.2	3036		
ND	45.00	3.33	22.0	0.00	504.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0	6.2	3055	40.00	3055
	47.50	3.52			534.0				0.0	0	6.3	3074		
	50.00	3.70			564.0				0.0	0	6.3	3092		
	52.50	3.89			594.0				0.0	0	6.3	3109		
ND	55.00	4.07	22.0	0.00	624.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0	6.4	3126	45.00	3126
	57.50	4.26			654.0				0.0	0	6.4	3126		
	60.00	4.45			684.0				0.0	0	6.4	3126		

Tabella 4: Reazioni orizzontali - condizioni analisi non drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 41 di 136

DATI DI INGRESSO

n° strato	condizioni (D o ND)	ΔH_i (m)	z (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (**) (°)	c' (kPa)	cu (kPa)
1	D	18.00	18.00	20.0	18.0	0	
2	D	2.00	20.00	22.0	23.0	17	
3	D	5.00	25.00	22.0	21.0	25	
4	D	5.00	30.00	22.0	21.0	25	
5	D	5.00	35.00	22.0	21.0	25	
6	D	5.00	40.00	22.0	21.0	25	
7	D	5.00	45.00	22.0	21.0	25	
8	D	10.00	55.00	22.0	21.0	25	

RISULTATI

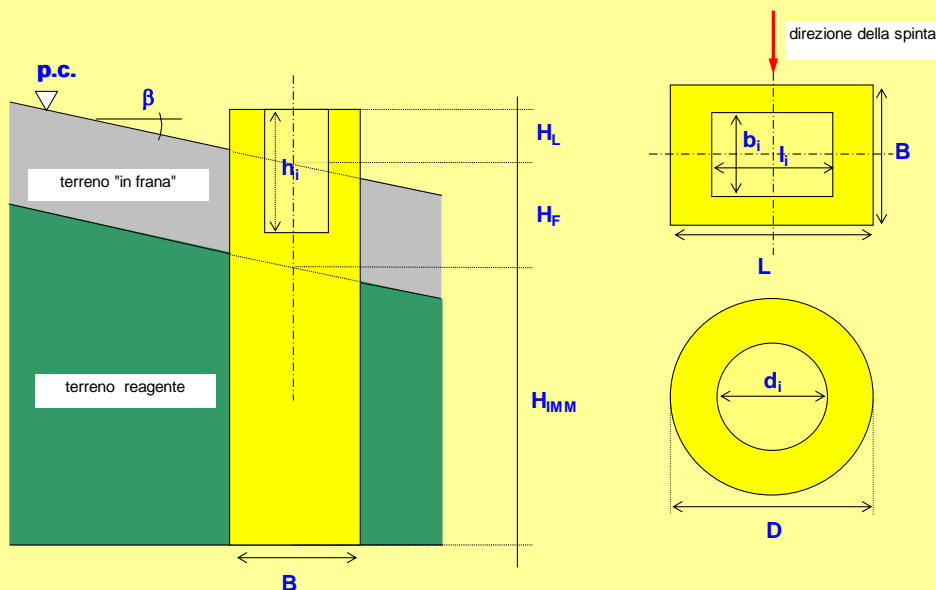
Condizioni	z (m)	z/B (-)	γ (kN/m ³)	z _w (m)	σ'_v (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	cu (kPa)	K _{tdr,f} (-)	Plim, ϕ (kPa)	K _{tdr,c} (-)	Plim,c (kPa)	z (m)	Plim,tot (kPa)
D	0.00	0.00	20.0	0.00	0.0	18.0	0.0	0.0	2.0	0	4.4	0	0.00	0
	4.50	0.33			45.0				2.1	93	6.4	0	4.50	93
	9.00	0.67			90.0				2.3	200	8.0	0	9.00	200
	13.50	1.00			135.0				2.4	316	9.3	0	13.50	316
	18.00	1.33			180.0				2.5	443	10.4	0	18.00	443
D	18.00	1.33	22.0		180.0	23.0	17.0	0.0	3.7	659	13.2	220	18.00	879
	18.50	1.37			186.0				3.8	685	13.4	222	18.50	907
	19.00	1.41			192.0				3.8	710	13.5	225	19.00	935
	19.50	1.44			198.0				3.8	737	13.6	227	19.50	964
	20.00	1.48			204.0				3.8	763	13.8	230	20.00	993
D	20.00	1.48	22.0		204.0	21.0	25.0	0.0	3.3	653	12.5	306	20.00	958
	21.25	1.57			219.0				3.3	709	12.8	313	21.25	1022
	22.50	1.67			234.0				3.3	767	13.1	320	22.50	1087
	23.75	1.76			249.0				3.4	825	13.3	327	23.75	1152
	25.00	1.85			264.0				3.4	884	13.6	333	25.00	1218
D	25.00	1.85	22.0		264.0	21.0	25.0	0.0	3.4	884	13.6	333	25.00	1218
	26.25	1.94			279.0				3.5	945	13.9	340	26.25	1284
	27.50	2.04			294.0				3.5	1006	14.1	346	27.50	1351
	28.75	2.13			309.0				3.5	1067	14.3	351	28.75	1419
	30.00	2.22			324.0				3.6	1130	14.6	357	30.00	1487
D	30.00	2.22	22.0		324.0	21.0	25.0	0.0	3.6	1130	14.6	357	30.00	1487
	31.25	2.31			339.0				3.6	1193	14.8	362	31.25	1556
	32.50	2.41			354.0				3.6	1257	15.0	367	32.50	1625
	33.75	2.50			369.0				3.7	1322	15.2	372	33.75	1694
	35.00	2.59			384.0				3.7	1388	15.4	377	35.00	1765
D	35.00	2.59	22.0		384.0	21.0	25.0	0.0	3.7	1388	15.4	377	35.00	1765
	36.25	2.69			399.0				3.7	1454	15.6	382	36.25	1835
	37.50	2.78			414.0				3.7	1520	15.8	386	37.50	1906
	38.75	2.87			429.0				3.8	1588	15.9	391	38.75	1978
	40.00	2.96			444.0				3.8	1655	16.1	395	40.00	2050
D	40.00	2.96	22.0		444.0	21.0	25.0	0.0	3.8	1655	16.1	395	40.00	2050
	41.25	3.06			459.0				3.8	1724	16.3	399	41.25	2123
	42.50	3.15			474.0				3.9	1793	16.4	403	42.50	2196
	43.75	3.24			489.0				3.9	1862	16.6	407	43.75	2269
	45.00	3.33			504.0				3.9	1932	16.7	410	45.00	2343
D	45.00	3.33	22.0		504.0	21.0	25.0	0.0	3.9	1932	16.7	410	45.00	2343
	47.50	3.52			534.0				4.0	2074	17.0	417	47.50	2491
	50.00	3.70			564.0				4.0	2218	17.3	424	50.00	2641
	52.50	3.89			594.0				4.1	2363	17.6	430	52.50	2793
	55.00	4.07			624.0				4.1	2510	17.8	436	55.00	2946

Tabella 5: Reazioni orizzontali - condizioni analisi drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 42 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE

Dati geometrici pozzo



DATI DI INGRESSO

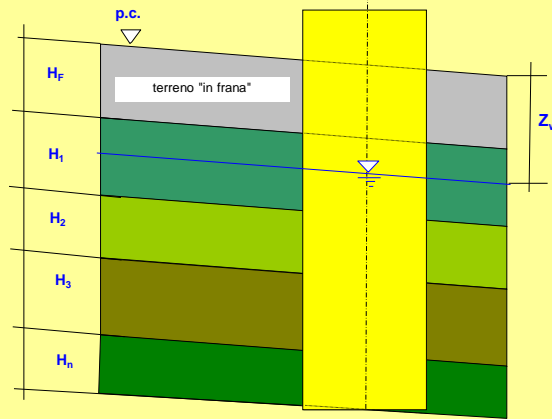
Forma del pozzo

B	larghezza della sezione trasversale del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
L	lunghezza della sezione trasversale del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
b_i	larghezza della cavità interna del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
l_i	lunghezza della cavità interna del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
D	diametro del pozzo, se circolare	13.50	(m)
d_i	diametro della cavità interna del pozzo, se circolare	5.50	(m)
h_i	altezza della cavità interna del pozzo da testa pozzo <i>(se assente porre 0)</i>	11.30	(m)
H_L	distanza testa pozzo dal piano campagna <i>(positiva se al di sopra di p.c.)</i>	0.00	(m)
H_F	spessore terreno "in frana"	15.50	(m)
H_{IMM}	altezza di immorsamento del pozzo	24.50	(m)
β	inclinazione del piano campagna <i>si introduce nel solo caso in cui si voglia una sicurezza aggiuntiva; l'altezza non reagente è calcolata sul lato di valle del pozzo e non in mezzeria</i>	0	(°)
Δ_v	altezza conci in cui è suddiviso il pozzo (n° massimo di conci 40)	1.00	(m)
Δ_h	larghezza conci in cui è suddiviso il pozzo	0.25	(m)
α	coefficiente moltiplicativo della superficie laterale del pozzo <i>(il coefficiente, <=1, consente di assumere condizioni più o meno prudenziali in merito alla mobilitazione delle forze di attrito orizzontali sulle superfici laterali del pozzo; per sezioni circolari si suggerisce l'adozione di un valore non superiore a 0.5)</i>	0.40	(-)

Tabella 6: Dati geometrici del pozzo 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 43 di 136
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea						

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE
DATI TERRENO



DATI DI INGRESSO

n° strato	ΔHi (m)	H _{imm,i} (m)	legge (*) (-)	modulo elastico			attrito laterale		pressione orizzontale		
				E ₀ (MPa)	K _{E0} (MN/m ³)	K (-)	τ _{limite} (kPa)	γ _{crit} (m)	legge (**) (-)	P _{LM} (kPa)	K _{P,LM} (kN/m ³)
1	2.00	2.00	0	1000		20	100	0.02	0	1026	
2	5.00	7.00	0	1500		20	100	0.02	0	1553	
3	5.00	12.00	0	2100		20	100	0.02	0	2110	
4	5.00	17.00	0	2700		20	100	0.02	0	2660	
5	5.00	22.00	0	3000		20	100	0.02	0	3014	
6	5.00	27.00	0	3000		20	100	0.02	0	3091	
7	10.00	37.00	0	3000		20	100	0.02	0	3184	
8		37.00									

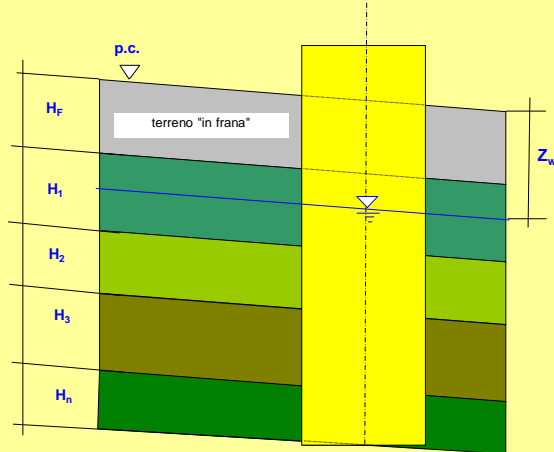
Q _{LM}	portata unitaria di base	4.3	(M Pa)	N _x (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidità laterale	2.5
Z _w	profondità falda da p.c.	0	(m)	N _y (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidità di base	1.5

ΔH _i	=	altezza strato i-esimo
H _{imm,i}	=	spessore progressivo di immersione nello strato reagente
γ	=	peso di volume naturale
legge (*)	=	0 E ₀ = cost 1 E ₀ = K _{E0} * z 2 E ₀ = E _{0,0} + K _{E0} * z
50	=	modulo di Yuong a piccole deformazioni
K _{E0}	=	gradiente del modulo
K	=	coefficiente della legge di degrado del modulo = 20 -50
z	=	profondità da p.c.
τ _{lim}	=	attrito laterale unitario limite
γ _{crit}	=	spostamento cui corrisponde la mobilitazione di τ _{lim}
legge (**)	=	0 P _{LM} = cost 1 P _{LM} = K _{P,LM} * z 2 P _{LM} = P _{LM,0} + K _{P,LM} * z
P _{LM}	=	pressione orizzontale unitaria limite
K _{P,LM}	=	gradiente del modulo

Tabella 7: Dati stratigrafici di input e parametri geotecnici del pozzo – condizioni non drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 44 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE
DATI TERRENO



DATI DI INGRESSO

n° strato	ΔH_i (m)	$H_{MM,i}$ (m)	modulo elastico			attrito laterale		pressione orizzontale			
			legge (*) (-)	E_o (MPa)	K_{Eo} (MN/m ³)	K (-)	τ_{limite} (kPa)	y_{crit} (m)	legge (**) (-)	P_{LM} (kPa)	$K_{P,LM}$ (kN/m ³)
1	2.00	2.00	0	1000		20	57	0.02	0	936	
2	5.00	7.00	0	1500		20	63	0.02	0	1087	
3	5.00	12.00	0	2100		20	79	0.02	0	1352	
4	5.00	17.00	0	2700		20	95	0.02	0	1625	
5	5.00	22.00	0	3000		20	100	0.02	0	1907	
6	5.00	27.00	0	3000		20	100	0.02	0	2196	
7	10.00	37.00	0	3000		20	100	0.02	0	2643	
8											

Q_{LM}	portata unitaria di base	4.3	(M Pa)	N_x (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidezza laterale	2.5
Z_w	profondità falda da p.c.	0	(m)	N_y (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidezza di base	1.5

ΔH_i	=	altezza strato i-esimo
$H_{MM,i}$	=	spessore progressivo di immersione nello strato reagente
γ	=	peso di volume naturale
legge (*)	=	0 $E_o = cost$ 1 $E_o = K_{Eo} \cdot z$ 2 $E_o = E_{o,o} + K_{Eo} \cdot z$
50	=	modulo di Yuong a piccole deformazioni
K_{Eo}	=	gradiente del modulo
K	=	coefficiente della legge di degrado del modulo = 20 -50
z	=	profondità da p.c.
τ_{lim}	=	attrito laterale unitario limite
y_{crit}	=	spostamento cui corrisponde la mobilitazione di τ_{lim}
legge (**)	=	0 $P_{LM} = cost$ 1 $P_{LM} = K_{P,LM} \cdot z$ 2 $P_{LM} = P_{LM,o} + K_{P,LM} \cdot z$
P_{LM}	=	pressione orizzontale unitaria limite
$K_{P,LM}$	=	gradiente del modulo

Tabella 8: Dati stratigrafici di input e parametri geotecnici del pozzo – condizioni drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 45 di 136

8.1.2 Verifiche capacità portante orizzontale – combinazioni SLE/SLU

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE SOLUZIONE							
REAZIONE DEL TERRENO							
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	Poriz (kPa)	P/Pu (%)	E/Eo (%)	τ_h/τ_u (%)	$\tau_{v,monte}/\tau_u$ (%)	$\tau_{v,valle}/\tau_u$ (%)
0.00	NON REAGENTE						
1.00	NON REAGENTE						
2.00	NON REAGENTE						
3.00	NON REAGENTE						
4.00	NON REAGENTE						
5.00	NON REAGENTE						
6.00	NON REAGENTE						
7.00	NON REAGENTE						
8.00	NON REAGENTE						
9.00	NON REAGENTE						
10.00	NON REAGENTE						
11.00	NON REAGENTE						
12.00	NON REAGENTE						
13.00	NON REAGENTE						
14.00	NON REAGENTE						
15.00	NON REAGENTE						
15.50	NON REAGENTE						
15.75	1	273.1	29.2	14.6	17.4	1.7	14.0
16.50	1	266.5	28.5	14.9	16.6	1.7	14.0
17.25	1	259.7	27.7	15.3	15.8	1.7	14.0
17.75	2	340.1	31.3	13.8	15.3	1.7	14.0
18.50	2	330.8	30.4	14.1	14.5	1.7	14.0
19.50	2	318.0	29.3	14.6	13.5	1.7	14.0
20.50	2	304.7	28.0	15.1	12.5	1.7	14.0
21.5	2	290.8	26.8	15.7	11.5	1.7	14.0
22.3	2	280.0	25.8	16.3	10.7	1.7	14.0
22.8	3	361.6	26.7	15.7	10.2	1.7	14.0
23.5	3	346.5	25.6	16.3	9.4	1.7	14.0
24.5	3	325.3	24.1	17.2	8.4	1.7	14.0
25.5	3	302.8	22.4	18.3	7.3	1.7	14.0
26.5	3	278.6	20.6	19.5	6.3	1.7	14.0
27.3	3	259.2	19.2	20.7	5.5	1.7	14.0
27.8	4	306.4	18.9	21.0	5.0	1.7	14.0
28.5	4	279.2	17.2	22.5	4.3	1.7	14.0
29.5	4	238.7	14.7	25.4	3.2	1.7	14.0
30.5	4	191.2	11.8	29.8	2.2	1.7	14.0
31.5	4	131.0	8.1	38.3	1.2	1.7	14.0
32.3	4	65.5	4.0	55.4	0.4	1.7	14.0
32.6	5	20.0	1.0	82.6	0.1	1.7	14.0
32.8	5	40.8	2.1	70.0	0.2	1.7	14.0
33.5	5	123.2	6.5	43.6	0.9	1.7	14.0
34.5	5	199.0	10.4	32.4	1.9	1.7	14.0
35.5	5	256.4	13.4	27.1	2.9	1.7	14.0
36.5	5	304.6	16.0	23.8	4.0	1.7	14.0
37.3	5	336.7	17.7	22.1	4.7	1.7	14.0
37.8	6	379.6	17.3	22.4	5.2	1.7	14.0
38.5	6	409.9	18.7	21.1	6.0	1.7	14.0
39.5	6	447.5	20.4	19.7	7.0	1.7	14.0

I valori di Plim in tabella sono ridotti dei fattori di normativa $\xi = 1.70$ e $\gamma = 1.30$; i valori Porizz sono amplificati di $\gamma = 1.3$ per ottenere allo SLU. Di seguito il confronto tra spinta laterale e resistenza disponibile in condizioni drenate e non drenate.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 46 di 136

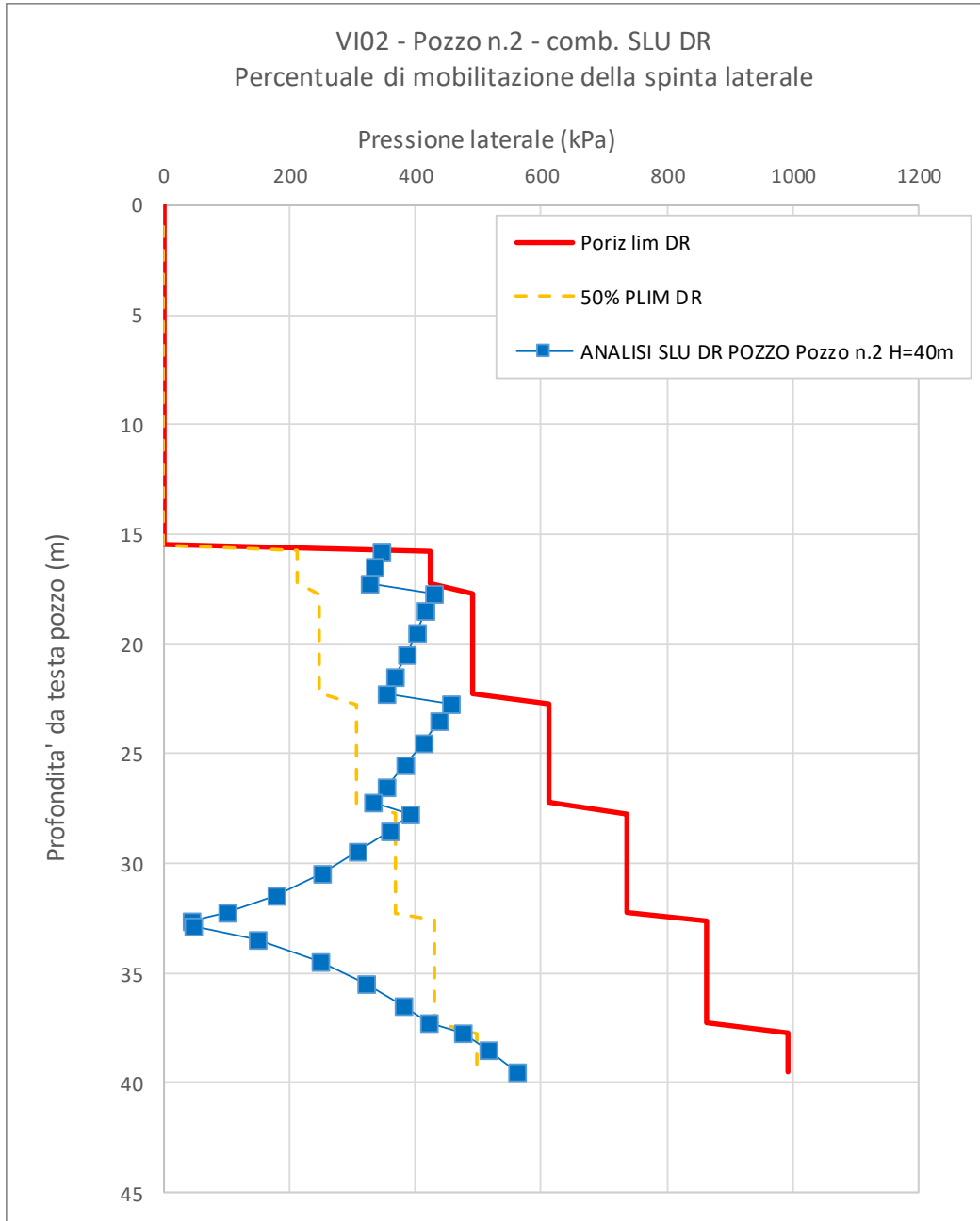


Figura 8-1: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni drenate SLU

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatara</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 47 di 136

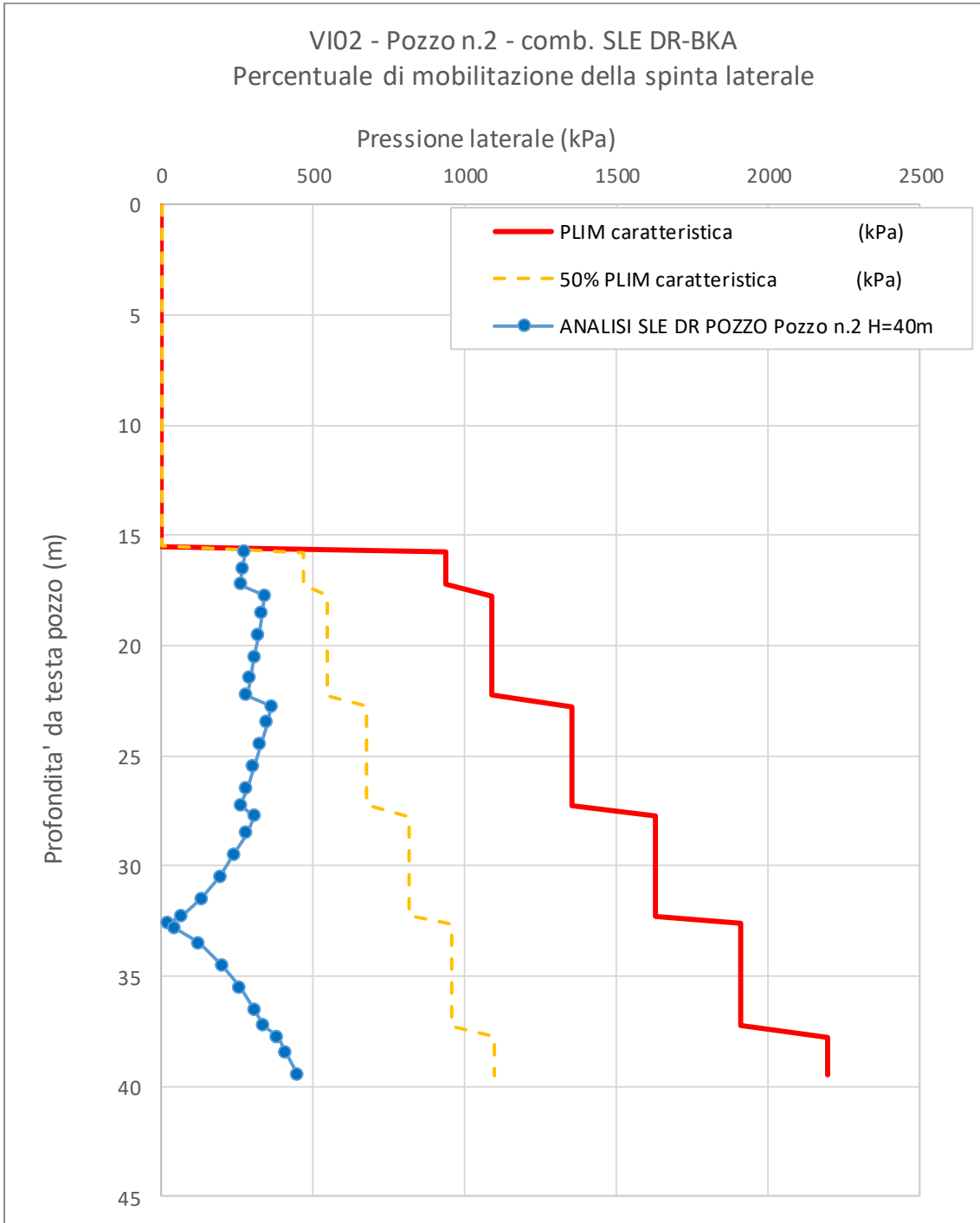


Figura 8-2: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni drenate SLE

APPALTATORE: Consortio HIRPINIA AV	Soci WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea							COMMESSA IF28	LOTTO 01

8.1.3 Verifiche di capacità portante orizzontale combinazioni SLV

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE SOLUZIONE							
REAZIONE DEL TERRENO							
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	Poriz (kPa)	P/Pu (%)	E/Eo (%)	τ_H/τ_U (%)	$\tau_{v,monte}/\tau_U$ (%)	$\tau_{v,valle}/\tau_U$ (%)
0.00	NON REAGENTE						
1.00	NON REAGENTE						
2.00	NON REAGENTE						
3.00	NON REAGENTE						
4.00	NON REAGENTE						
5.00	NON REAGENTE						
6.00	NON REAGENTE						
7.00	NON REAGENTE						
8.00	NON REAGENTE						
9.00	NON REAGENTE						
10.00	NON REAGENTE						
11.00	NON REAGENTE						
12.00	NON REAGENTE						
13.00	NON REAGENTE						
14.00	NON REAGENTE						
15.00	NON REAGENTE						
15.50	NON REAGENTE						
15.75	1	487.3	47.5	9.5	48.3	8.2	25.9
16.50	1	476.4	46.4	9.7	46.1	8.2	25.9
17.25	1	465.1	45.3	9.9	44.0	8.2	25.9
17.75	2	689.2	44.4	10.1	42.6	8.2	25.9
18.50	2	671.4	43.2	10.4	40.4	8.2	25.9
19.50	2	646.7	41.6	10.7	37.6	8.2	25.9
20.50	2	620.8	40.0	11.1	34.7	8.2	25.9
21.5	2	593.8	38.2	11.6	31.9	8.2	25.9
22.3	2	572.6	36.9	11.9	29.7	8.2	25.9
22.8	3	770.2	36.5	12.0	28.3	8.2	25.9
23.5	3	739.0	35.0	12.5	26.2	8.2	25.9
24.5	3	695.2	32.9	13.2	23.3	8.2	25.9
25.5	3	648.5	30.7	14.0	20.5	8.2	25.9
26.5	3	598.4	28.4	15.0	17.6	8.2	25.9
27.3	3	558.1	26.4	15.9	15.5	8.2	25.9
27.8	4	674.9	25.4	16.5	14.0	8.2	25.9
28.5	4	616.8	23.2	17.7	11.9	8.2	25.9
29.5	4	530.6	19.9	20.0	9.1	8.2	25.9
30.5	4	429.2	16.1	23.7	6.2	8.2	25.9
31.5	4	300.2	11.3	30.7	3.4	8.2	25.9
32.3	4	159.7	6.0	45.4	1.2	8.2	25.9
32.6	5	57.4	1.9	72.4	0.3	8.2	25.9
32.8	5	91.7	3.0	62.2	0.5	8.2	25.9
33.5	5	270.9	9.0	35.7	2.4	8.2	25.9
34.5	5	433.9	14.4	25.8	5.2	8.2	25.9
35.5	5	556.1	18.5	21.3	8.1	8.2	25.9
36.5	5	658.0	21.8	18.6	10.9	8.2	25.9
37.3	5	725.7	24.1	17.2	13.0	8.2	25.9
37.8	6	776.8	25.1	16.6	14.5	8.2	25.9
38.5	6	836.9	27.1	15.6	16.6	8.2	25.9
39.5	6	911.3	29.5	14.5	19.5	8.2	25.9

I valori di Plim in tabella sono ridotti dei fattori di normativa $\xi = 1.70$ e $\gamma = 1.30$; i valori Porizz sono allo SLV. Di seguito il confronto tra spinta laterale e resistenza disponibile.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 49 di 136

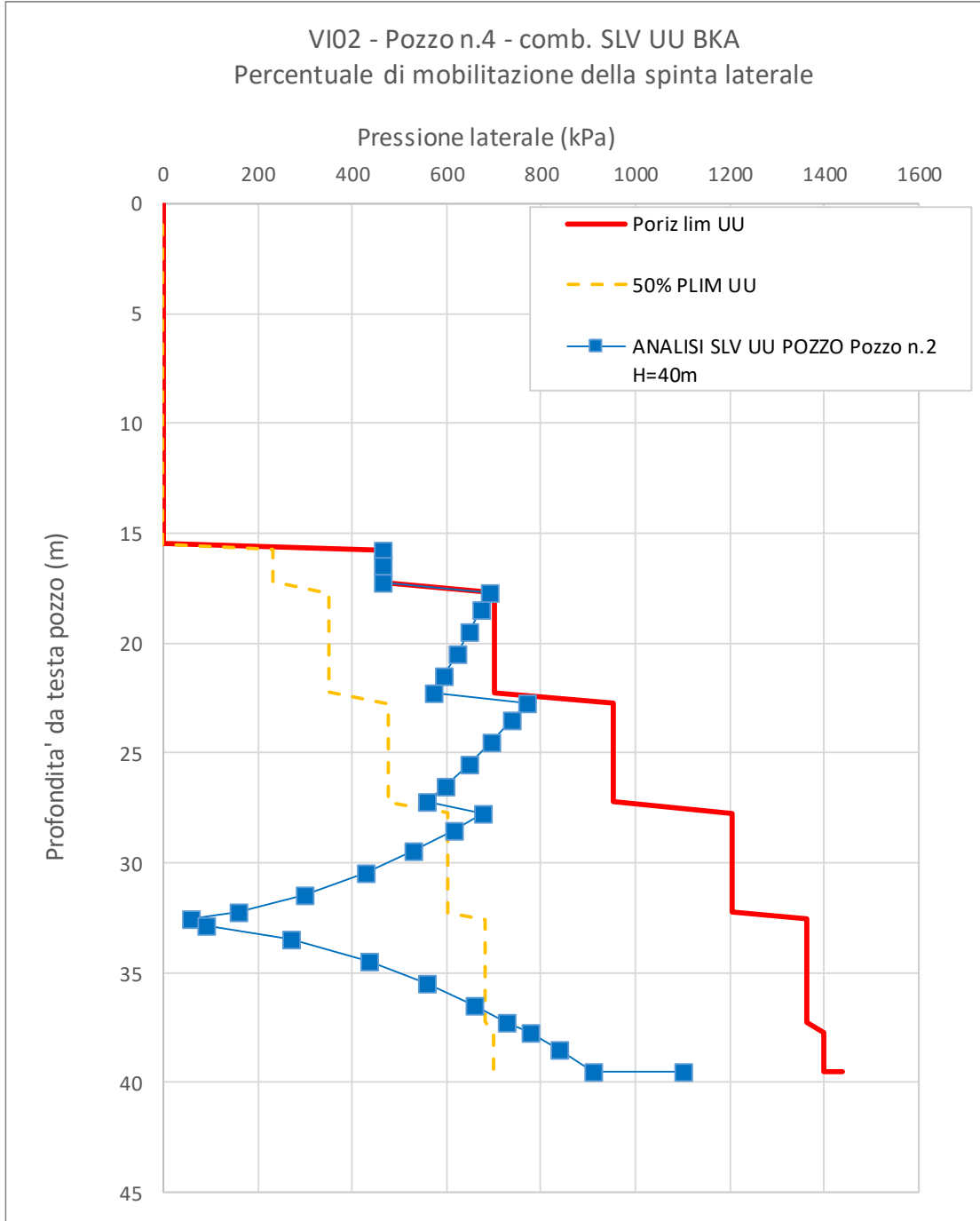


Figura 8-3: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni non drenate SLV

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 50 di 136

8.1.1 Analisi push-over per la determinazione del carico limite

Una seconda valutazione di capacità limite dei pozzi di fondazione è effettuata mediante l'elaborazione di una curva "push over"; l'analisi è sempre condotta con il programma Pozzi-J.

I carichi applicati sono fatti crescere fino a quando è evidente il cambiamento di comportamento del pozzo da lineare a non lineare/plastico, in corrispondenza della completa plasticizzazione alla base del pozzo e lungo il fusto: oltre tale livello di carico non sono più possibili incrementi di sollecitazione, se non a prezzo di deformazioni indefinite. Tale carico orizzontale rappresenta il valore H_{lim} ricercato per valutare il grado di sicurezza del pozzo, rispetto ai massimi carichi applicati nella combinazione considerata.

Ottenuto il valore H_{lim} si applicano il fattore di correlazione $\xi = 1.7$ e il coefficiente parziale $\gamma_R = 1.3$ per ottenere la resistenza limite del sistema pozzo soggetto a carichi orizzontali.

Nella seguente Figura 8-4 è illustrata la curva push-over ottenuta per il pozzo in oggetto di lunghezza pari a 40m, e soggetto alla forza spingente proveniente dalla frana. I valori di H_{lim} rappresentativi, ottenuti per la condizioni del terreno drenate e non drenate, sono evidenziati in figura

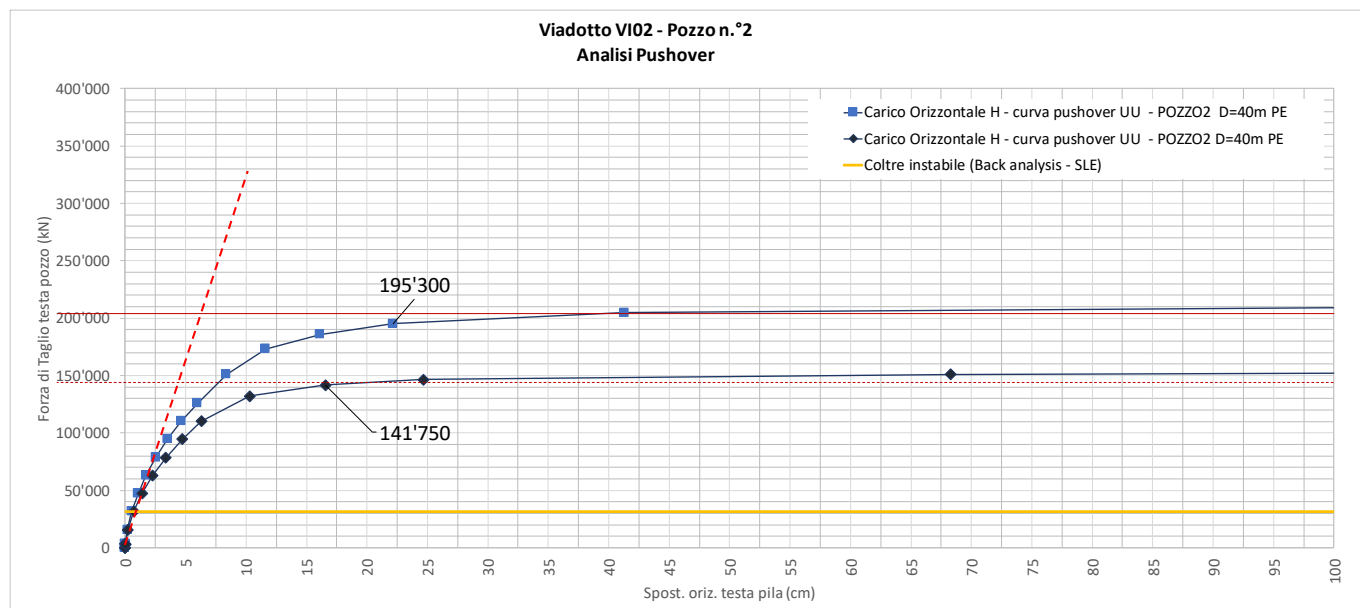


Figura 8-4: Analisi push-over pozzo P2

Condizioni non drenate $H_{lim} = 195300\text{kN} / (\gamma \times \xi \times 0.7) / 15\text{m di interasse} = 8416\text{kN/ml}$;

Condizioni drenate $H_{lim} = 141750\text{kN} / (\gamma \times \xi) / 15\text{m di interasse} = 4276\text{kN/ml}$;

Le analisi all'equilibrio limite hanno portato a ottenere per la spinta di frana i seguenti valori:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">51 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	51 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	51 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

SLV = 6400 kN/ml,

SLU = 2730 kN/ml.

La verifica di stabilità globale, considerando la lunghezza di infissione pari a 24.5 m, risulta soddisfatta, poiché il carico limite è in tutti i casi superiore al valore di progetto.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 52 di 136

8.1.2 Verifiche strutturali pali pozzi

Le sollecitazioni lungo il fusto del pozzo sono le seguenti

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE				
SOLUZIONE				
AZIONI INTERNE				
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	TAGLIO (kN)	MOMENTO FLETTENTE (kNm)	FORZA VERTICALE (kN)
0.00	NON REAGENTE	1'296	1'080	0
1.00	NON REAGENTE	2'541	2'999	1'106
2.00	NON REAGENTE	4'200	6'369	2'212
3.00	NON REAGENTE	6'274	11'606	3'318
4.00	NON REAGENTE	8'763	19'125	4'423
5.00	NON REAGENTE	11'667	29'340	5'529
6.00	NON REAGENTE	14'985	42'665	6'635
7.00	NON REAGENTE	18'719	59'517	7'741
8.00	NON REAGENTE	22'967	80'310	8'847
9.00	NON REAGENTE	27'430	105'458	9'953
10.00	NON REAGENTE	32'407	135'377	11'058
11.00	NON REAGENTE	37'800	170'480	12'164
12.00	NON REAGENTE	43'607	211'184	14'700
13.00	NON REAGENTE	49'830	257'902	17'849
14.00	NON REAGENTE	56'467	311'051	20'998
15.00	NON REAGENTE	63'519	371'043	24'147
15.50	NON REAGENTE	67'200	403'723	25'722
16.00	1	64'054	435'316	27'085
17.00	1	57'913	493'857	29'811
17.50	1	54'920	520'845	31'173
18.00	2	50'593	546'002	32'536
19.00	2	42'174	589'944	35'262
20.00	2	34'078	625'628	37'988
21.00	2	26'318	653'384	40'714
22.00	2	18'909	673'556	43'440
22.50	2	15'341	680'898	44'803
23.00	3	10'599	686'162	46'166
24.00	3	1'507	689'773	48'892
25.00	3	-7'033	684'569	51'618
26.00	3	-14'988	671'117	54'344
27.00	3	-22'316	650'023	57'070
27.50	3	-25'729	636'791	58'433
28.00	4	-29'833	621'680	59'796
29.00	4	-37'327	585'658	62'522
30.00	4	-43'762	542'672	65'248
31.00	4	-48'956	493'872	67'975
32.00	4	-52'580	440'662	70'701
32.50	4	-53'541	412'911	72'064
32.68	5	-53'662	403'057	72'543
33.00	5	-53'305	384'928	73'427
34.00	5	-50'042	330'813	76'153
35.00	5	-44'800	280'951	78'880
36.00	5	-38'070	237'074	81'606
37.00	5	-30'094	200'551	84'333
37.50	5	-25'690	185'384	85'696
38.00	6	-20'974	172'497	87'059
39.00	6	-10'802	154'168	89'786
40.00	6	287	146'469	92'513

Tabella 9: Azioni interne al pozzo – condizioni non drenate SLV

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B FOGLIO 53 di 136

**POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE
SOLUZIONE**

AZIONI INTERNE

PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	TAGLIO (kN)	MOMENTO FLETTENTE (kNm)	FORZA VERTICALE (kN)
0.00	NON REAGENTE	608	506	0
1.00	NON REAGENTE	1'191	1'406	1'106
2.00	NON REAGENTE	1'969	2'986	2'212
3.00	NON REAGENTE	2'941	5'440	3'318
4.00	NON REAGENTE	4'108	8'965	4'423
5.00	NON REAGENTE	5'469	13'753	5'529
6.00	NON REAGENTE	7'024	19'999	6'635
7.00	NON REAGENTE	8'774	27'899	7'741
8.00	NON REAGENTE	10'719	37'645	8'847
9.00	NON REAGENTE	12'858	49'433	9'953
10.00	NON REAGENTE	15'191	63'458	11'059
11.00	NON REAGENTE	17'719	79'913	12'164
12.00	NON REAGENTE	20'441	98'992	14'700
13.00	NON REAGENTE	23'358	120'892	17'849
14.00	NON REAGENTE	26'469	145'805	20'998
15.00	NON REAGENTE	29'774	173'927	24'147
15.50	NON REAGENTE	31'500	189'245	25'722
16.00	1	29'816	204'323	27'189
17.00	1	26'533	231'996	30'124
17.50	1	24'935	244'613	31'592
18.00	2	22'850	256'281	33'048
19.00	2	18'797	276'550	35'960
20.00	2	14'905	292'847	38'872
21.00	2	11'181	305'335	41'785
22.00	2	7'631	314'186	44'697
22.50	2	5'924	317'297	46'153
23.00	3	3'721	319'361	47'579
24.00	3	-493	320'279	50'431
25.00	3	-4'443	317'116	53'283
26.00	3	-8'112	310'143	56'136
27.00	3	-11'481	299'651	58'988
27.50	3	-13'046	293'171	60'414
28.00	4	-14'893	285'768	61'810
29.00	4	-18'255	268'358	64'602
30.00	4	-21'124	247'833	67'394
31.00	4	-23'420	224'724	70'186
32.00	4	-24'995	199'680	72'978
32.50	4	-25'388	186'667	74'374
32.65	5	-25'424	182'796	74'782
33.00	5	-25'251	173'548	75'761
34.00	5	-23'769	148'157	78'534
35.00	5	-21'375	124'705	81'307
36.00	5	-18'287	103'993	84'080
37.00	5	-14'613	86'663	86'854
37.50	5	-12'579	79'425	88'240
38.00	6	-10'288	73'268	89'627
39.00	6	-5'334	64'577	92'400
40.00	6	83	61'071	95'174

Tabella 10: Azioni interne al pozzo – condizioni drenate SLE

Le sollecitazioni massime rappresentative sono:

Sollecitazioni						
N° Combo	Cond. Carico	N _{tot} (KN)	H _x (KN)	H _y (KN)	M _x (KN*m)	M _y (KN*m)
1	SLU	50267	40950	0	420098	0
2	SLV	48892	67200	0	689773	0
3	SLE	50431	31500	0	320279	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 54 di 136

Ripartendo le azioni sollecitanti sulla corona di pali reagenti, questi risultano caricati con sforzo assiale di trazione e compressione nel seguente modo:

Sollecitazioni assiali minime e di taglio sui pali					
Condizione di verifica		N_{MIN} D=1200mm		N_{MIN} D=1500mm	
		Combo	(kN)	Combo	(kN)
SLU - STR	Statica	1 - SLU	-1637.3	1 - SLU	-4118.5
SLV	Sismica	2 - SLV	-3707.8	2 - SLV	-7781.8
SLE	Sle	3 - SLE	-881.3	3 - SLE	-2773.0
		T D=1200mm		T D=1500mm	
SLV	Sismica	2 - SLV	1499.1	2 - SLV	2343.1

Si prevede una armatura in analogia al pozzo 4 che risulta più sollecitato.

8.1.3 Verifica delle compressioni anulari del pozzo

Il pozzo 2 risulta nel complesso meno sollecitato del pozzo 4; si rimanda al paragrafo 8.2.6 per le considerazioni circa la stabilità a compressione dell'anello di calcestruzzo formato dai pali.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 55 di 136

8.2 POZZO 4

8.2.1 Modello di calcolo Pozzi J

L'interasse di calcolo considerato per le analisi di stabilità del pozzo, in riferimento alla direzione di spinta, è pari all'interesse geometrico tra i pozzi vale a dire 25m, il pozzo risulta essere più sollecitato, rispetto al pozzo 5 (che è laterale e quindi non risente della frana e del pozzo 3 che è in parte in ombra rispetto a 4).

La superficie critica di scivolamento, in corrispondenza del pozzo in esame, è pari a 18 m; essendo il pozzo affondato di 6.7 m rispetto il piano campagna, la frana spinge sul pozzo per una altezza di 11.30m alla quale è stata assegnata l'intera spinta della frana proveniente dalla BKA e amplificata dell'interasse operativo.

Il terreno a valle del pozzo è stato considerato non reagente per un'altezza pari a 11.30m,. La frana è applicata con una distribuzione trapezia a partire dal piano campagna per tenere conto della parte soprastante del muro di placcaggio.

Al di sotto dello strato spingente, il pozzo è in grado di reagire secondo il contributo di resistenza generato dalle curve p-y funzione dei parametri resistivi, delle condizioni drenate o non drenate del terreno, della quota di falda e della profondità degli strati da piano campagna.

La spinta allo SLU è amplificata del fattore $\gamma = 1.3$ (permanente sfavorevole).

Allo stato SLV alla spinta sismica di BKA si applica il fattore riduttivo sismico pari a 0.7, per quanto indicato al § 5.3.4.

Di seguito si riassumono le spinte di frana utilizzate per il dimensionamento del pozzo: analogamente a quanto fatto per il pozzo precedente, lo schema di applicazione delle spinte al modello prevede che la spinta triangolare di frana sia scomposta in una parte triangolare (per il terreno al di sopra della sommità del pozzo che agisce in questo caso sul muro di placcaggio) e una componente trapezia applicata al fusto del pozzo; la componente triangolare è ridotta ad un taglio ed una coppia applicati alla sommità del pozzo stesso.

Combinazione	SLE	SLU	SLV
Frana da BKA (kN/ml)	1700	2210	3885
Interasse pozzi (m)			25
FRANA (kN)	42500	55250	97125
Strato spingente (m)			11.3
Spinta sommità Sft (kN/m)	5888	7655	13457
Spinta piede SFp (kN/m)	1634	2124	3734

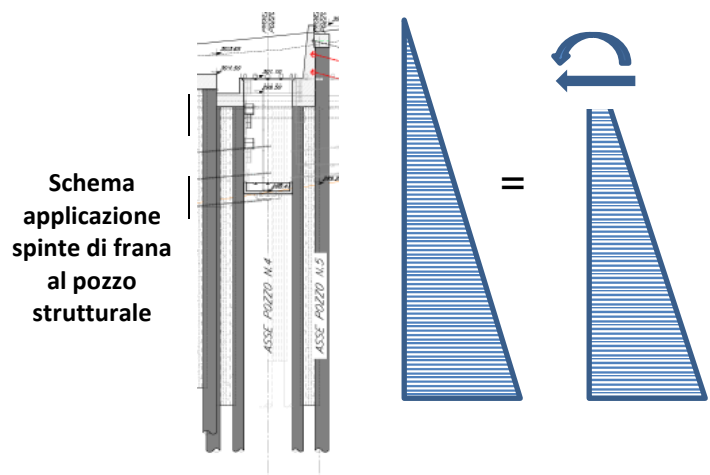
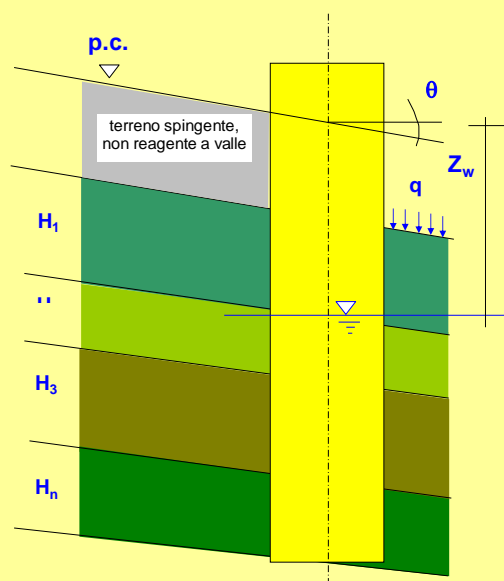


Tabella 11: Spinte agenti sul pozzo

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 56 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE

DATI TERRENO



DATI DI INGRESSO

n° strato	condizioni (D o ND)	ΔH_i (m)	z (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (**) (°)	c' (kPa)	cu (kPa)
1	ND	18.00	18.00	20.0		0	80
2	ND	2.00	20.00	22.0		0	200
3	ND	5.00	25.00	22.0		0	290
4	ND	5.00	30.00	22.0		0	375
5	ND	5.00	35.00	22.0		0	455
6	ND	5.00	40.00	22.0		0	500
7	ND	5.00	45.00	22.0		0	500
8	ND	10.00	55.00	22.0			500

θ	= inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale	0.0	(°)
	fattore di amplificazione	suggerito 0.98	(-)
q	= sovraccarico a valle del pozzo	0	(kPa)
B	= larghezza del pozzo	13.50	(m)
Z_w	= profondità falda da piano campagna	(*) 0.00	(m)

(*) deve coincidere con un passaggio di strato

- D** = drenate (introdurre solo i valori di ϕ' , ed eventualmente c')
ND = non drenate (introdurre solo i valori di cu)
 ΔH_i = altezza strato i-esimo
z = spessore progressivo di immersione nello strato reagente
 γ = peso di volume naturale
 ϕ' = angolo di attrito (**)
 (**)
 (**) $\leq 45^\circ$

Tabella 12: Stratigrafia - condizioni analisi non drenate

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea						
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 57 di 136	

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE RISULTATI

RISULTATI

Condizioni	z (m)	z/B (-)	γ (kN/m ³)	z_w (m)	σ'_v (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	cu (kPa)	$K_{tdr,f}$ (-)	$P_{lim,\phi}$ (kPa)	$K_{tdr,c}$ (-)	$P_{lim,c}$ (kPa)	z (m)	$P_{lim,tot}$ (kPa)	
ND	0.00	0.00	20.0	0.00	0.0	0.0	0.0	80.0	0.0	0	2.6	205	0.00	205	
	4.50	0.33			45.0					0.0		3.6	284	4.50	284
	9.00	0.67			90.0					0.0		4.3	340	9.00	340
	13.50	1.00			135.0					0.0		4.9	381	13.50	381
	18.00	1.33			180.0					0.0		5.3	413	18.00	413
ND	18.00	1.33	22.0		180.0	0.0	0.0	200.0	0.0	5.2	1'011	1'011	18.00	1'011	
	18.50	1.37			186.0					0.0		5.2	1'019	18.50	1'019
	19.00	1.41			192.0					0.0		5.2	1'026	19.00	1'026
	19.50	1.44			198.0					0.0		5.3	1'033	19.50	1'033
	20.00	1.48			204.0					0.0		5.3	1'040	20.00	1'040
ND	20.00	1.48	22.0		204.0	0.0	0.0	290.0	0.0	5.3	1'508	1'508	20.00	1'508	
	21.25	1.57			219.0					0.0		5.4	1'532	21.25	1'532
	22.50	1.67			234.0					0.0		5.5	1'554	22.50	1'554
	23.75	1.76			249.0					0.0		5.5	1'575	23.75	1'575
	25.00	1.85			264.0					0.0		5.6	1'595	25.00	1'595
ND	25.00	1.85	22.0		264.0	0.0	0.0	375.0	0.0	5.6	2'063	2'063	25.00	2'063	
	26.25	1.94			279.0					0.0		5.7	2'088	26.25	2'088
	27.50	2.04			294.0					0.0		5.7	2'111	27.50	2'111
	28.75	2.13			309.0					0.0		5.8	2'133	28.75	2'133
	30.00	2.22			324.0					0.0		5.9	2'154	30.00	2'154
ND	30.00	2.22	22.0		324.0	0.0	0.0	455.0	0.0	5.9	2'614	2'614	30.00	2'614	
	31.25	2.31			339.0					0.0		5.9	2'638	31.25	2'638
	32.50	2.41			354.0					0.0		6.0	2'661	32.50	2'661
	33.75	2.50			369.0					0.0		6.0	2'683	33.75	2'683
	35.00	2.59			384.0					0.0		6.1	2'705	35.00	2'705
ND	35.00	2.59	22.0		384.0	0.0	0.0	500.0	0.0	6.1	2'972	2'972	35.00	2'972	
	36.25	2.69			399.0					0.0		6.1	2'994	36.25	2'994
	37.50	2.78			414.0					0.0		6.2	3'015	37.50	3'015
	38.75	2.87			429.0					0.0		6.2	3'036	38.75	3'036
	40.00	2.96			444.0					0.0		6.2	3'055	40.00	3'055
ND	40.00	2.96	22.0		444.0	0.0	0.0	500.0	0.0	6.2	3'055	3'055	40.00	3'055	
	41.25	3.06			459.0					0.0		6.3	3'074	41.25	3'074
	42.50	3.15			474.0					0.0		6.3	3'092	42.50	3'092
	43.75	3.24			489.0					0.0		6.3	3'109	43.75	3'109
	45.00	3.33			504.0					0.0		6.4	3'126	45.00	3'126
ND	45.00	3.33	22.0		504.0	0.0	0.0	500.0	0.0	6.4	3'126	3'126	45.00	3'126	
	47.50	3.52			534.0					0.0		6.4	3'157	47.50	3'157
	50.00	3.70			564.0					0.0		6.5	3'186	50.00	3'186
	52.50	3.89			594.0					0.0		6.6	3'213	52.50	3'213
	55.00	4.07			624.0					0.0		6.6	3'239	55.00	3'239

Tabella 13: Reazioni orizzontali - condizioni analisi non drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 58 di 136

DATI DI INGRESSO

n° strato	condizioni (D o ND)	ΔH_i (m)	z (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (**) (°)	c' (kPa)	cu (kPa)
1	D	18.00	18.00	20.0	18.0	0	
2	D	2.00	20.00	22.0	23.0	17	
3	D	5.00	25.00	22.0	21.0	25	
4	D	5.00	30.00	22.0	21.0	25	
5	D	5.00	35.00	22.0	21.0	25	
6	D	5.00	40.00	22.0	21.0	25	
7	D	5.00	45.00	22.0	21.0	25	
8	D	10.00	55.00	22.0	21.0	25	

RISULTATI

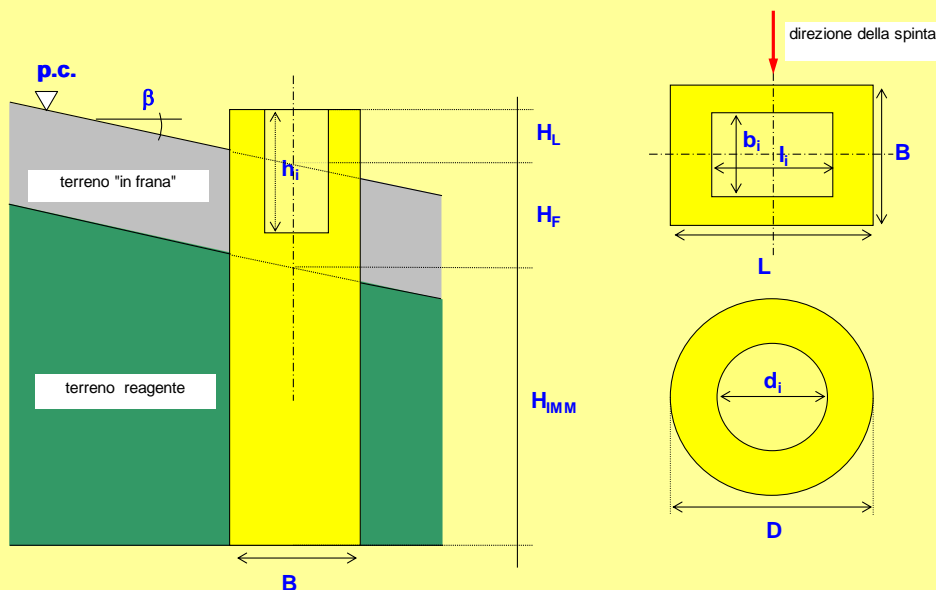
Condizioni	z (m)	z/B (-)	γ (kN/m ³)	z _w (m)	σ'_v (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	cu (kPa)	K _{tdr,f} (-)	Plim, ϕ (kPa)	K _{tdr,c} (-)	Plim,c (kPa)	z (m)	Plim,tot (kPa)
D	0.00	0.00	20.0	0.00	0.0	18.0	0.0	0.0	2.0	0	4.4	0	0.00	0
	4.50	0.33			45.0				2.1	93	6.4	0	4.50	93
	9.00	0.67			90.0				2.3	200	8.0	0	9.00	200
	13.50	1.00			135.0				2.4	316	9.3	0	13.50	316
	18.00	1.33			180.0				2.5	443	10.4	0	18.00	443
D	18.00	1.33	22.0		180.0	23.0	17.0	0.0	3.7	659	13.2	220	18.00	879
	18.50	1.37			186.0				3.8	685	13.4	222	18.50	907
	19.00	1.41			192.0				3.8	710	13.5	225	19.00	935
	19.50	1.44			198.0				3.8	737	13.6	227	19.50	964
	20.00	1.48			204.0				3.8	763	13.8	230	20.00	993
D	20.00	1.48	22.0		204.0	21.0	25.0	0.0	3.3	653	12.5	306	20.00	958
	21.25	1.57			219.0				3.3	709	12.8	313	21.25	1022
	22.50	1.67			234.0				3.3	767	13.1	320	22.50	1087
	23.75	1.76			249.0				3.4	825	13.3	327	23.75	1152
	25.00	1.85			264.0				3.4	884	13.6	333	25.00	1218
D	25.00	1.85	22.0		264.0	21.0	25.0	0.0	3.4	884	13.6	333	25.00	1218
	26.25	1.94			279.0				3.5	945	13.9	340	26.25	1284
	27.50	2.04			294.0				3.5	1006	14.1	346	27.50	1351
	28.75	2.13			309.0				3.5	1067	14.3	351	28.75	1419
	30.00	2.22			324.0				3.6	1130	14.6	357	30.00	1487
D	30.00	2.22	22.0		324.0	21.0	25.0	0.0	3.6	1130	14.6	357	30.00	1487
	31.25	2.31			339.0				3.6	1193	14.8	362	31.25	1556
	32.50	2.41			354.0				3.6	1257	15.0	367	32.50	1625
	33.75	2.50			369.0				3.7	1322	15.2	372	33.75	1694
	35.00	2.59			384.0				3.7	1388	15.4	377	35.00	1765
D	35.00	2.59	22.0		384.0	21.0	25.0	0.0	3.7	1388	15.4	377	35.00	1765
	36.25	2.69			399.0				3.7	1454	15.6	382	36.25	1835
	37.50	2.78			414.0				3.7	1520	15.8	386	37.50	1906
	38.75	2.87			429.0				3.8	1588	15.9	391	38.75	1978
	40.00	2.96			444.0				3.8	1655	16.1	395	40.00	2050
D	40.00	2.96	22.0		444.0	21.0	25.0	0.0	3.8	1655	16.1	395	40.00	2050
	41.25	3.06			459.0				3.8	1724	16.3	399	41.25	2123
	42.50	3.15			474.0				3.9	1793	16.4	403	42.50	2196
	43.75	3.24			489.0				3.9	1862	16.6	407	43.75	2269
	45.00	3.33			504.0				3.9	1932	16.7	410	45.00	2343
D	45.00	3.33	22.0		504.0	21.0	25.0	0.0	3.9	1932	16.7	410	45.00	2343
	47.50	3.52			534.0				4.0	2074	17.0	417	47.50	2491
	50.00	3.70			564.0				4.0	2218	17.3	424	50.00	2641
	52.50	3.89			594.0				4.1	2363	17.6	430	52.50	2793
	55.00	4.07			624.0				4.1	2510	17.8	436	55.00	2946

Tabella 14: Reazioni orizzontali - condizioni analisi drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 59 di 136
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea						

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE

Dati geometrici pozzo



DATI DI INGRESSO

Forma del pozzo

		Circolare	
B	larghezza della sezione trasversale del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
L	lunghezza della sezione trasversale del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
b_i	larghezza della cavità interna del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
l_i	lunghezza della cavità interna del pozzo, se rettangolare	0.00	(m)
D	diametro del pozzo, se circolare	13.50	(m)
d_i	diametro della cavità interna del pozzo, se circolare	5.50	(m)
h_i	altezza della cavità interna del pozzo da testa pozzo <i>(se assente porre 0)</i>	11.30	(m)
H_L	distanza testa pozzo dal piano campagna <i>(positiva se al di sopra di p.c.)</i>	0.00	(m)
H_F	spessore terreno "in frana"	11.30	(m)
H_{IMM}	altezza di immorsamento del pozzo	28.70	(m)
β	inclinazione del piano campagna <i>si introduce nel solo caso in cui si voglia una sicurezza aggiuntiva; l'altezza non reagente è calcolata sul lato di valle del pozzo e non in mezzeria</i>	0	(°)
Δ_v	altezza conci in cui è suddiviso il pozzo (n° massimo di conci 40)	1.00	(m)
Δ_h	larghezza conci in cui è suddiviso il pozzo	0.25	(m)
α	coefficiente moltiplicativo della superficie laterale del pozzo <i>(il coefficiente, <=1, consente di assumere condizioni più o meno prudenziali in merito alla mobilitazione delle forze di attrito orizzontali sulle superfici laterali del pozzo; per sezioni circolari si suggerisce l'adozione di un valore non superiore a 0.5)</i>	0.40	(-)

Tabella 15: Dati geometrici del pozzo 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 60 di 136
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea						

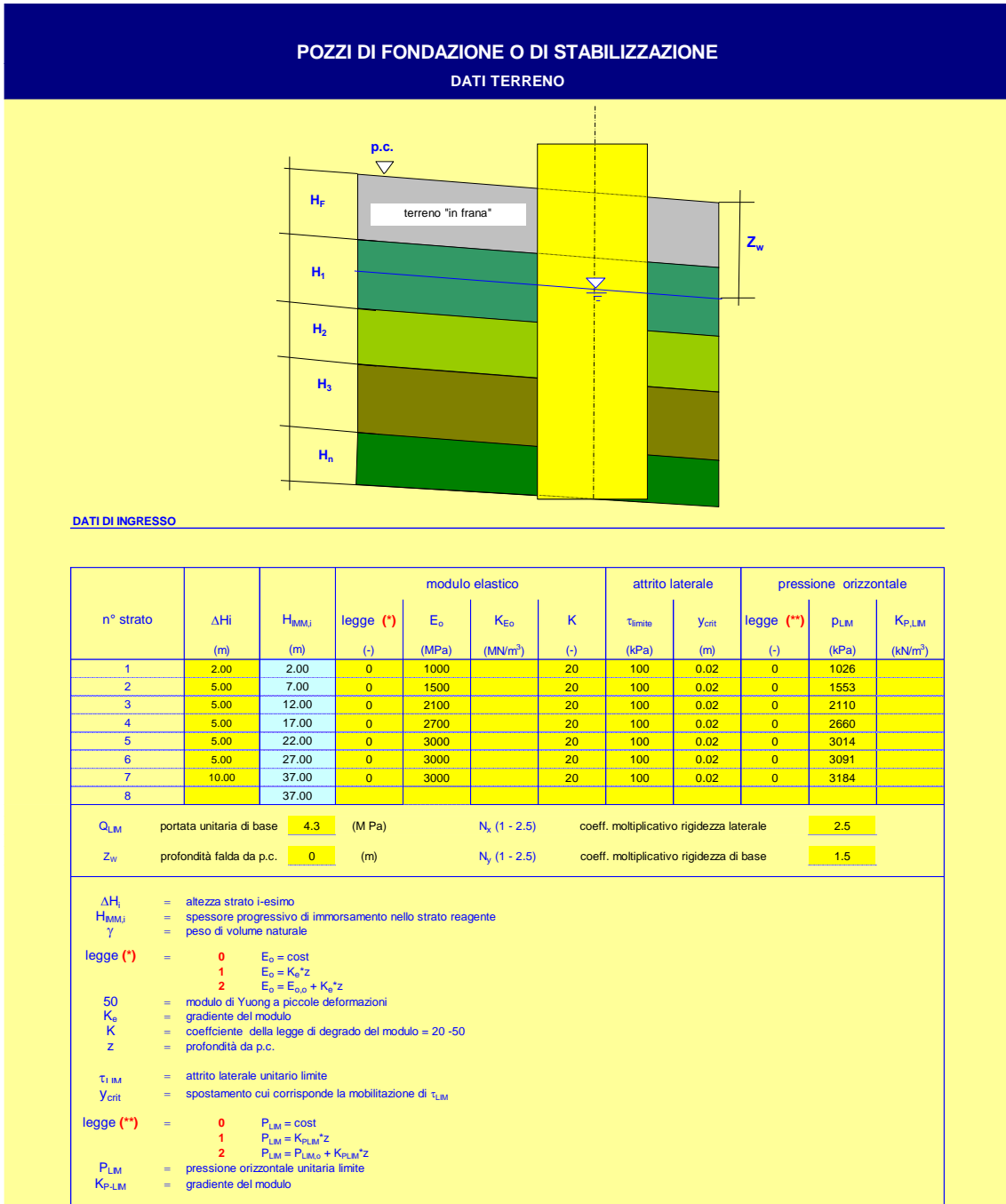
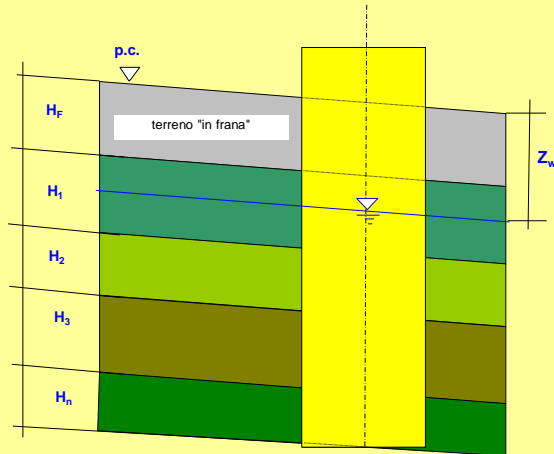


Tabella 16: Dati stratigrafici di input e parametri geotecnici del pozzo – condizioni non drenate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 61 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE
DATI TERRENO



DATI DI INGRESSO

n° strato	ΔH_i (m)	$H_{MM,i}$ (m)	legge (*) (-)	modulo elastico			attrito laterale		pressione orizzontale		
				E_o (MPa)	K_{Eo} (MN/m ³)	K (-)	τ_{limite} (kPa)	y_{crit} (m)	legge (**) (-)	P_{LM} (kPa)	$K_{P,LM}$ (kN/m ³)
1	2.00	2.00	0	1000		20	57	0.02	0	936	
2	5.00	7.00	0	1500		20	63	0.02	0	1087	
3	5.00	12.00	0	2100		20	79	0.02	0	1352	
4	5.00	17.00	0	2700		20	95	0.02	0	1625	
5	5.00	22.00	0	3000		20	100	0.02	0	1907	
6	5.00	27.00	0	3000		20	100	0.02	0	2196	
7	10.00	37.00	0	3000		20	100	0.02	0	2643	
8											

Q_{LM}	portata unitaria di base	4.3	(M Pa)	N_x (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidità laterale	2.5
Z_w	profondità falda da p.c.	0	(m)	N_y (1 - 2.5)	coeff. moltiplicativo rigidità di base	1.5

ΔH_i	=	altezza strato i-esimo
$H_{MM,i}$	=	spessore progressivo di immersione nello strato reagente
γ	=	peso di volume naturale
legge (*)	=	0 $E_o = cost$ 1 $E_o = K_{Eo} \cdot z$ 2 $E_o = E_{o,0} + K_{Eo} \cdot z$
50	=	modulo di Yuong a piccole deformazioni
K_{Eo}	=	gradiente del modulo
K	=	coefficiente della legge di degrado del modulo = 20 -50
z	=	profondità da p.c.
τ_{lim}	=	attrito laterale unitario limite
y_{crit}	=	spostamento cui corrisponde la mobilitazione di τ_{lim}
legge (**)	=	0 $P_{LM} = cost$ 1 $P_{LM} = K_{P,LM} \cdot z$ 2 $P_{LM} = P_{LM,0} + K_{P,LM} \cdot z$
P_{LM}	=	pressione orizzontale unitaria limite
$K_{P,LM}$	=	gradiente del modulo

Tabella 17: Dati stratigrafici di input e parametri geotecnici del pozzo – condizioni drenate

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 62 di 136

8.2.2 Verifiche capacità portante orizzontale – combinazioni SLE/SLU

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE SOLUZIONE							
REAZIONE DEL TERRENO							
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	Poriz (kPa)	P/Pu (%)	E/Eo (%)	τ_H/τ_u (%)	$\tau_{v,monte}/\tau_u$ (%)	$\tau_{v,vaile}/\tau_u$ (%)
0.00	NON REAGENTE						
1.00	NON REAGENTE						
2.00	NON REAGENTE						
3.00	NON REAGENTE						
4.00	NON REAGENTE						
5.00	NON REAGENTE						
6.00	NON REAGENTE						
7.00	NON REAGENTE						
8.00	NON REAGENTE						
9.00	NON REAGENTE						
10.00	NON REAGENTE						
11.00	NON REAGENTE						
11.30	NON REAGENTE						
11.65	1	373.3	39.9	11.1	34.5	1.6	19.3
12.50	1	364.7	39.0	11.4	33.0	1.6	19.3
13.15	1	358.0	38.2	11.6	31.9	1.6	19.3
13.65	2	469.2	43.2	10.4	31.0	1.6	19.3
14.50	2	457.2	42.1	10.6	29.5	1.6	19.3
15.50	2	442.7	40.7	10.9	27.8	1.6	19.3
16.50	2	427.8	39.4	11.3	26.0	1.6	19.3
17.50	2	412.3	37.9	11.6	24.3	1.6	19.3
18.15	2	402.0	37.0	11.9	23.2	1.6	19.3
18.65	3	521.7	38.6	11.5	22.3	1.6	19.3
19.50	3	503.0	37.2	11.8	20.8	1.6	19.3
20.5	3	480.1	35.5	12.3	19.1	1.6	19.3
21.5	3	456.1	33.7	12.9	17.3	1.6	19.3
22.5	3	431.0	31.9	13.6	15.6	1.6	19.3
23.2	3	413.9	30.6	14.0	14.5	1.6	19.3
23.7	4	498.8	30.7	14.0	13.6	1.6	19.3
24.5	4	468.7	28.8	14.8	12.1	1.6	19.3
25.5	4	430.9	26.5	15.9	10.4	1.6	19.3
26.5	4	389.7	24.0	17.3	8.6	1.6	19.3
27.5	4	344.2	21.2	19.1	6.9	1.6	19.3
28.2	4	311.4	19.2	20.7	5.7	1.6	19.3
28.7	5	323.2	16.9	22.8	4.9	1.6	19.3
29.5	5	262.9	13.8	26.6	3.4	1.6	19.3
30.5	5	171.7	9.0	35.7	1.7	1.6	19.3
31.2	5	66.6	3.5	58.9	0.4	1.6	19.3
31.7	5	77.1	4.0	55.3	0.5	1.6	19.3
32.5	5	182.6	9.6	34.3	1.8	1.6	19.3
33.2	5	242.9	12.7	28.2	3.0	1.6	19.3
33.7	6	299.3	13.6	26.8	3.8	1.6	19.3
34.5	6	360.8	16.4	23.3	5.3	1.6	19.3
35.5	6	423.2	19.3	20.6	7.1	1.6	19.3
36.5	6	478.3	21.8	18.7	8.8	1.6	19.3
37.5	6	528.2	24.1	17.2	10.5	1.6	19.3
38.2	6	558.5	25.4	16.4	11.7	1.6	19.3
38.7	7	631.8	23.9	17.3	12.5	1.6	19.3
39.5	7	671.5	25.4	16.4	14.0	1.6	19.3

I valori di Plim in tabella sono ridotti dei fattori di normativa $\xi = 1.70$ e $\gamma = 1.30$; i valori Porizz sono amplificati di $\gamma = 1.3$ per ottenere i valori allo SLU. Di seguito il confronto tra spinta laterale e resistenza disponibile.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 63 di 136

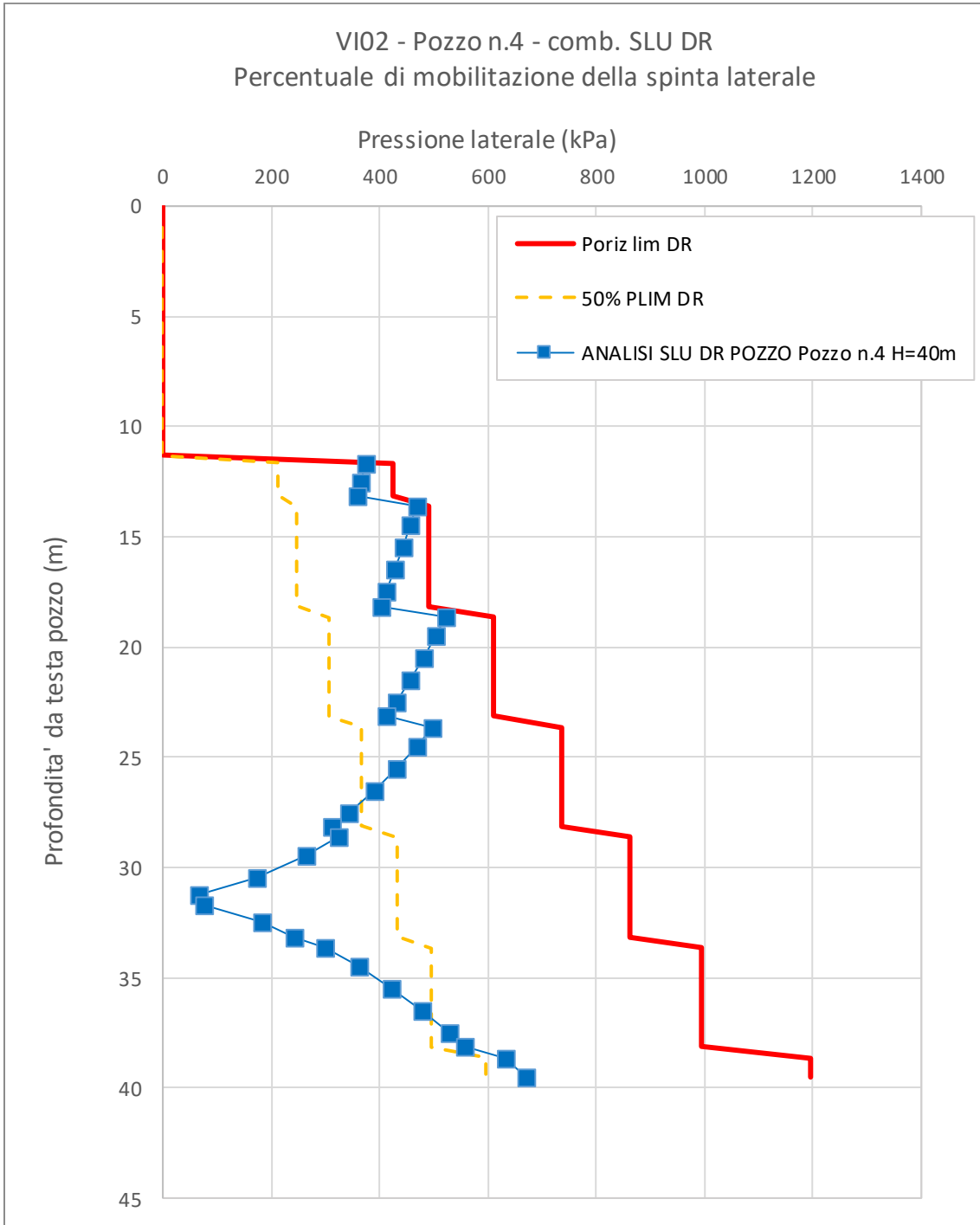


Figura 8-5: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni drenate SLU

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatara</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 64 di 136

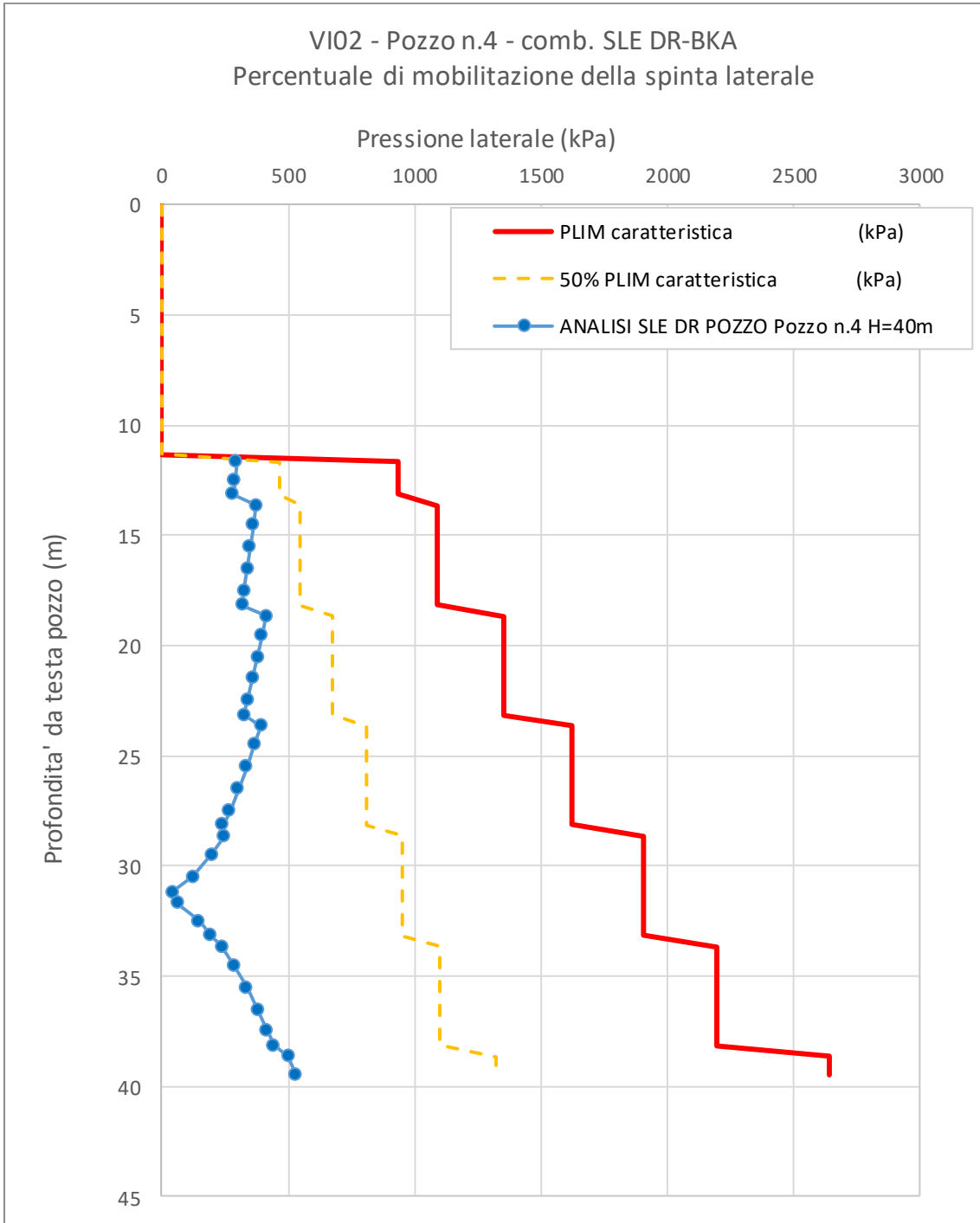


Figura 8-6: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni drenate SLE

APPALTATORE: Consorzio HIRPINIA AV	Soci WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatario ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 65 di 136

8.2.3 Verifiche di capacità portante orizzontale combinazioni SLV

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE SOLUZIONE							
REAZIONE DEL TERRENO							
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	Poriz (kPa)	P/Pu (%)	E/Eo (%)	τ_h/τ_u (%)	$\tau_{v,monte}/\tau_u$ (%)	$\tau_{v,valle}/\tau_u$ (%)
0.00	NON REAGENTE						
1.00	NON REAGENTE						
2.00	NON REAGENTE						
3.00	NON REAGENTE						
4.00	NON REAGENTE						
5.00	NON REAGENTE						
6.00	NON REAGENTE						
7.00	NON REAGENTE						
8.00	NON REAGENTE						
9.00	NON REAGENTE						
10.00	NON REAGENTE						
11.00	NON REAGENTE						
11.30	NON REAGENTE						
11.65	1	567.7	55.3	8.3	70.5	13.5	29.6
12.50	1	554.7	54.1	8.5	67.5	13.5	29.6
13.15	1	544.5	53.1	8.6	65.1	13.5	29.6
13.65	2	808.4	52.1	8.8	63.3	13.5	29.6
14.50	2	787.7	50.7	9.0	60.3	13.5	29.6
15.50	2	762.7	49.1	9.2	56.7	13.5	29.6
16.50	2	736.8	47.4	9.5	53.1	13.5	29.6
17.50	2	710.1	45.7	9.9	49.5	13.5	29.6
18.15	2	692.2	44.6	10.1	47.1	13.5	29.6
18.65	3	936.0	44.4	10.1	45.3	13.5	29.6
19.50	3	902.1	42.8	10.5	42.3	13.5	29.6
20.5	3	860.7	40.8	10.9	38.7	13.5	29.6
21.5	3	817.2	38.7	11.4	35.0	13.5	29.6
22.5	3	771.5	36.6	12.0	31.4	13.5	29.6
23.2	3	740.4	35.1	12.5	29.1	13.5	29.6
23.7	4	911.6	34.3	12.7	27.3	13.5	29.6
24.5	4	855.4	32.2	13.5	24.2	13.5	29.6
25.5	4	784.5	29.5	14.5	20.6	13.5	29.6
26.5	4	707.2	26.6	15.8	17.0	13.5	29.6
27.5	4	621.1	23.4	17.6	13.4	13.5	29.6
28.2	4	558.9	21.0	19.2	11.1	13.5	29.6
28.7	5	567.5	18.8	21.0	9.3	13.5	29.6
29.5	5	452.5	15.0	25.0	6.2	13.5	29.6
30.5	5	271.3	9.0	35.7	2.6	13.5	29.6
31.1	5	76.9	2.6	66.2	0.4	13.5	29.6
31.6	5	182.7	6.1	45.2	1.4	13.5	29.6
32.5	5	379.8	12.6	28.4	4.6	13.5	29.6
33.2	5	481.5	16.0	23.8	6.9	13.5	29.6
33.7	6	554.6	17.9	21.8	8.7	13.5	29.6
34.5	6	655.8	21.2	19.1	11.8	13.5	29.6
35.5	6	759.2	24.6	16.9	15.4	13.5	29.6
36.5	6	851.1	27.5	15.4	19.0	13.5	29.6
37.5	6	934.7	30.2	14.2	22.6	13.5	29.6
38.2	6	985.6	31.9	13.6	25.0	13.5	29.6
38.7	7	1037.2	32.6	13.3	26.8	13.5	29.6
39.5	7	1099.1	34.5	12.7	29.8	13.5	29.6

I valori di Plim in tabella sono ridotti dei fattori di normativa $\xi = 1.70$ e $\gamma = 1.30$; i valori Porizz sono allo SLV. Di seguito il confronto tra spinta laterale e resistenza disponibile.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 66 di 136

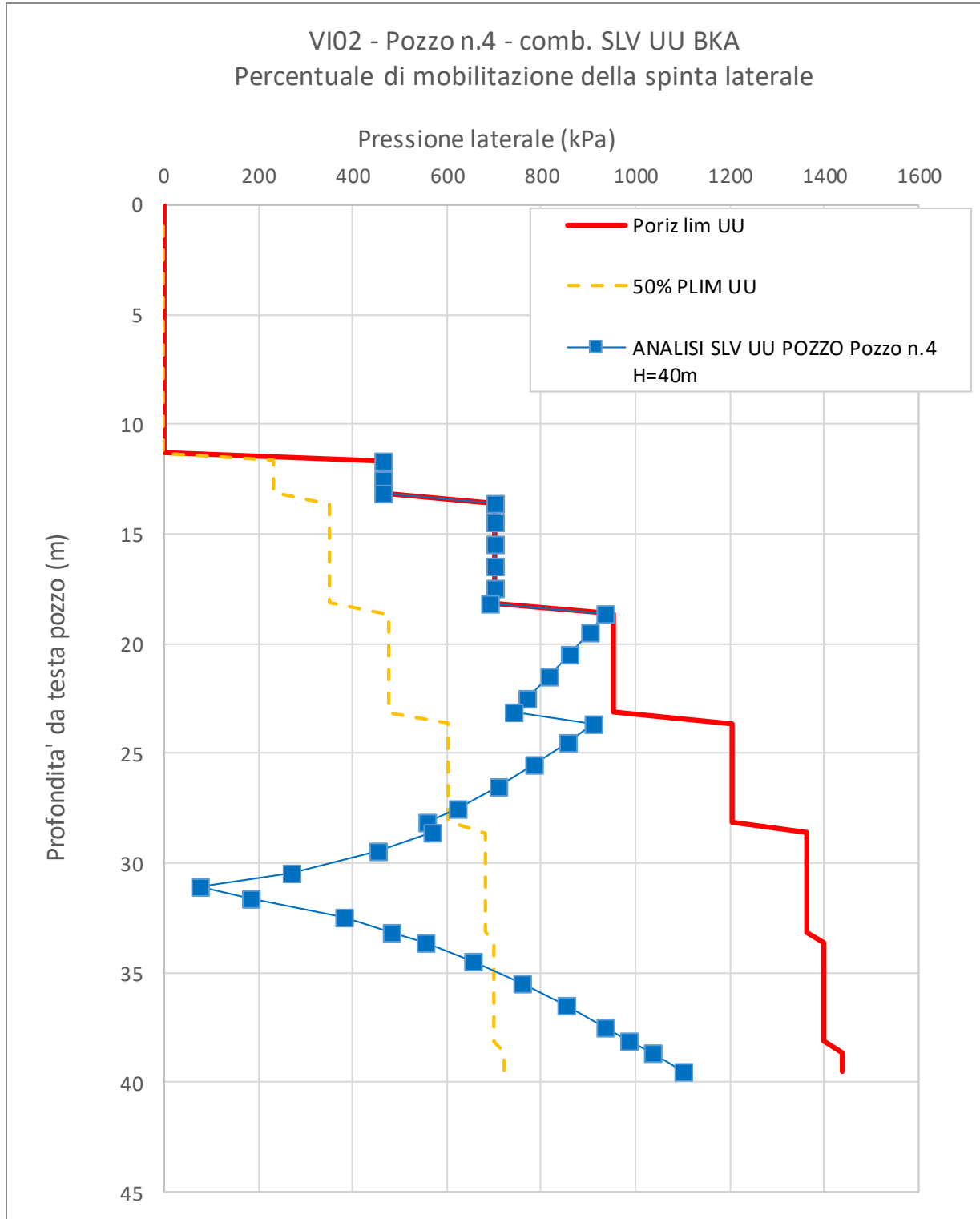


Figura 8-7: Pozzo 2 – Mobilitazione della spinta laterale – condizioni drenate SLV

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 67 di 136

8.2.4 Analisi push-over per la determinazione del carico limite

Analogamente a quanto fatto per il Pozzo 2, una seconda valutazione di capacità limite dei pozzi di fondazione è effettuata mediante l'elaborazione di una curva "push over"; l'analisi è sempre condotta con il programma Pozzi-J.

. Nella seguente Figura 8-4 è illustrata la curva push-over ottenuta per il pozzo in oggetto di lunghezza pari a 40m, e soggetto alla forza spingente proveniente dalla frana. I valori di Hlim rappresentativi, ottenuti per la condizioni del terreno drenate e non drenate, sono evidenziati in figura.

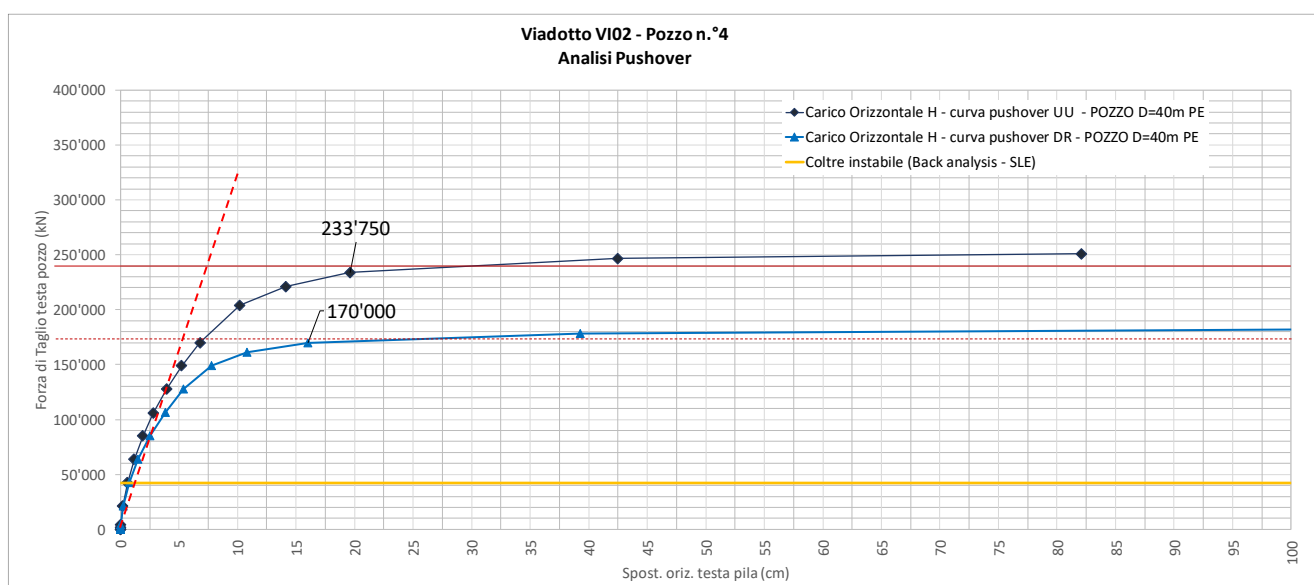


Figura 8-8: Analisi push-over pozzo P4

Condizioni non drenate $H_{lim} = 233750 \text{ kN} / (\gamma \times \xi \times 0.7) / 25 \text{ m}$ di interasse = 6044 kN/ml;

Condizioni drenate $H_{lim} = 170000 \text{ kN} / (\gamma \times \xi) / 25 \text{ m}$ di interasse = 3076.9 kN/ml;

Le analisi all'equilibrio limite hanno portato a ottenere per la spinta di frana i seguenti valori:

$$SLV = 5550 \text{ kN/ml,}$$

$$SLU = 2210 \text{ kN/ml.}$$

La verifica di stabilità globale del pozzo, considerando la lunghezza di infissione pari a 24.5 m, risulta soddisfatta, poiché il carico limite è superiore in tutti i casi al valore di progetto.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 68 di 136

8.2.5 Verifiche strutturali pali pozzi

Le sollecitazioni lungo il fusto del pozzo sono le seguenti

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE				
SOLUZIONE				
AZIONI INTERNE				
PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	TAGLIO (kN)	MOMENTO FLETTENTE (kNm)	FORZA VERTICALE (kN)
0.00	NON REAGENTE	13457	30053	0
1.00	NON REAGENTE	17773	45668	1'106
2.00	NON REAGENTE	22689	65899	2'212
3.00	NON REAGENTE	28205	91347	3'318
4.00	NON REAGENTE	34320	122610	4'423
5.00	NON REAGENTE	41035	160287	5'529
6.00	NON REAGENTE	48350	204980	6'635
7.00	NON REAGENTE	56264	257287	7'741
8.00	NON REAGENTE	64777	317807	8'847
9.00	NON REAGENTE	73890	387140	9'953
10.00	NON REAGENTE	83602	465886	11'058
11.00	NON REAGENTE	93914	554645	12'164
11.30	NON REAGENTE	97125	583301	12'496
12.00	1	91895	647298	14'430
13.00	1	84607	732463	17'192
13.30	1	82464	756598	18'021
14.00	2	75262	809642	19'954
15.00	2	65251	876813	22'717
16.00	2	55575	934139	25'479
17.00	2	46245	981963	28'242
18.00	2	37272	1020635	31'005
18.30	2	34652	1030498	31'833
19.00	3	26509	1049744	33'767
20.00	3	15316	1067570	36'530
21.00	3	4660	1074472	39'293
22.00	3	-5434	1070999	42'056
23.00	3	-14940	1057726	44'819
23.30	3	-17672	1051909	45'648
24.00	4	-25461	1034652	47'582
25.00	4	-35881	1000895	50'345
26.00	4	-45416	957161	53'108
27.00	4	-53991	904372	55'871
28.00	4	-61507	843537	58'635
28.30	4	-63533	823856	59'464
29.00	5	-68323	775546	61'398
30.00	5	-73775	701411	64'161
31.00	5	-77041	622917	66'925
31.23	5	-77248	604852	67'547
32.00	5	-75541	543267	69'688
33.00	5	-70959	466932	72'452
33.30	5	-69214	444980	73'281
34.00	6	-64522	396012	75'216
35.00	6	-56587	332371	77'979
36.00	6	-47383	277301	80'743
37.00	6	-37045	232001	83'507
38.00	6	-25670	197557	86'271
38.30	6	-22067	189471	87'100
39.00	7	-13216	174961	89'035
40.00	7	203	165369	91'799

Tabella 18: Azioni interne al pozzo – condizioni non drenate SLV

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 V ZZ CL VVI0202 001 B 69 di 136

POZZI DI FONDAZIONE O DI STABILIZZAZIONE
SOLUZIONE

AZIONI INTERNE

PROFONDITA' DA TESTA POZZO (m)	STRATO (n°)	TAGLIO (kN)	MOMENTO FLETTENTE (kNm)	FORZA VERTICALE (kN)
0.00	NON REAGENTE	5888	13151	0
1.00	NON REAGENTE	7777	19983	1106
2.00	NON REAGENTE	9928	28836	2212
3.00	NON REAGENTE	12342	39972	3318
4.00	NON REAGENTE	15018	53652	4423
5.00	NON REAGENTE	17956	70139	5529
6.00	NON REAGENTE	21157	89695	6635
7.00	NON REAGENTE	24620	112584	7741
8.00	NON REAGENTE	28345	139066	8847
9.00	NON REAGENTE	32333	169405	9953
10.00	NON REAGENTE	36583	203863	11058
11.00	NON REAGENTE	41095	242702	12164
11.30	NON REAGENTE	42500	255241	12496
12.00	1	39948	283713	14544
13.00	1	36388	321332	17469
13.30	1	35340	331926	18346
14.00	2	32158	355125	20377
15.00	2	27729	384461	23279
16.00	2	23442	409439	26180
17.00	2	19303	430204	29082
18.00	2	15317	446908	31983
18.30	2	14152	451146	32854
19.00	3	10630	459287	34841
20.00	3	5783	466732	37680
21.00	3	1162	469442	40518
22.00	3	-3222	467651	43357
23.00	3	-7357	461599	46196
23.30	3	-8547	458985	47047
24.00	4	-11888	451192	48990
25.00	4	-16364	436150	51766
26.00	4	-20465	416820	54542
27.00	4	-24158	393592	57318
28.00	4	-27401	366897	60094
28.30	4	-28276	358271	60926
29.00	5	-30379	337067	62856
30.00	5	-32784	304521	65612
31.00	5	-34279	270025	68368
31.37	5	-34467	256906	69392
32.00	5	-33997	234777	71125
33.00	5	-32235	200697	73881
33.30	5	-31536	190842	74708
34.00	6	-29533	168793	76637
35.00	6	-26081	140021	79393
36.00	6	-22026	115004	82150
37.00	6	-17437	94308	84906
38.00	6	-12361	78445	87662
38.30	6	-10750	74689	88489
39.00	7	-6506	67975	90418
40.00	7	-55	63730	93175

Tabella 19: Azioni interne al pozzo – condizioni drenate SLE

Di seguito sono riportati i grafici delle sollecitazioni flettenti e taglianti lungo i fusti dei pozzi nelle cobinazioni SLE e SLV.

APPALTATORE:		
<u>Consorzio</u>	<u>Soci</u>	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A
PROGETTAZIONE:		
<u>Mandatario</u>	<u>Mandanti</u>	
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 70 di 136

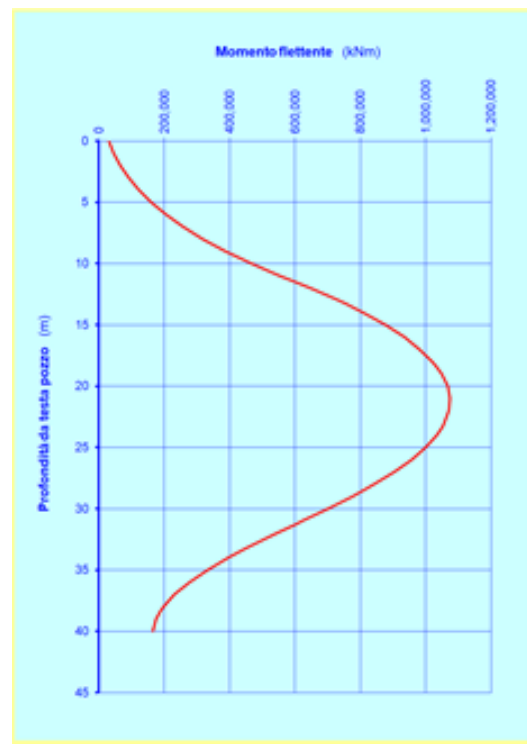
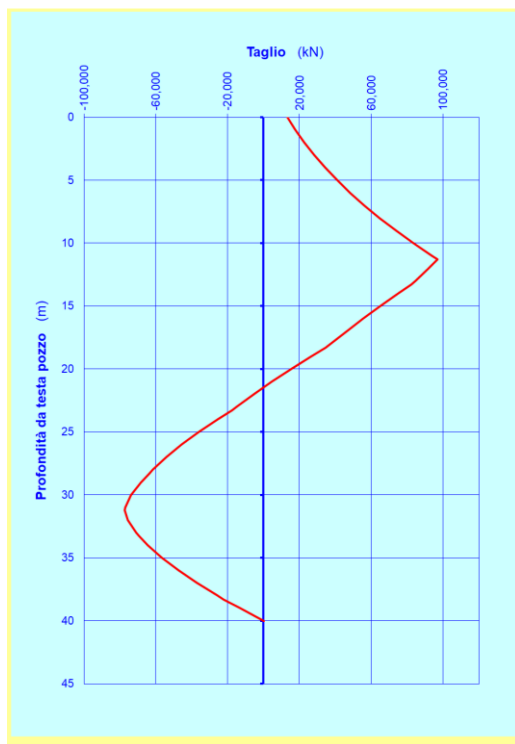
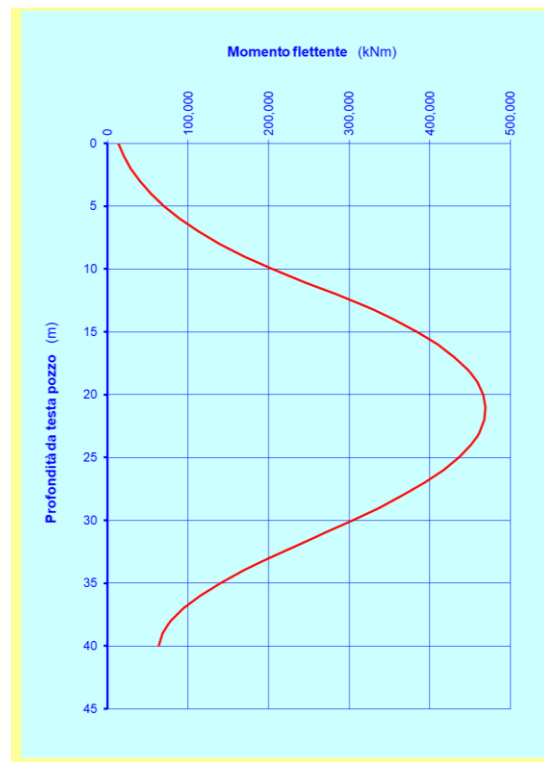
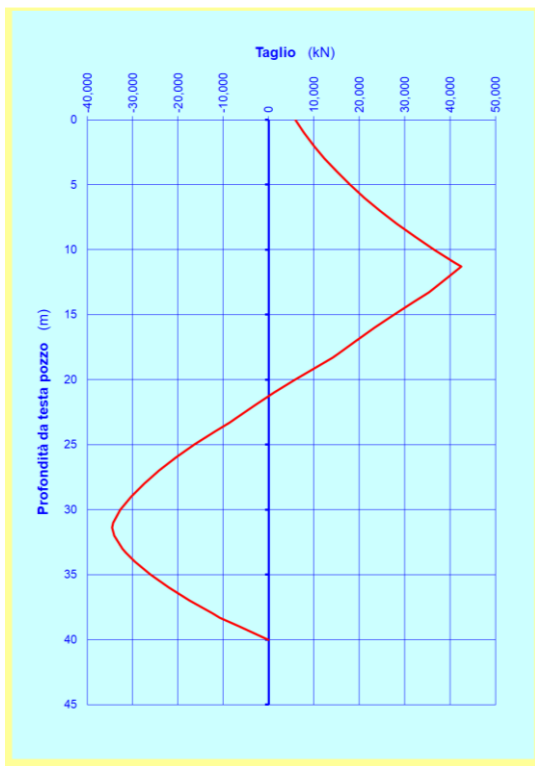


Figura 8-9: Sollecitazioni flettenti e taglianti Pozzo 4 – Combinazioni SLE (in alto) e SLV (in basso)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 71 di 136

Considerata la lunghezza dei pali dei pozzi, essi saranno armati con 4 gabbie di armatura: si riportano nel seguito le sollecitazioni rappresentative a tre distinte profondità dalla testa del pozzo, utilizzate per definire l'armatura minima delle diverse gabbie

Sollecitazioni a quota -10 m da testa pozzo – Gabbia 1						
N° Combo	Cond. Carico	N _{tot} (KN)	H _x (KN)	H _y (KN)	M _x (KN*m)	M _y (KN*m)
1	SLU	11058	47558	0	265022	0
2	SLV	11058	83602	0	465886	0
3	SLE	11058	36583	0	203863	0
Sollecitazioni massime a quota – 20 m da testa pozzo – Gabbie 2 e 3						
N° Combo	Cond. Carico	N _{tot} (KN)	H _x (KN)	H _y (KN)	M _x (KN*m)	M _y (KN*m)
1	SLU	40325	55250	0	614069	0
2	SLV	39293	97125	0	1074472	0
3	SLE	40518	42500	0	469442	0
Sollecitazioni massime a quota – 30 m da testa pozzo Gabbia 4						
N° Combo	Cond. Carico	N _{tot} (KN)	H _x (KN)	H _y (KN)	M _x (KN*m)	M _y (KN*m)
1	SLU	65171	-41075	0	410991	0
2	SLV	64161	-73775	0	701411	0
3	SLE	65612	-32784	0	304521	0

Ripartendo le azioni sollecitanti sulla corona di pali reagenti, questi risultano caricati con sforzo assiale di trazione e compressione riportate nelle tabelle seguenti, distinte tra le diverse gabbie di armatura.

I materiali utilizzati sono riportati in tabella.

materiali				legenda		
calcestruzzo		acciaio				
R _{ck}	30 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]		d	referito all'asse barra
f _{ck}	24.9 [MPa]	γ _s	1.15		c	copriferro netto
γ _c	1.5	f _{yd}	391.3 [MPa]		M	>0, se tese fibre inferiori
α _{cc}	0.85	E _s	200000 [MPa]		N	>0, se di trazione
f _{cd}	14.1 [MPa]	ε _{uk}	75 [‰]		V	in valore assoluto
v	0.5					
ε _{c2}	2.0 [‰]					
ε _{cu2}	3.5 [‰]					
α _e	15.0					
k _t	0.6					
				valori limite		
k ₁	0.8	0.55	13.7 [MPa]			
k ₃	3.4	0.75	337.5 [MPa]			
k ₄	0.425	W _{k,lim}	0.2 [mm]			

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 72 di 136

ARMATURA GABBIA 1

Sollecitazioni assiali minime e di taglio sui pali - Gabbia 1					
Condizione di verifica		N _{MIN} D=1200mm		N _{MIN} D=1500mm	
		Combo	(kN)	Combo	(kN)
SLU - STR	Statica	1 - SLU	-1658.7	1 - SLU	-3224.04
SLV	Sismica	2 - SLV	-3169.8	2 - SLV	-5921.5
SLE	Sle	3 - SLE	-1198.6	3 - SLE	-2402.7
		T D=1200mm		T D=1500mm	
SLV	Sismica	2 - SLV	1865.6	2 - SLV	2915.0

Per la gabbia n° 1 si prevede la seguente armatura:

- ✓ Diametro D=1500mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 24+12 Ø 26;
spirale: Ø14 passo 7.5.
- ✓ Diametro D=1200mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 20+10 Ø 26;
spirale: Ø14 passo 10

PALI 1500 mm

geometria					sollecitazioni e risultati				
sezione trasversale					SLE		SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	400.0 [kNm]	MEd	500.0 [kNm]	
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	1198.0 [kN]	NEd	5922.0 [kN]	
150	6.0	141.3	17.4	14.8	momento di cracking		VEd	2915.0 [kN]	
armatura longitudinale					Mcr	643.2 [kNm]	presso-flessione		
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	c _i	quota asse neutro		MRd	1018.3 [kNm]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm]	γ _n	7.91 [cm]	FS	2.04	
24	26	66.3	127.42	8.70	tensioni e fessure		taglio		
12	26	66.30	63.71	8.70	σ _{c,min}	-0.5 [MPa]	VR _{dc}	-228.1 [kN]	
					σ _{s,min}	0.7 [MPa]	predisporre armatura a taglio		
					σ _{s,max}	125.4 [MPa]			
armatura a taglio							VR _{ds}	3713.5 [kN]	
Tipo	φ	p	A _{sw}		k ₂	0.5	VR _{dmax}	3573.3 [kN]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]		ε _{sm-ε_{cm}}	- [%]	θ	21.8 [°]	
spirale	14	7.5	3.08		Sr,max	- [cm]	sezione duttile		
					Wk	- [mm]	ai	134.5 [cm]	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 73 di 136

PALI 1200 mm

geometria					sollecitazioni e risultati			
sezione trasversale					SLE	SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	400.0 [kNm]	MEd	500.0 [kNm]
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	1199.0 [kN]	NEd	3170.0 [kN]
120	6.0	111.3	16.1	13.5	momento di cracking			
armatura longitudinale					Mcr	279.0 [kNm]	presso-flessione	
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	C _i	quota asse neutro			
	[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm]	γ _n	15.08 [cm]	MRd	1478.1 [kNm]
20	26	51.3	106.19	8.70	tensioni e fessure			
10	26	51.30	53.09	8.70	σ _{c,min}	-1.8 [MPa]	VRdc	-3.4 [kN]
armatura a taglio					σ _{s,min}	-11.2 [MPa]	predisporre armatura a taglio	
Tipo	φ	p	A _{sw}		σ _{s,max}	169.1 [MPa]	taglio	
	[mm]	[cm]	[cm ²]		k ₂	0.5	VRds	2193.2 [kN]
spirale	14	10	3.08		ε _{sm-ε_{cm}}	0.49 [%]	VRdmax	2251.7 [kN]
					Sr,max	41.8 [cm]	θ	21.8 [°]
					Wk	0.20 [mm]	sezione duttile	
							ai	105.1 [cm]

ARMATURA GABBIE 2 e 3

Sollecitazioni assiali minime e di taglio sui pali - Gabbia 2 e 3					
		N _{MIN} D=1200mm		N _{MIN} D=1500mm	
Condizione di verifica		Combo	(kN)	Combo	(kN)
SLU - STR	Statica	1 - SLU	-3397.8	1 - SLU	-7024.7
SLV	Sismica	2 - SLV	-6892.8	2 - SLV	-13239.0
SLE	Sle	3 - SLE	-2303.9	3 - SLE	-5076.6
		T D=1200mm		T D=1500mm	
SLV	Sismica	2 - SLV	2167.4	2 - SLV	3386.5

Per le gabbie n° 2 e 3 si prevedono la seguenti armature:

- ✓ Diametro D=1500mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 24+24 Ø 32;
spirale: Ø14 passo 7.50.
- ✓ Diametro D=1200mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 20+10 Ø 30;
spirale: Ø14 passo 7.50.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 74 di 136

PALI 1500 mm

geometria					sollecitazioni e risultati				
sezione trasversale					SLE		SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	400.0 [kNm]	MEd	500.0 [kNm]	
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	5076.6 [kN]	NEd	13239.0 [kN]	
150	6.0	141.0	17.3	14.1	momento di cracking		VEd	3386.5 [kN]	
armatura longitudinale					Mcr	-16.0 [kNm]	presso-flessione		
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	C _i	quota asse neutro		MRd	1234.0 [kNm]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm]	γ _n	- [cm]	FS	2.47	
24	32	66	193.02	9.00	tensioni e fessure		taglio		
24	32	66	193.02	9.00	σ _{c,min}	0.0 [MPa]	VRdc	-1102.5 [kN]	
					σ _{s,min}	100.1 [MPa]	predisporre armatura a taglio		
					σ _{s,max}	162.9 [MPa]			
armatura a taglio							VRds	3705.6 [kN]	
Tipo	φ	p	A _{sw}		k ₂	1.0	VRdmax	3565.7 [kN]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]		ε _{sm-ε_{cm}}	0.39 [%]	θ	21.8 [°]	
spirale	14	7.5	3.08		Sr,max	50.1 [cm]	sezione duttile		
					Wk	0.20 [mm]	ai	134.2 [cm]	

PALI 1200 mm

geometria					sollecitazioni e risultati				
sezione trasversale					SLE		SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	400.0 [kNm]	MEd	500.0 [kNm]	
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	2303.9 [kN]	NEd	6892.8 [kN]	
120	6.0	111.1	16.1	13.1	momento di cracking		VEd	2167.4 [kN]	
armatura longitudinale					Mcr	129.4 [kNm]	presso-flessione		
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	C _i	quota asse neutro		MRd	720.5 [kNm]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm]	γ _n	- [cm]	FS	1.44	
20	30	51.1	141.37	8.90	tensioni e fessure		taglio		
10	30	51.1	70.69	8.90	σ _{c,min}	0.0 [MPa]	VRdc	-478.4 [kN]	
					σ _{s,min}	34.9 [MPa]	predisporre armatura a taglio		
					σ _{s,max}	182.4 [MPa]			
armatura a taglio							VRds	2919.5 [kN]	
Tipo	φ	p	A _{sw}		k ₂	1.0	VRdmax	2247.6 [kN]	
	[mm]	[cm]	[cm ²]		ε _{sm-ε_{cm}}	0.33 [%]	θ	21.8 [°]	
spirale	14	7.5	3.08		Sr,max	52.4 [cm]	sezione duttile		
					Wk	0.17 [mm]	ai	105.4 [cm]	

ARMATURA GABBIA 4

Sollecitazioni assiali minime e di taglio sui pali - Gabbia 4					
		N _{MIN} D=1200mm		N _{MIN} D=1500mm	
Condizione di verifica		Combo	(kN)	Combo	(kN)
SLU - STR	Statica	1 - SLU	-1117.1	1 - SLU	-3544.5
SLV	Sismica	2 - SLV	-3332.6	2 - SLV	-7475.3
SLE	Sle	3 - SLE	-900.7	3 - SLE	-2101.3
		T D=1200mm		T D=1500mm	
SLV	Sismica	2 - SLV	1646	2 - SLV	2572

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 75 di 136

Per la gabbia n° 4 si preveda la seguente armatura:

- ✓ Diametro D=1500mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 24 Ø 30 + 12 Ø26 ;
spirale: Ø14 passo 10.
- ✓ Diametro D=1200mm, sezione in cls – C25/30:
ferri correnti: 20 +10Ø 26;
spirale: Ø14 passo 10.

PALI 1500 mm

geometria					sollecitazioni e risultati			
sezione trasversale					SLE	SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	MEd		
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	NEd		
150	6.0	141.1	17.3	14.3	400.0 [kNm]	500.0 [kNm]		
armatura longitudinale					2101.0 [kN]	7475.0 [kN]		
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	c _i	momento di cracking			
[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm]	M _{cr}	prezzo-flessione		
24	30	66.1	169.65	8.90	493.9 [kNm]	MRd	1087.8 [kNm]	
12	26	66	63.71	8.70	quota asse neutro <th>FS</th> <td>2.18</td>	FS	2.18	
armatura a taglio <td>y_n</td> <td colspan="2">taglio</td>					y _n	taglio		
Tipo	φ	p	A _{sw}		- [cm]	VR _{dc}	-405.9 [kN]	
[mm]	[cm]	[cm ²]				predisporre armatura a taglio		
spirale	14	10	3.08		tensioni e fessure	VR _{ds}	2780.9 [kN]	
					σ _{c,min}	0.0 [MPa]	VR _{dmax}	3568.2 [kN]
					σ _{s,min}	38.1 [MPa]	θ	21.8 [°]
					σ _{s,max}	142.0 [MPa]	sezione duttile	
					k ₂	1.0	ai	133.8 [cm]
					ε _{sm-ε_{cm}}	0.27 [%]		
					S _{r,max}	62.2 [cm]		
					W _k	0.17 [mm]		

PALI 1200 mm

geometria					sollecitazioni e risultati			
sezione trasversale					SLE	SLU		
D	c	d	passo	interferro	MEk	MEd		
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	NEk	NEd		
120	6.0	111.3	16.1	13.5	400.0 [kNm]	500.0 [kNm]		
armatura longitudinale					900.7 [kN]	3333.0 [kN]		
nbarre	φ	r _i	A _{sl}	c _i	momento di cracking			
[mm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm]	M _{cr}	prezzo-flessione		
20	26	51.3	106.19	8.70	327.4 [kNm]	MRd	1407.5 [kNm]	
10	26	51.30	53.09	8.70	quota asse neutro <th>FS</th> <td>2.82</td>	FS	2.82	
armatura a taglio					y _n	taglio		
Tipo	φ	p	A _{sw}		20.60 [cm]	VR _{dc}	-26.1 [kN]	
[mm]	[cm]	[cm ²]				predisporre armatura a taglio		
spirale	14	10	3.08		tensioni e fessure	VR _{ds}	2193.2 [kN]	
					σ _{c,min}	-2.2 [MPa]	VR _{dmax}	2251.7 [kN]
					σ _{s,min}	-19.3 [MPa]	θ	21.8 [°]
					σ _{s,max}	147.1 [MPa]	sezione duttile	
					k ₂	0.5	ai	105.1 [cm]
					ε _{sm-ε_{cm}}	0.42 [%]		
					S _{r,max}	41.8 [cm]		
					W _k	0.18 [mm]		

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="778 309 906 353">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="922 309 1002 353">LOTTO 01</td> <td data-bbox="1018 309 1145 353">CODIFICA V ZZ CL</td> <td data-bbox="1161 309 1305 353">DOCUMENTO VVI0202 001</td> <td data-bbox="1321 309 1433 353">REV. B</td> <td data-bbox="1449 309 1552 353">FOGLIO 76 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 76 di 136
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 76 di 136							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea												

8.2.6 Verifica delle compressioni anulari nei pozzi

La compressione anulare che si crea all'interno della fascia di pozzo riempita con pali plastici è stata dedotta a partire dalle massime pressioni esterne proveniente dalla spinta della frana pari a circa $p = 1.0$ MPa, in condizioni sismiche.

Essendo:

$$\sigma_c = p D/2t$$

con $D = 11.40$ m e s assunto pari a 2.75 m.

Si ottiene una forza di compressione sull'anello pari a circa 5700 kN/m che conduce ad un valore di $\sigma_c = 2.07$ MPa, valore corrispondente al limite di compressione utilizzato per gli elementi meno resistenti (pali plastici).

8.3 VERIFICA MURO DI PLACCAGGIO POZZI 4 E 5

8.3.1 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si riporta il dimensionamento del muro di placcaggio definitivo delle paratie ad arco con pali compenetrati ubicato tra i pozzi 4-5.

Nelle prime fasi di lavoro (Fasi A e B – vedere elaborati di riferimento) la paratia di pali ubicata a sud dell'imbocco Grottaminarda è sostenuta da tiranti provvisionali, a valle della paratia sono realizzati dei pali plastici allo scopo di stabilizzare il terreno ed il cuneo di spinta passiva. Dopo il varo del viadotto e la traslazione della TBM sono completati i pali di valle dei pozzi 4 e 5. A lungo termine, la paratia tirantata è contrastata da un muro di placcaggio a cui è demandato il compito di sostenere gli sforzi taglianti e flessionali agenti sui pali al di sopra della sommità dei pozzi. Il muro è fondato direttamente sui pozzi che sono stati dimensionati per sostenere l'intera spinta del terreno instabile a monte degli stessi, come mostrato nei paragrafi precedenti.

Il muro si sviluppa per una lunghezza di 43.50 m, presenta una fondazione di spessore 150 cm ed un piedritto con spessore variabile, da 150 cm a 65 cm in testa muro. Il muro ha un'altezza di 7.5 m dallo spiccatto della fondazione.

Il muro in questione è evidenziato con un retino grigio nell'immagine seguente.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 77 di 136

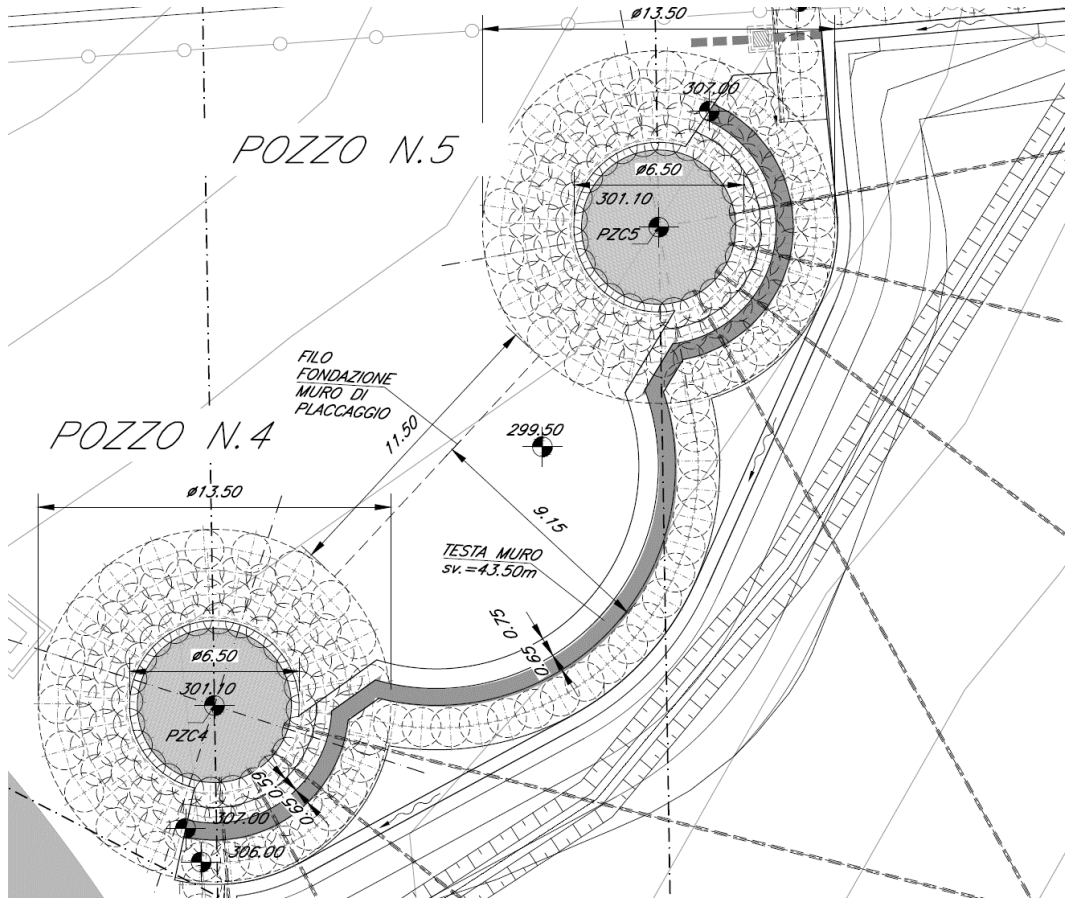


Figura 8-10 Planimetria muro di placcaggio definitivo Pozzi 4-5

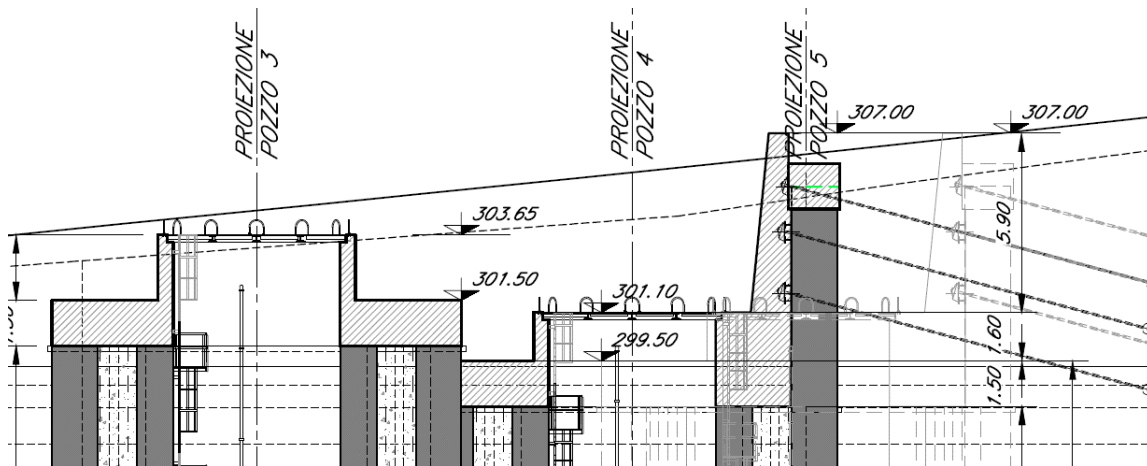


Figura 8-11 Sezioni muro di placcaggio definitivo Pozzi 4-5

Il dimensionamento del muro è stato condotto cautelativamente attraverso lo schema statico semplificato di mensola.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 78 di 136

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sul muro: la spinta delle terre agente sul muro è pari a della coltre di frana ricavata dalle analisi all'equilibrio limite; si è calcolato, a tale scopo un coefficiente k_{eq} che consente di ottenere lo stesso valore di spinta ottenuto da back analysis:

1) Spinta statica del terreno

γ_t	10	kN/m^3	
k_{eq}	1,05		coefficiente di spinta equivalente determinato da back analysis
h	6,7	m	altezza spinta frana sopra pozzo
σ_v	67	kN/m^2	
σ_{ht}	70,35	kN/m^2	

2) Spinta idrostatica

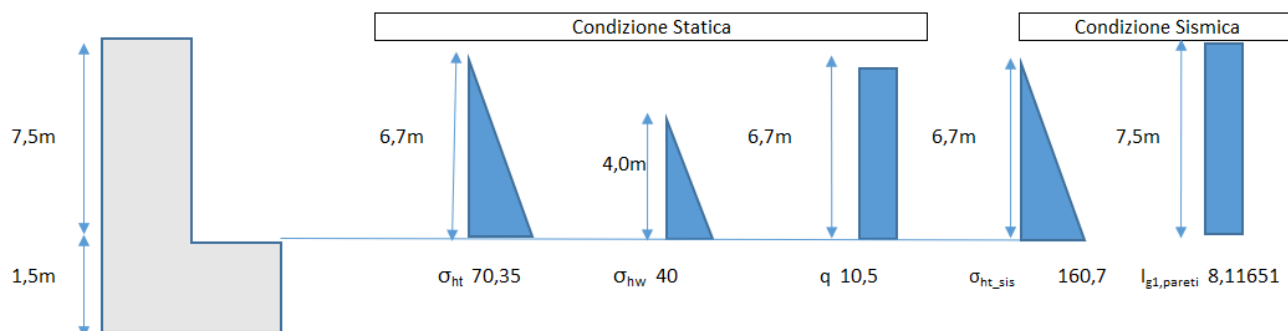
h	4	m	altezza falda da estradosso fondazione - ipotesi cautelativa
γ_w	10	kN/m^3	
σ_{hw}	40	kN/m^2	
q_v	10	kN/m^2	
k_{eq}	1,05		coefficiente di spinta equivalente determinato da back analysis
q	10,5	kN/m^2	

4) Spinta terreno in condizione sismica

σ_{ht_sis}	160,7	kN/m^2	sfuerzo a base muro determinato da back analysis in condizioni sismiche
--------------------	-------	-----------------	---

5) Inerzia della struttura

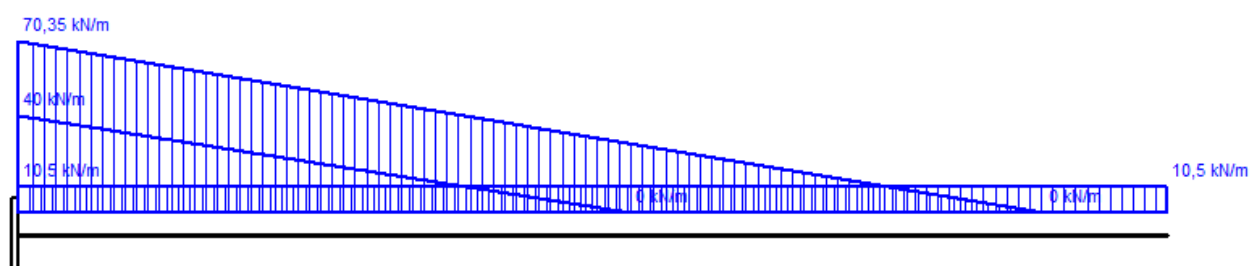
γ_{cls}	25	kN/m^3	
sp. muro	1,13	m	spessore medio muro
g_1	28,25	kN/m^2	
kh	0,28731		
$I_{g1,pareti}$	8,12	kN/m^2	



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 79 di 136

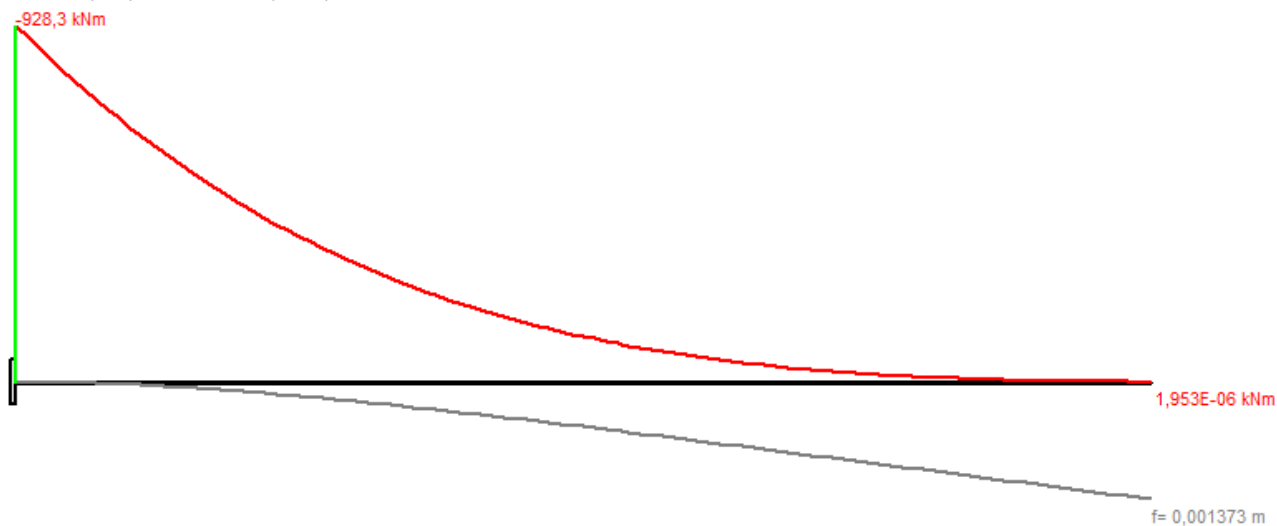
8.3.1 Verifiche elevazione muro

Carichi applicati – combinazione SLE RARA



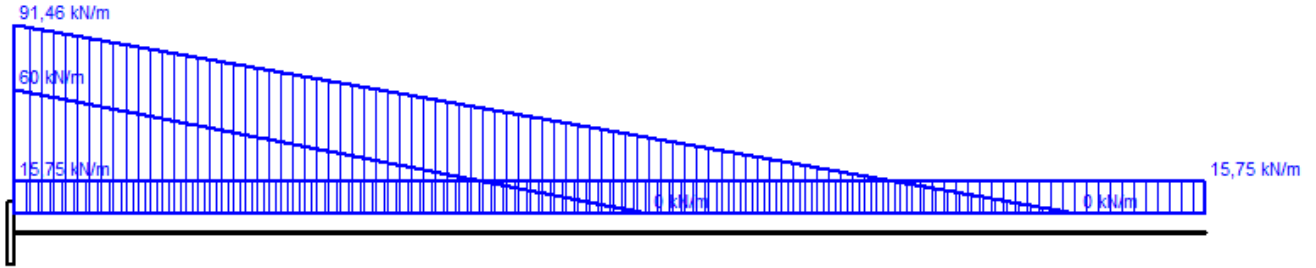
Momento - combinazione SLE RARA [kNm/m]

File : MURO_SLE RARA - Muro di placcaggio-SLE RARA
Luce = 7,5 m ; E = 30.000 MPa ; J = 2,5E+07 cm⁴



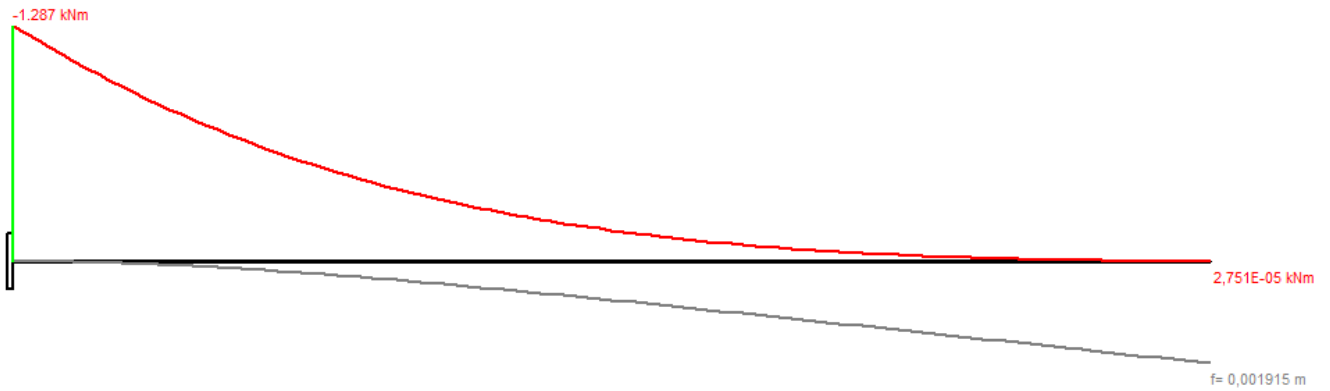
Carichi applicati – combinazione SLU

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 80 di 136

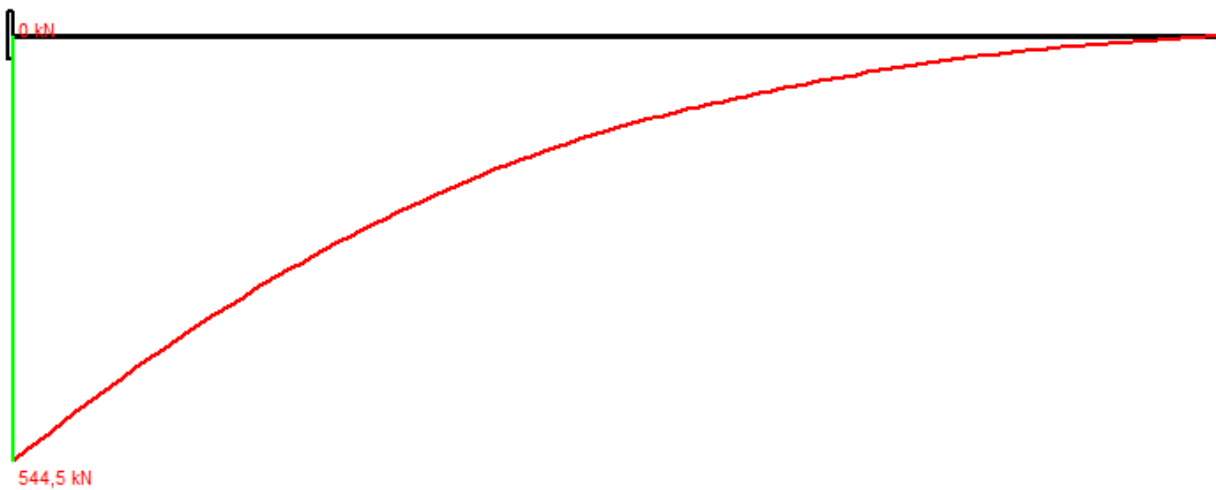


Momento - combinazione SLU [kNm/m]

File : MURO_SLU - Muro di placcaggio-SLU
 Luce = 7,5 m ; E = 30.000 MPa ; J = 2,5E+07 cm⁴

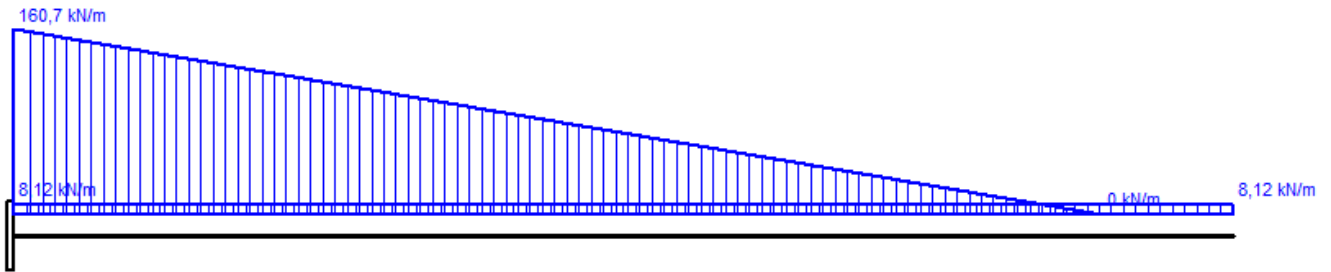


Taglio – combinazione SLU [kN/m]



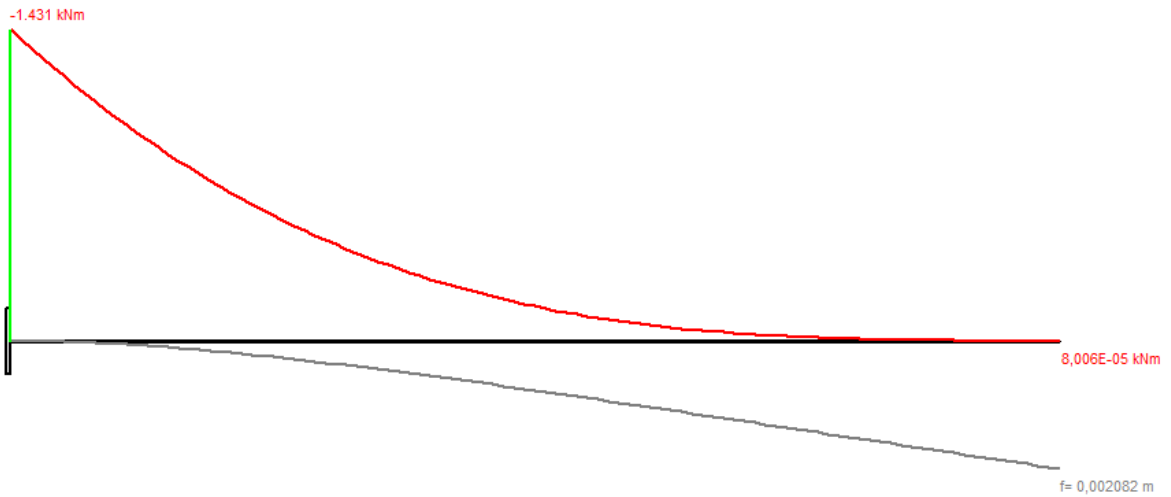
Carichi applicati – combinazione SLV

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 81 di 136



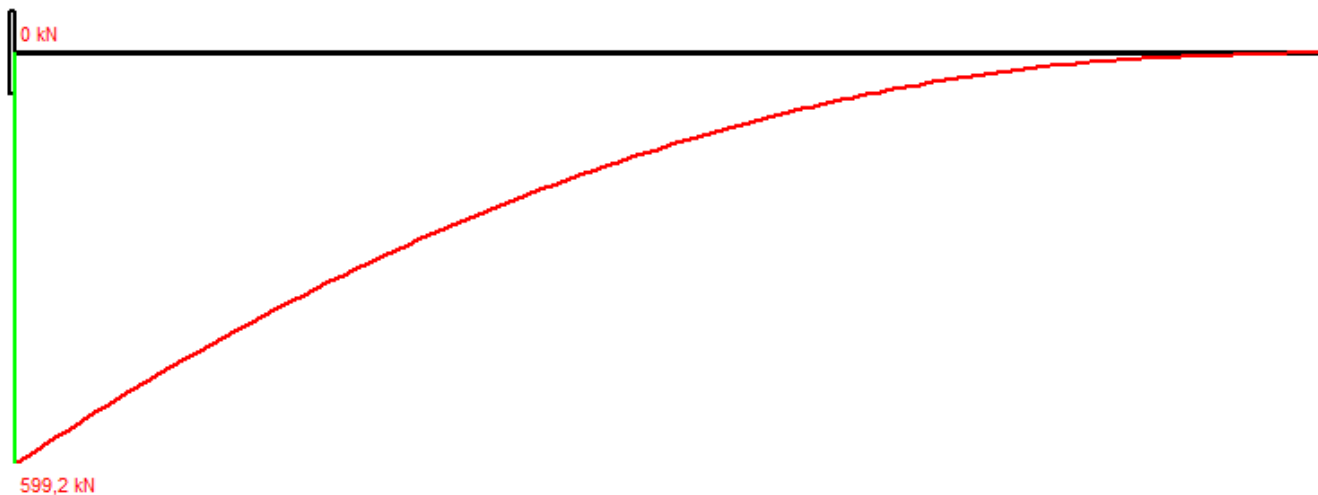
Momento - combinazione SLV [kNm/m]

Luce = 7,5 m ; E = 30.000 MPa ; J = 2,5E+07 cm⁴



Taglio – combinazione SLV [kN/m]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 82 di 136



Si riporta di seguito la verifica strutturale del muro condotta in corrispondenza della sezione di incastro con la fondazione. Si considera una sezione di larghezza pari a 100 cm e altezza a 135 cm (non si considera la porzione di sezione occupata dalla trave di contrasto dei tiranti).

Il muro è così armato:

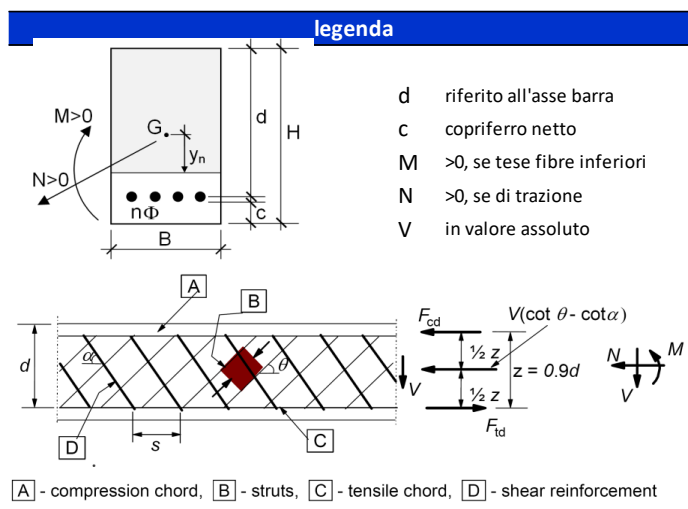
- Armatura verticale lato contro terra: Ø26/20 + Ø20/20
- Armatura verticale lato interno: Ø26/20
- Armatura orizzontale: 1+1 Ø16/20
- Spilli: Ø12/20x40

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 83 di 136

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	135	7,8	125,9	113,3
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5,0	26	9,1	26,55	
5,0	26	125,9	26,55	
5,0	25	126,0	24,54	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	12	20	90	2,83

sollecitazioni e risultati		
SLE RARA	SLV	
M_{Ek} 930,00 [kNm]	M_{Ed} 1431,00 [kNm]	
N_{Ek} -211,88 [kN]	N_{Ed} -211,88 [kN]	
tensioni e fessure		
M_{dec} 50,2 [kNm]	V_{Ed} 600,00 [kN]	
M_{cr} 914,3 [kNm]	presso-flessione	
	M_{Rd} 2516,0 [kNm]	
y_n -28,81 [cm]	FS 1,76	
$\sigma_{c,min}$ -4,1 [MPa]	taglio	
$\sigma_{s,min}$ -47,6 [MPa]	V_{Rdc} 422,5 [kN]	
$\sigma_{s,max}$ 140,2 [MPa]	predisporre armatura a taglio	
	V_{Rds} 626,9 [kN]	
k_2 0,5	V_{Rdmax} 4946,5 [kN]	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ 0,42 [‰]	θ 45,0 [°]	
$S_{r,max}$ 45,8 [cm]	sezione duttile	
w_k 0,193 [mm]	ai 56,7 [cm]	

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R_{ck}	35 [MPa]	f_{yk}	450 [MPa]
f_{ck}	29,1 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,5	f_{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E_s	200000 [MPa]
f_{cd}	16,5 [MPa]	ε_{uk}	75 [‰]
ν	0,530		
ε_{c2}	2,0 [‰]		
ε_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k_t	0,4		
		valori limite	
k_1	0,8	0,55 f_{ck}	16,0 [MPa]
k_3	3,4	0,75 f_{yk}	337,5 [MPa]
k_4	0,425	$w_{k,lim}$	0,2 [mm]



Si riporta di seguito la verifica strutturale del muro condotta a 1.56m dallo spiccato della fondazione. In questa sezione il muro a uno spessore di 1.13 m (non si considera la porzione di sezione occupata dalla trave di contrasto dei tiranti).

Il muro è così armato:

- Armatura verticale lato contro terra: Ø26/20
- Armatura verticale lato interno: Ø26/20
- Armatura orizzontale: 1+1 Ø16/20
- Spilli: Ø12/40x20

APPALTATORE:		
Consorzio	Soci	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A.
PROGETTAZIONE:		
Mandataria	Mandanti	
ROCKSOIL S.P.A.	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		
V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI

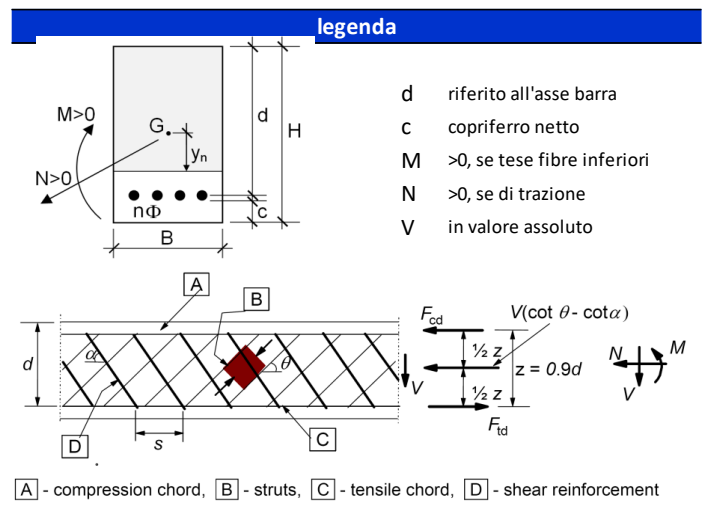
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	84 di 136

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	113	7,8	103,9	93,5
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5,0	26	9,1	26,55	
5,0	26	103,9	26,55	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	12	20	90	2,83

sollecitazioni e risultati			
SLE RARA	SLV		
M_{Ek}	447,10 [kNm]	M_{Ed}	623,10 [kNm]
N_{Ek}	-167,81 [kN]	N_{Ed}	-167,81 [kN]
tensioni e fessure		presso-flessione	
M_{dec}	33,8 [kNm]	M_{Rd}	1133,3 [kNm]
M_{cr}	659,7 [kNm]	FS	1,82
y_n	-29,42 [cm]	taglio	
$\sigma_{c,min}$	-3,4 [MPa]	V_{Rdc}	384,7 [kN]
$\sigma_{s,min}$	-34,2 [MPa]	non serve armatura a taglio	
$\sigma_{s,max}$	145,9 [MPa]	V_{Rds}	896,0 [kN]
k_2	0,5	V_{Rdmax}	3963,6 [kN]
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [‰]	θ	30,0 [°]
$S_{r,max}$	- [cm]	sezione duttile	
w_k	- [mm]	ai	103,9 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R_{ck}	40 [MPa]	f_{yk}	450 [MPa]
f_{ck}	33,2 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,5	f_{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E_s	200000 [MPa]
f_{cd}	18,8 [MPa]	ϵ_{uk}	75 [‰]
ν	0,520	valori limite	
ϵ_{c2}	2,0 [‰]	$0,55 f_{ck}$	18,3 [MPa]
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]	$0,75 f_{yk}$	337,5 [MPa]
α_e	15,0	$w_{k,lim}$	0,2 [mm]
k_t	0,4		
k_1	0,8		
k_3	3,4		
k_4	0,425		



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 85 di 136

8.3.2 Verifiche fondazioni muro

Si riporta di seguito la verifica della fondazione del muro di placcaggio. La verifica viene condotta considerando lo schema statico di una trave su suolo alla Winkler, caricata con le sollecitazioni desunte dall'analisi dell'elevazione riportata nel paragrafo precedente.

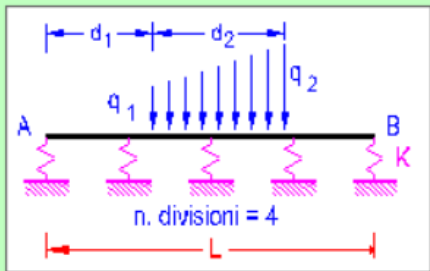
La fondazione ha un'altezza di 1.5 m e una lunghezza massima di 9.15 m.

Si riportano di seguito l'analisi delle sollecitazioni sotto la combinazione SLE RARA.

Trave 1 Campata - File: fondazione

File Unità Opzioni ?

Titolo : fondazione muro di placcaggio



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI 1 Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	37,5	37,5	0	9,5

N° Carichi CONCENTRATI 1 Zoom

N°	F	d
1	234	0

N° Coppie CONCENTRATE 1 Zoom

N°	W	d
1	930	0

Fondazione

- Rigida
- Winkler

K = 5 daN/cm³

b = 1 m

n = 100

Reag. traz.

Iterazione 1

Risultati

σ_{tA} MPa	0,06095	σ_{tB}	0,04698
max M kNm	930	x max M	0
max V kN	-234,6	x max V	0,09141
f max m	0,001422	x f max	2,562
σ_{tmax} MPa	0,07112	x σ_{tmax}	2,562

Diagrammi

Visualizza

M V C

Stampa

Risultati all'ascissa x

x	→	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	→	930	-231,2	0,001219	0,06095

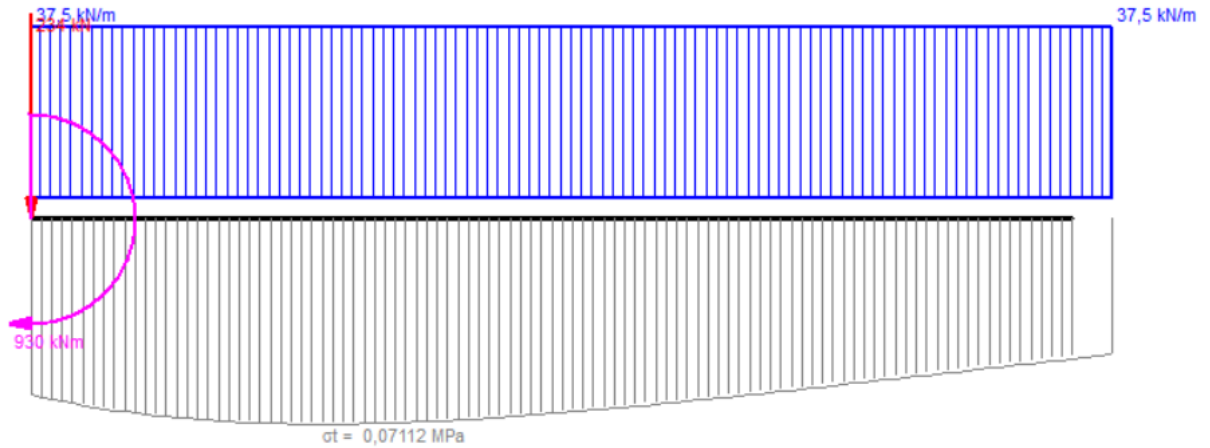
N° sezioni di calcolo 100

Calcola

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 86 di 136

Carichi applicati – combinazione SLE RARA

Carichi

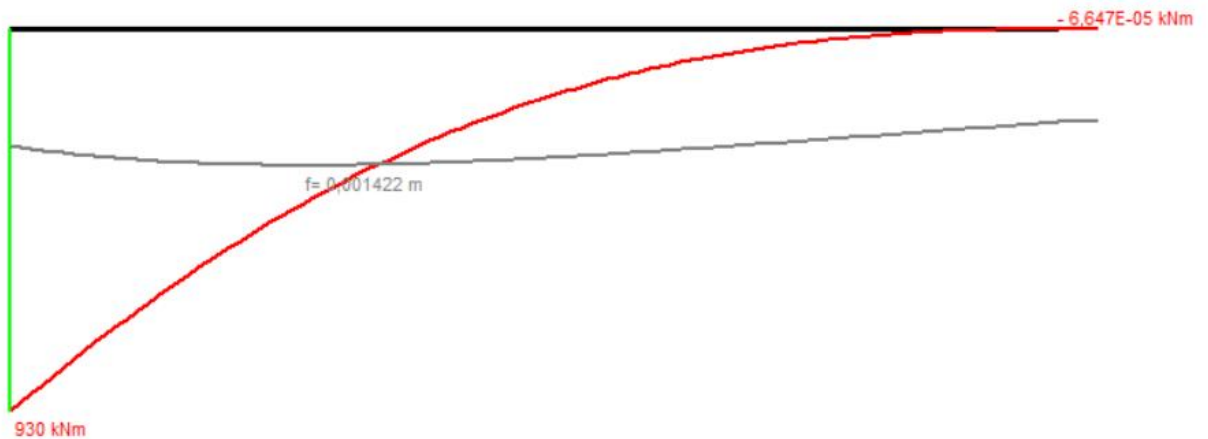


Momento - combinazione SLE RARA [kNm/m]

Diagramma Momento

File : fondazione - fondazione muro di placcaggio

Luce = 9,15 m ; E = 33.000 MPa ; J = 2,813E+07 cm⁴ ; K = 5 daN/cm³ ; b = 1 m



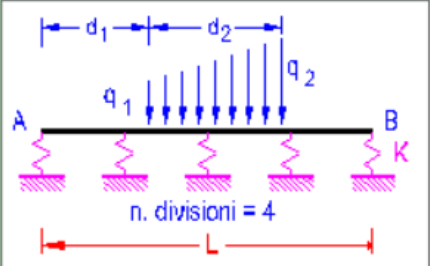
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 87 di 136

Si riportano di seguito l'analisi delle sollecitazioni sotto la combinazione SLV.

Trave 1 Campata - File: fondazione

File Unità Opzioni ?

Titolo : fondazione muro di placcaggio



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI 1 Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	37,5	37,5	0	9,5

N° Carichi CONCENTRATI 1 Zoom

N°	F	d
1	234	0

N° Coppie CONCENTRATE 1 Zoom

N°	W	d
1	1.431	0

Fondazione

- Rigida
- Winkler

K = 5 daN/cm³

b = 1 m

n = 100

Reag. traz.

Iterazione 1

Risultati

σ_{tA} MPa	0,01383	σ_{tB}	0,07943
max M kNm	1.431	x max M	0
max V kN	-247,9	x max V	1,098
f max m	0,001589	x f max	9,5
σ_{tmax} MPa	0	x σ_{tmax}	9,5

Diagrammi

Visualizza

M V C Stampa

Risultati all'ascissa x

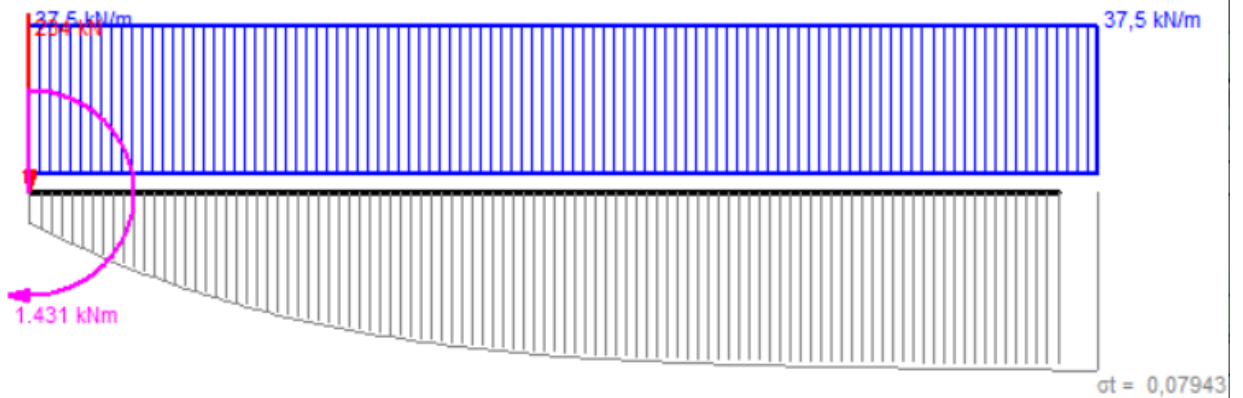
x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	1.431	-233,4	0,0002767	0,01383

N° sezioni di calcolo 100 Calcola

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 88 di 136

Carichi applicati – combinazione SLV

Carichi

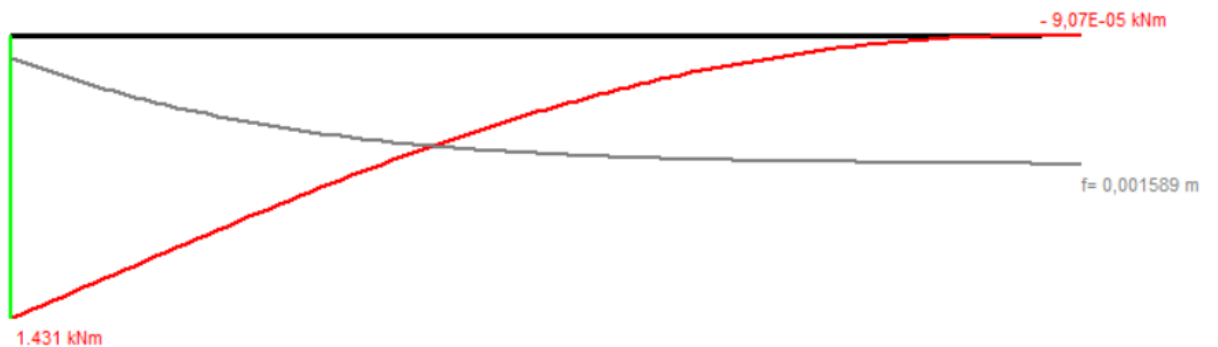


Momento - combinazione SLV [kNm/m]

Diagramma Momento

File : fondazione - fondazione muro di placcaggio

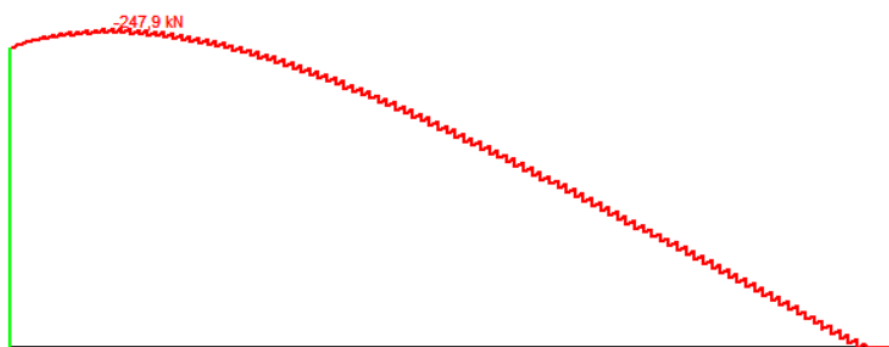
Luce = 9,15 m ; E = 33.000 MPa ; J = 2,813E+07 cm⁴ ; K = 5 daN/cm³ ; b = 1 m



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">89 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	89 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	89 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Taglio - combinazione SLV [kN/m]

Diagramma Taglio



Si riporta di seguito la verifica strutturale della fondazione condotta in corrispondenza del piedritto. Si considera una sezione di larghezza pari a 100 cm e altezza 150 cm.

Il muro è così armato:

- Armatura trasversale inferiore: Ø26/20 + Ø20/40
- Armatura trasversale superiore: Ø26/20
- Armatura longitudinale (ripartitori): 1+1 Ø22/20
- Spilli: Ø12/40x40

APPALTATORE:		
Consorzio	Soci	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A.
PROGETTAZIONE:		
Mandataria	Mandanti	
ROCKSOIL S.P.A.	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		
V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI

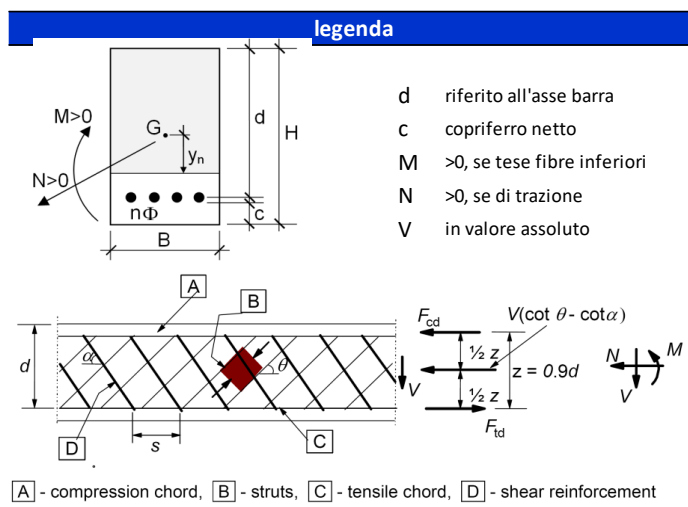
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	90 di 136

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	150	8,4	140,4	126,3
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5,0	26	9,7	26,55	
5,0	26	140,3	26,55	
2,5	20	140,6	7,85	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	12	40	90	2,83

sollecitazioni e risultati			
SLE RARA	SLV		
M_{Ek}	930,00 [kNm]	M_{Ed}	1431,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]	N_{Ed}	0
tensioni e fessure			
M_{dec}	0,0 [kNm]	V_{Ed}	248,00 [kN]
M_{cr}	1100,4 [kNm]	presso-flessione	
		M_{Rd}	1841,0 [kNm]
y_n	-44,02 [cm]	FS	1,29
$\sigma_{c,min}$	-3,9 [MPa]	taglio	
$\sigma_{s,min}$	-40,4 [MPa]	V_{Rdc}	457,6 [kN]
$\sigma_{s,max}$	208,2 [MPa]	non serve armatura a taglio	
		V_{Rds}	605,2 [kN]
k_2	0,5	V_{Rdmax}	5354,9 [kN]
$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	- [‰]	θ	30,0 [°]
$S_{r,max}$	- [cm]	sezione	ductile
w_k	- [mm]	ai	140,4 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R_{ck}	40 [MPa]	f_{yk}	450 [MPa]
f_{ck}	33,2 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,5	f_{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E_s	200000 [MPa]
f_{cd}	18,8 [MPa]	ϵ_{uk}	75 [‰]
ν	0,520		
ϵ_{c2}	2,0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k_t	0,4		
		valori limite	
k_1	0,8	0,55 f_{ck}	18,3 [MPa]
k_3	3,4	0,75 f_{yk}	337,5 [MPa]
k_4	0,425	$w_{k,lim}$	0,2 [mm]



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 91 di 136

8.4 VERIFICA MURI IN TESTA AI POZZI SP. 50 CM

Si riporta il dimensionamento dei muri da 50 cm che spiccano dalla copertura dei pozzi e sorreggono il grigliato superiore. I muri in questione hanno uno spessore costante pari a 50 cm e si elevano dalla copertura del pozzo formando un cilindro di diametro interno pari a 5,5m.

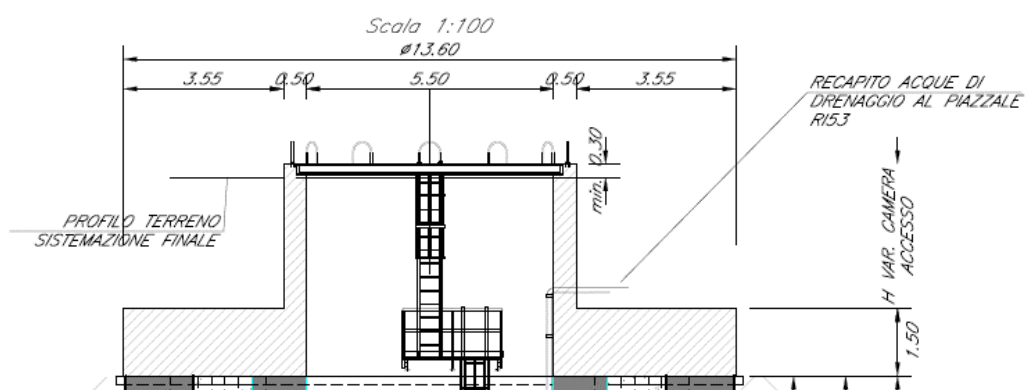


Figura 8-12 Sezione spiccato muri testa pozzo

Il dimensionamento del muro è stato condotto cautelativamente attraverso lo schema statico semplificato di mensola.

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sul muro:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 92 di 136

Dimensionamento muretto sopra copertura pozzi

Combo SLE

1) Spinta statica del terreno

γ_t	19 kN/m ³
keq	0,426424 coefficiente di spinta a riposo
h	3 m
σ_v	57 kN/m ²
σ_{nt}	24,30614 kN/m ²

2) Spinta idrostatica

Si ipotizza presenza falda	
h	3 m altezza falda da estradosso fdz - ipotesi cautelativa
γ_w	10 kN/m ³
σ_{nw}	30 kN/m ²

3) Carico variabile a tergo del muro

q_v	10 kN/m ²
keq	0,426424 coefficiente di spinta a riposo
q	4,264236 kN/m ²

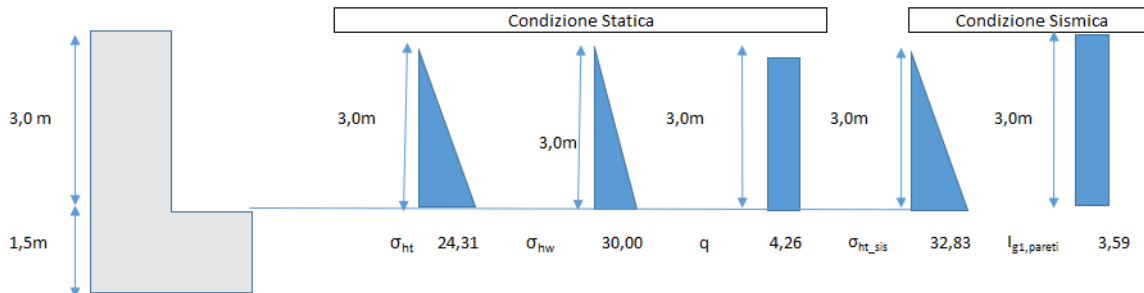
Combo SLV

1) Spinta terreno in condizione sismica

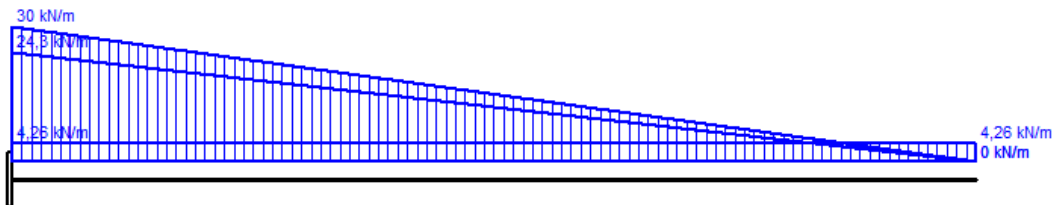
k_{AE}	0,576	coeff. Spina Mononobe Okabe
E_D	49,248 kNm	spinta sismica
$\sigma_{nt, sis}$	32,832 kN/m ²	

2) Inerzia della struttura

γ_{ds}	25 kN/m ³
sp. muro	0,5 m
g1	12,5 kN/m ²
kh	0,28731
$I_{g1, pareti}$	3,59 kN/m ²

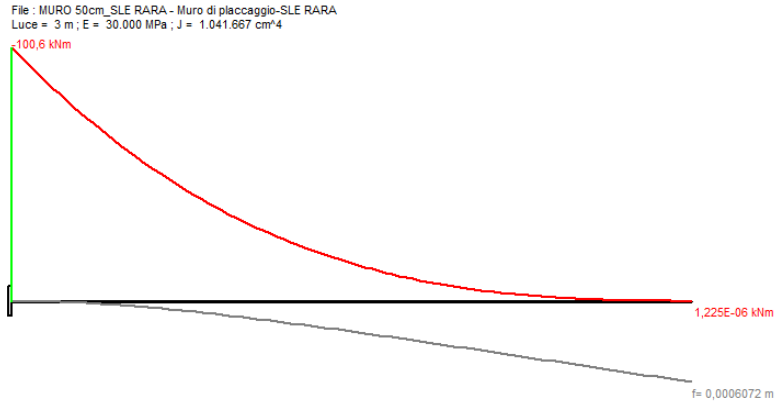


Carichi applicati – combinazione SLE RARA

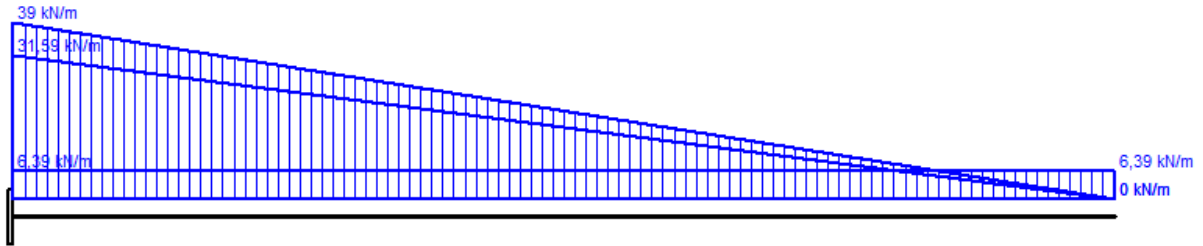


Momento - combinazione SLE RARA [kNm/m]

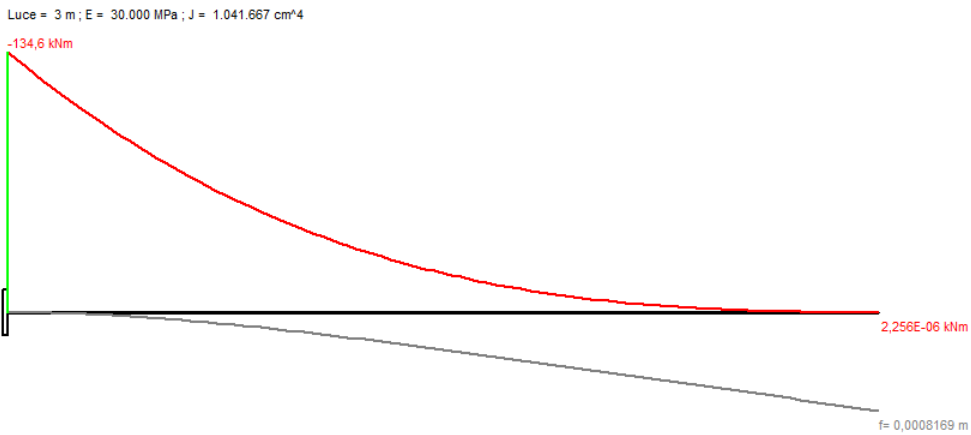
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 93 di 136



Carichi applicati – combinazione SLU

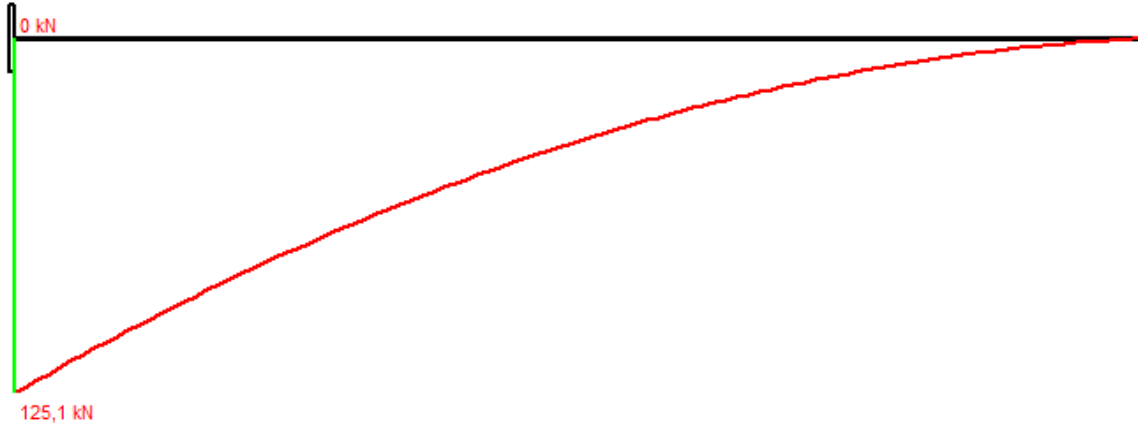


Momento - combinazione SLU [kNm/m]

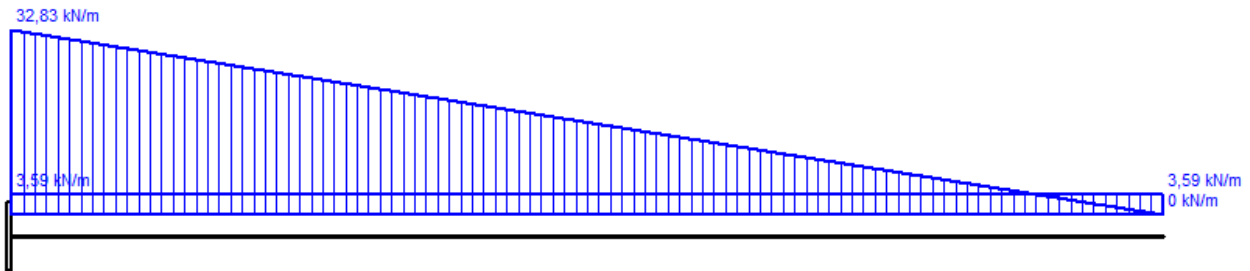


Taglio – combinazione SLU [kN/m]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 94 di 136

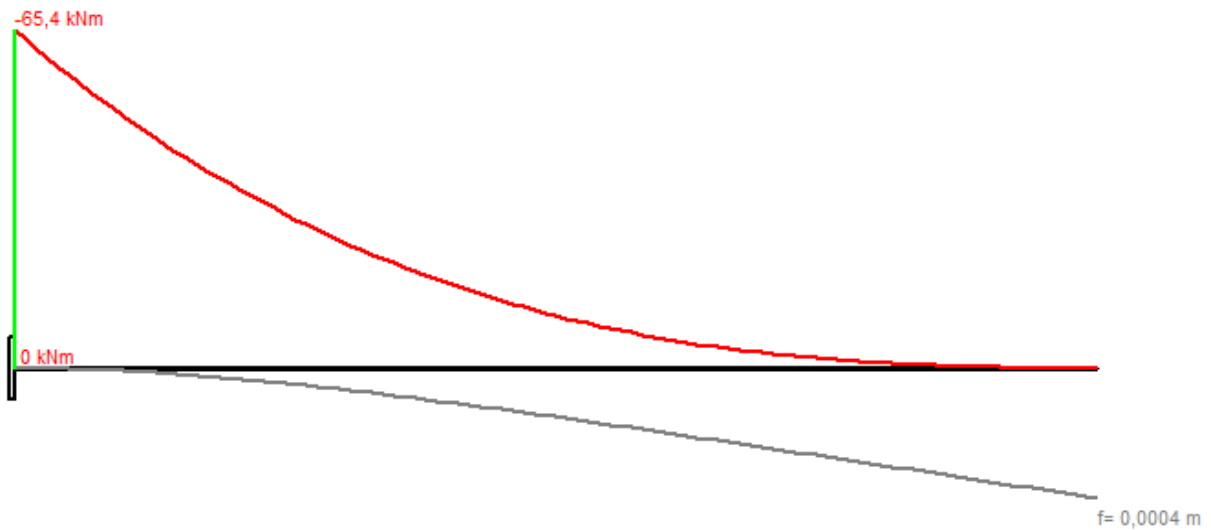


Carichi applicati – combinazione SLV



Momento - combinazione SLV [kNm/m]

Luce = 3 m ; E = 30.000 MPa ; J = 1.041.667 cm⁴



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">95 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	95 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	95 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Taglio – combinazione SLV [kN/m]



Si riporta di seguito la verifica strutturale del muro condotta in corrispondenza della sezione di incastro con la fondazione.

Il muro è così armato:

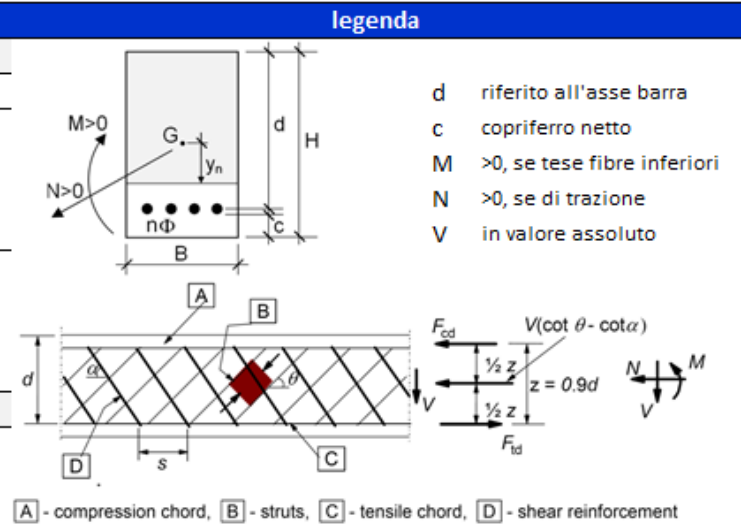
- Armatura verticale: 1+1 Ø20/20
- Armatura orizzontale: 1+1 Ø14/20
- Spilli: Ø10 9 al mq

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 96 di 136

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	7.4	41.6	37.4
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	20	8.4	15.71	
5	20	41.6	15.71	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2.5	12	40	90	2.83

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M _{Ek} 100.60 [kNm]	M _{Ed} 135.00 [kNm]
N _{Ek} -72 [kN]	N _{Ed} [kN]
tensioni e fessure	presso-flessione
M _{ddec} 6.2 [kNm]	M _{Rd} 253.3 [kNm]
M _{cr} 116.0 [kNm]	FS 1.88
y _n -12.39 [cm]	taglio
$\sigma_{c,min}$ -4.3 [MPa]	V _{Rdc} 187.8 [kN]
$\sigma_{s,min}$ -21.5 [MPa]	non serve armatura a taglio
$\sigma_{s,max}$ 148.2 [MPa]	V _{Rds} 179.4 [kN]
k ₂ 0.5	V _{Rdmax} 1415.2 [kN]
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ - [%]	θ 30.0 [°]
S _{r,max} - [cm]	sezione duttile
W _k - [mm]	a _i 41.6 [cm]

materiali	
calcestruzzo	acciaio
R _{ck} 35 [MPa]	f _{yk} 450 [MPa]
f _{ck} 29.1 [MPa]	γ_s 1.15
γ_c 1.5	f _{yd} 391.3 [MPa]
α_{cc} 0.85	E _s 200000 [MPa]
f _{cd} 16.5 [MPa]	ϵ_{uk} 75 [%]
ν 0.530	
ϵ_{c2} 2.0 [%]	
ϵ_{cu2} 3.5 [%]	
α_e 15.0	
k _t 0.4	
valori limite	
k ₁ 0.8	0,55 f _{ck} 16.0 [MPa]
k ₃ 3.4	0,75 f _{yk} 337.5 [MPa]
k ₄ 0.425	W _{k,lim} 0.2 [mm]



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 97 di 136

8.5 DIMENSIONAMENTO DEI GRIGLIATI POZZI

Nel presente paragrafo si riporta il dimensionamento dei grigliati e delle relative sottostrutture ubicati sulla testa e fondo dei 5 pozzi strutturali.

Le coperture grigliate saranno accessibili per la sola manutenzione del pozzo. Non è previsto l'accesso di veicoli e per tale ragione sono stati disposti dei dissuasori lungo il perimetro del pozzo.

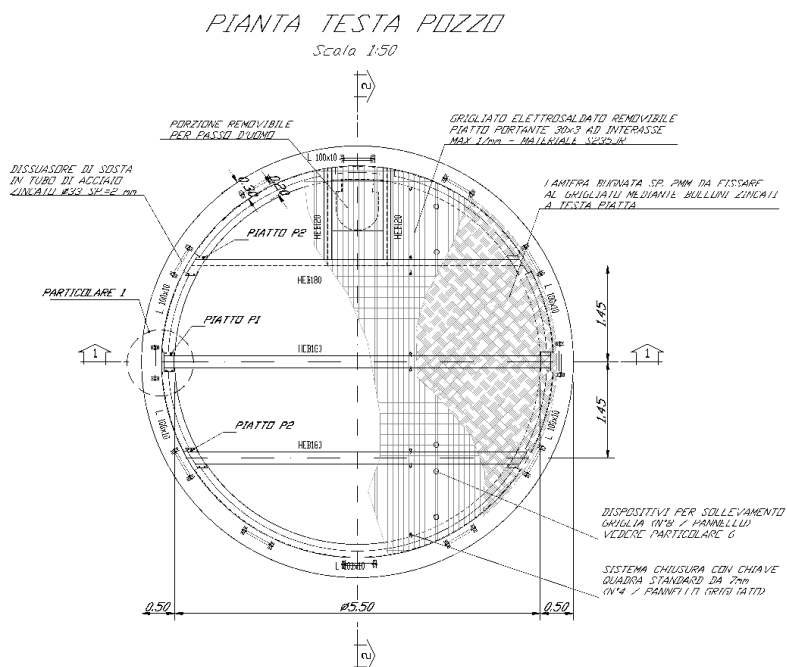


Figura 8-13 Pianta grigliato testa pozzo

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 98 di 136

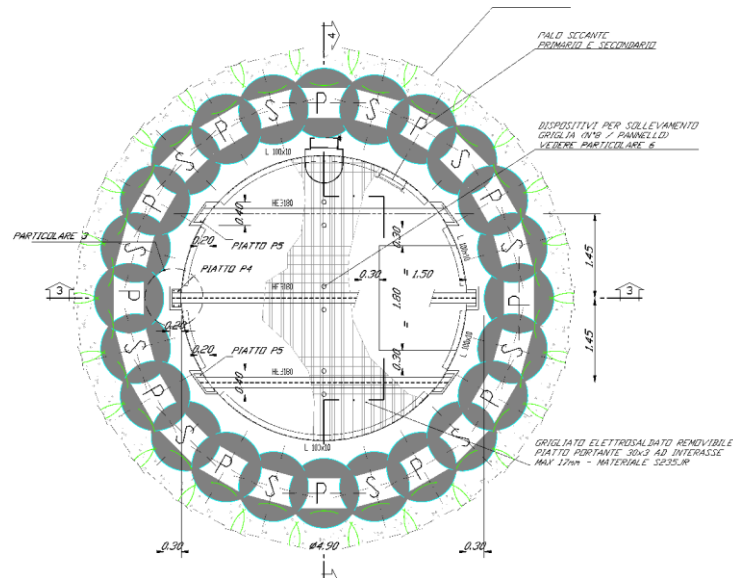


Figura 8-14 Pianta grigliato fondo pozzo

Per le ragioni sopra esposte, il grigliato è stato dimensionato considerando il carico da folla pari a 600kg/m².

Il grigliato selezionato è in acciaio S235 e di tipo elettrosaldato costituito da barre portanti da 30x3mm con interasse massimo pari a 17 mm.

TABELLA DI PORTATA GRIGLIATO Classe 1 - folla compatta (portata pedonale) - secondo UNI 11002-1	ASSOGRIGLIATI <small>Associazione nazionale tra i produttori italiani di grigliati elettrosaldati a pressa in acciaio e legno metallico</small> qualità e sicurezza
---	---

- D.M. 14 gennaio 2008 - 3.1.4 - tabella 3.1.II - Categoria E
- Carico dinamico 600 daN/m²
- Materiale acciaio S235JR - Sigma snervamento= 23,5 daN/mm² - Sigma confronto= 22,38 daN/mm²
- Freccia max. 5 mm
- Freccia max. 1/200 di Ln



Tabella parte 1

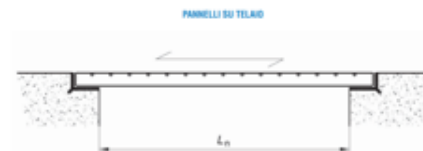
	Interasse barre portanti (mm)																				
	11		15		17		22		25		30		33		34		44		66		
	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	
	Ln= luce netta massima tra gli appoggi (mm) - f= freccia elastica (mm)																				
Sezione barre portanti	20 x 2	1129	5,00	1045	5,00	1013	5,00	933	4,65	894	4,46	842	4,21	815	4,06	807	4,02	741	3,70	633	2,96
	25 x 2	1335	5,00	1235	5,00	1197	5,00	1123	5,00	1087	5,00	1039	5,00	1014	5,00	1007	5,00	926	4,62	792	3,71
	30 x 2	1531	5,00	1417	5,00	1373	5,00	1287	5,00	1247	5,00	1191	5,00	1163	5,00	1154	5,00	1082	5,00	950	4,44
	35 x 2	1718	5,00	1590	5,00	1541	5,00	1445	5,00	1400	5,00	1337	5,00	1306	5,00	1296	5,00	1215	5,00	1098	5,00
	40 x 2	1900	5,00	1758	5,00	1704	5,00	1597	5,00	1547	5,00	1478	5,00	1443	5,00	1432	5,00	1343	5,00	1214	5,00
	45 x 2	2075	5,00	1920	5,00	1861	5,00	1745	5,00	1690	5,00	1615	5,00	1577	5,00	1565	5,00	1467	5,00	1326	5,00
	50 x 2	2246	5,00	2078	5,00	2014	5,00	1888	5,00	1829	5,00	1747	5,00	1706	5,00	1694	5,00	1588	5,00	1435	5,00
	25 x 3	1478	5,00	1367	5,00	1325	5,00	1242	5,00	1203	5,00	1150	5,00	1123	5,00	1114	5,00	1045	5,00	926	4,62
	30 x 3	1694	5,00	1568	5,00	1519	5,00	1425	5,00	1380	5,00	1318	5,00	1287	5,00	1278	5,00	1198	5,00	1082	5,00
	35 x 3	1902	5,00	1760	5,00	1706	5,00	1599	5,00	1549	5,00	1480	5,00	1445	5,00	1434	5,00	1345	5,00	1215	5,00
	40 x 3	2102	5,00	1945	5,00	1885	5,00	1768	5,00	1712	5,00	1636	5,00	1597	5,00	1585	5,00	1486	5,00	1343	5,00
	45 x 3	2296	5,00	2125	5,00	2060	5,00	1931	5,00	1870	5,00	1787	5,00	1745	5,00	1732	5,00	1624	5,00	1467	5,00
50 x 3	2485	5,00	2300	5,00	2229	5,00	2090	5,00	2024	5,00	1934	5,00	1888	5,00	1874	5,00	1757	5,00	1588	5,00	
60 x 3	2850	5,00	2637	5,00	2556	5,00	2396	5,00	2321	5,00	2217	5,00	2165	5,00	2149	5,00	2015	5,00	1821	5,00	
70 x 3	3199	5,00	2960	5,00	2869	5,00	2690	5,00	2605	4,99	2489	5,00	2430	5,00	2412	5,00	2262	5,00	2044	5,00	
80 x 3	3536	5,00	3272	5,00	3171	5,00	2973	5,00	2880	5,00	2751	5,00	2687	5,00	2667	5,00	2500	5,00	2259	5,00	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 99 di 136

Di seguito si riporta la verifica di resistenza delle travi a supporto del grigliato.

Dimensionamento travi di supporto grigliato

L_n	=	5,5 m	luce netta
a	=	0,15 m	appoggio
L_{trave}	=	5,65 m	luce di calcolo
i_{travi}	=	1,45 m	interasse massimo



Carichi			
g_1	=	0,55 kN/m	peso proprio trave
g_2	=	0,5 kN/mq	peso permanente grigliato
g_2	=	0,725 kN/m	peso permanente grigliato
q	=	6 kN/mq	cat. E tab. 3.1II - D.M.2018
q	=	8,7 kN/m	cat. E tab. 3.1II - D.M.2018

q_{sle}	=	9,98 kN/m
q_{slu}	=	14,77 kN/m

M_{slu}	=	58,9 kNm
M_{slu}	=	59 kNm

ACCIAIO S	=	355 MPa
γ_{m0}	=	1,05
	=	338,0952 MPa
$W_{el\ min}$	=	174507 mm ³
	=	174,507 cm ³

HEB	180	
W_{el}	=	425,7 cm ³
F.S.	=	2,44 OK

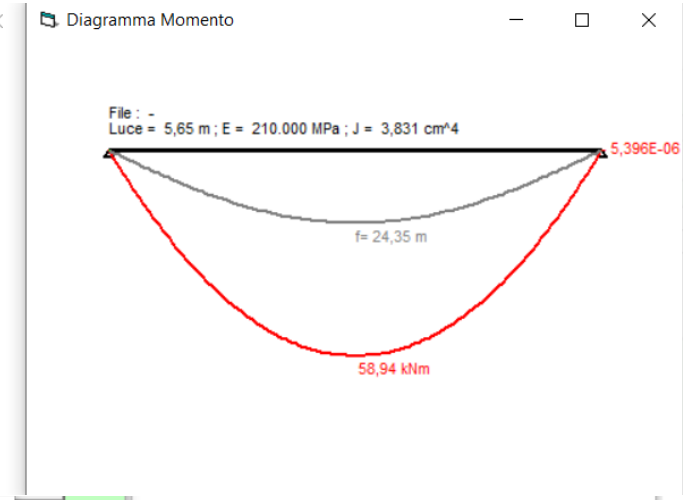
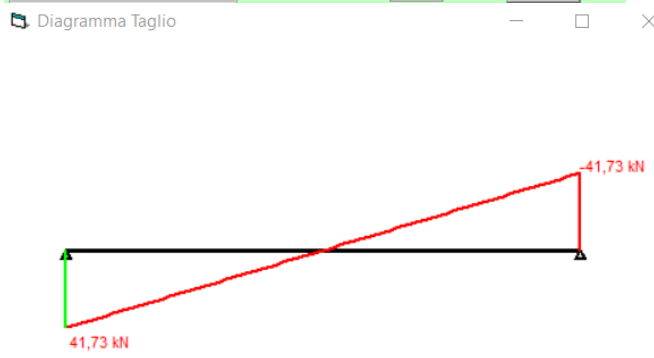
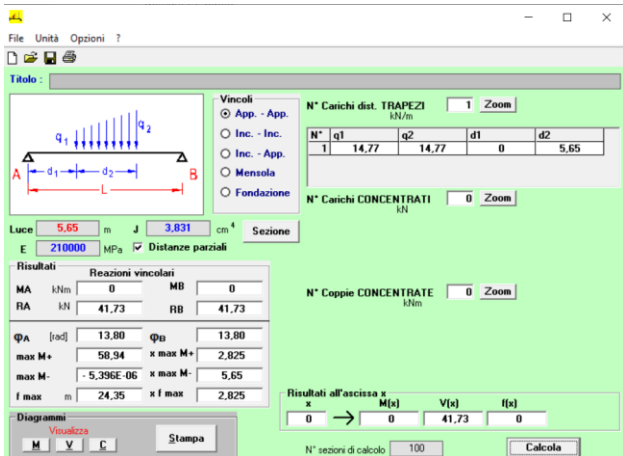
CALCOLO FRECCIA

TRAVE APPOGGIO APPOGGIO - CARICO DISTRIBUITO

f	=	0,01645 m	p	=	9,98 kPa
	=	16,4518 mm	l	=	5,65 m
$L/343$	=	OK	E	=	210000000 kPa
			b	=	m
			h	=	m
			J	=	0,00003831 m ⁴

APPALTATORE:		
Consorzio	Soci	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A
PROGETTAZIONE:		
Mandatara	Mandanti	
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		
V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI				
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B
				FOGLIO
				100 di 136



Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioCl5 Normativa: NTC ?

Ordina per: Acciaio S235 (Fe360) fy (N/mm2) | 235 fu | 360

Lunghezze di libera inflessione [m]: l_{0y} 0 l_{0z} 0

designation	g [Kg/m]	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r1 [mm]
HE 120 B	26,7	120	120	6,50	11,00	12,00
HE 140 B	33,7	140	140	7,00	12,00	12,00
HE 160 B	42,6	160	160	8,00	13,00	15,00
HE 180 B	51,2	180	180	8,50	14,00	15,00
HE 200 B	61,3	200	200	9,00	15,00	18,00
HE 220 B	71,5	220	220	9,50	16,00	18,00
UC 240 B	83,7	240	240	10,00	17,00	21,00

HE 180 B: $N_{b,Rd}$ [kN] 1.460, $M_{y,Rd}$ [kNm] 107,7, $N_{bz,Rd}$ [kN] 1.460, $M_{z,Rd}$ [kNm] 51,70, $V_{pl,Rd}$ [kN] 261,5, $V_{plz,Rd}$ [kN] 651,3

Classe Sezione: Compressione 1, Flessione My 1, Flessione Mz 1, Presso-Flessione 1

Verifiche: Presso-Flessione, Svergolamento

Resistenza della membratura all'instabilità flesso-torsionale - EC3 (edizione 1992) #5.5.2.

HE 180 B

Acciaio S235 (Fe360) fy (N/mm2) 235

z_y [mm] 90 L [m] 5,65 = l_{0z} [m]

Momenti resistenti di progetto all'instabilità flesso-torsionale (solo My) - EC3 #5.5.2:

M_{cr} [kNm] = 175,9 $M_{e,Rd}$ [kNm] = 107,7

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{M_{e,Rd} \gamma M_0}{M_{cr}}} = 0,802$ $\chi_{LT} = 0,795$ $M_{b,Rd}$ [kNm] = 85,62

Resistenza all'instabilità flesso torsionale (flessione e compressione)- Classe 1/2 - EC3 #5.5.4. (2)

N_{Sd} [kN] 0 $M_{y,Sd}$ [kNm] 59 $M_{z,Sd}$ [kNm] 0,0

$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{M_{b,Rd}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{e,Rd}} = \frac{0}{1.460} + \frac{1 \times 59}{85,62} + \frac{1 \times 0}{51,70} = 0 + 0,689 + 0 = 0,689$

OK

Verifica a pressoflessione e a svergolamento: -> Soddisfatta.
 Verifica a taglio: $V_{ED} = 41.73 \text{ kN} < 180 \times 8.5 \times 235 / (1.05 \times 3^{0.5}) = 197.70 \text{ kN}$ -> Soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 101 di 136

8.6 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO

Sul fondo dei pozzi è prevista l'installazione di n° 3 pompe di cui due lavorano in parallelo e una è di riserva.

L'ipotesi di portata entrante massima da sollevare, ai fini del dimensionamento dei pozzi è pari a 50 l/s/pozzo; tali ipotesi dovranno essere approfondite in sede di PED a mezzo di prove di pompaggio in foro, come indicato in precedenza.

Nella tabella seguente sono riportati i dati di portata, prevalenza e potenza per ogni pompa installata.

Pozzi dreanggio (2 pompe da 25 l/s + 1 di riserva)		
Q	25.0	l/s
g	9.8	
Prevalenza	21.6	m
η	0.70	
γ	1000.00	
P	7559.70	w
	7.56	kW

Tabella 20: Portata, prevalenza e potenza pompe sommergibili

Per la mandata è ipotizzata l'installazione di un tubo in acciaio da 150 mm per i tratti di salita singoli e un tubo in PEAD 200 mm dopo il pozzetto valvole.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 102 di 136

9 VALIDAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI MEDIANTE MODELLI NUMERICI

Come anticipato al precedente § 6.4, la validazione delle scelte progettuali è stata effettuata mediante analisi numeriche tridimensionali eseguite con il codice agli elementi finiti MIDAS GTS NX). Gli obiettivi della modellazione numerica sono riassunti nel citato § 6.4.

9.1 APPROCCIO ALLA MODELLAZIONE NUMERICA

L'approccio scelto per la modellazione degli interventi è "agli spostamenti": in altre parole si è costruito un modello in cui si impone uno spostamento sulla superficie di frana per step incrementali successivi e si valutano gli effetti di tale spostamento sugli elementi di difesa (barriera di pozzi) e sugli elementi di linea (fondazioni del viadotto VI02).

Tale approccio è stato preferito rispetto ad uno "alle forze" o di tipo "*strenght -reduction*" perché - fin dalle prime fasi di concezione del modello - ci si è resi conto dei limiti delle attuali conoscenze/possibilità computazionali in termini di:

- reale estensione e geometria del corpo di frana e quindi identificazione/simulazione della massa effettivamente spingente;
- reale geometria della superficie di scivolamento (pendenze, conformazione dei margini) che - insieme all'andamento orografico - determina il cinematismo del corpo di frana: in assenza di dati geometrici certi e con un approccio alle forze, si potrebbero generare nel modello di calcolo movimenti e spinte in direzione e intensità differenti da quelli osservati/attesi, o comunque tali da non massimizzare le sollecitazioni sugli elementi barriera;
- dal punto di vista computazionale, il modello in spostamenti non necessita di conoscere il limite del corpo di frana e permette di ridurre notevolmente la dimensione del modello stesso (con notevoli vantaggi per i tempi di calcolo), potendo raffinare così la modellazione degli elementi in prossimità dei pozzi e sui pozzi stessi.

La scelta di modellazione in spostamenti, dunque, ha permesso di ovviare alle incertezze del modello geologico/geotecnico, consentendo al tempo stesso una definizione certa del campo di spostamenti del corpo di frana, sia come direzione identificata dai dati inclinometrici (unici dati certi a disposizione), sia come ampiezza dello spostamento, garantendo così:

- il controllo delle sollecitazioni imposte alle opere di difesa della linea ferroviaria;
- un più agevole confronto dei risultati ottenuti per via analitica: è possibile, infatti, creare curve push-over "forzando" in spostamenti il sistema dei pozzi per indagarne i limiti di resistenza lato terreno e lato struttura, in modo del tutto simile a quanto mostrato nei capitoli precedenti per via analitica; □

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <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>V ZZ CL</td> <td>VVI0202 001</td> <td>B</td> <td>103 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	103 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	103 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

- una più facile comprensione/verifica delle dinamiche in atto in fase di realizzazione e interpretazione dei dati di monitoraggio che via via saranno acquisiti, senza necessità di definire compiutamente il modello geologico/geotecnico per quanto concerne geometria/estensione/margini della massa instabile.

Stabilito di procedere simulando uno scenario di spostamento del corpo di frana, è stato necessario definire uno spostamento limite all'interno del quale investigare la risposta strutturale dei pozzi di difesa; la quantificazione dello spostamento limite è stata guidata dalle seguenti considerazioni:

- gli spostamenti osservati possono protrarsi nel tempo a monte dei pozzi; allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di un trend di letture sufficienti per stabilire la progressione annua dei movimenti. Tali movimenti potrebbero essere attivati solo in determinate stagioni in presenza di eventi meteorici eccezionali oppure in presenza di sisma. Ipotizzando uno spostamento annuo di 5 mm per una vita utile di 75 anni si avrebbero spostamenti cumulati di circa 35 cm, se non vi fossero interventi di stabilizzazione.
- Allo stesso tempo si è visto al § 5.3.3 che spostamenti in fase sismica di un pendio per il campo di accelerazioni attese potrebbe essere dello stesso ordine di grandezza.

A partire dalle considerazioni precedenti - al fine di porre un limite avente un significato ingegneristico all'onere computazionale - si è quindi ipotizzato di simulare un campo di spostamenti del corpo di frana fino al valore 50 cm, che è anche il limite per il quale le curve push-over elaborate per i pozzi 2 e 4 hanno mostrato il raggiungimento di un plateau di carico.

9.2 IL MODELLO NUMERICO

Come detto, sfruttando l'approccio di modellazione agli spostamenti non è stato necessario modellare interamente il versante in frana, bensì esso è stato discretizzato andando a modellare solamente il tratto terminale, ovvero quello interagente con le opere di difesa e quelle di fondazione.

9.2.1 Elementi della modellazione

La porzione di versante oggetto di interesse consiste nei seguenti elementi di modellazione:

- Corpo di frana
- Substrato roccioso
- Opere di difesa
- Opere di fondazione
- Interfaccia corpo di frana/substrato roccioso
- Interfaccia opere di difesa/corpo di frana/substrato roccioso
- Interfaccia opere di fondazione/corpo di frana/substrato roccioso

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">104 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	104 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	104 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Il dominio di calcolo ha dimensioni di 550 metri in direzione est-ovest, 370 metri in direzione nord-sud e 150 metri in direzione verticale. Il modello numerico è discretizzato mediante 210000 elementi ibridi (esaedrici+tetraedrici) lineari.

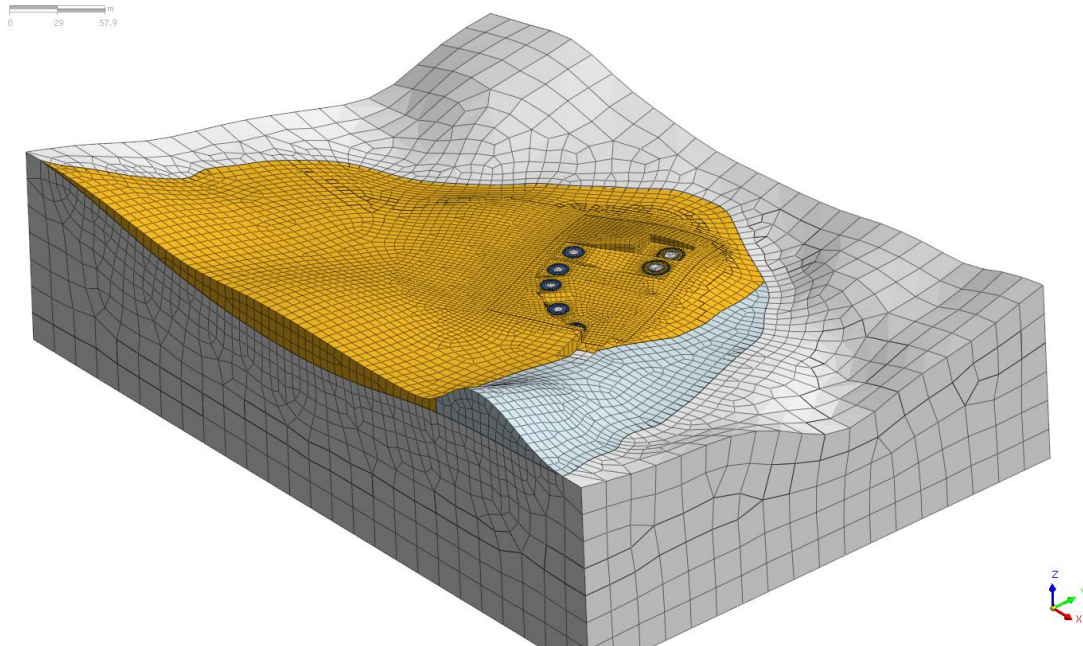
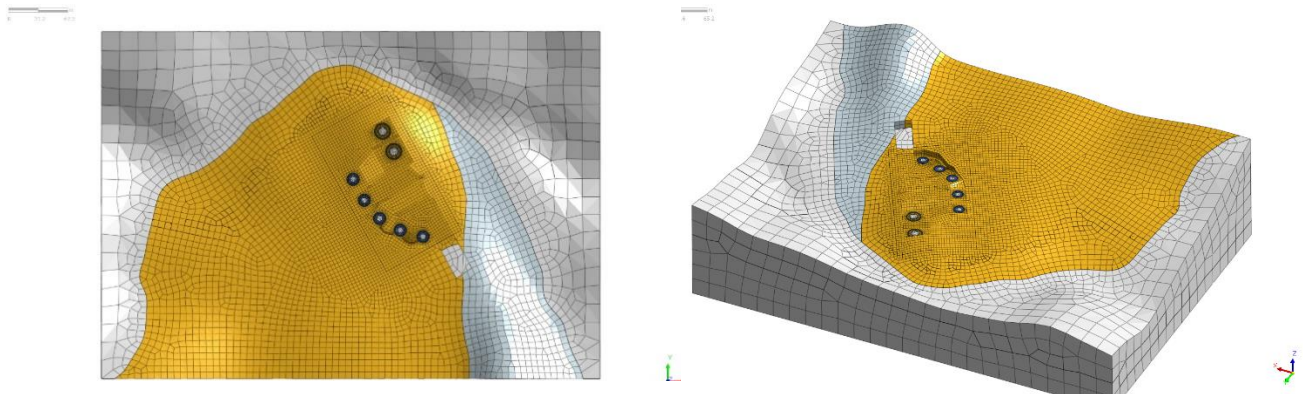


Figura 9-1: modello numerico – vista isometrica da sudest – 210000 elementi ibridi (esaedrici+tetraedrici)



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">105 di 136</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	105 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	105 di 136												
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																	

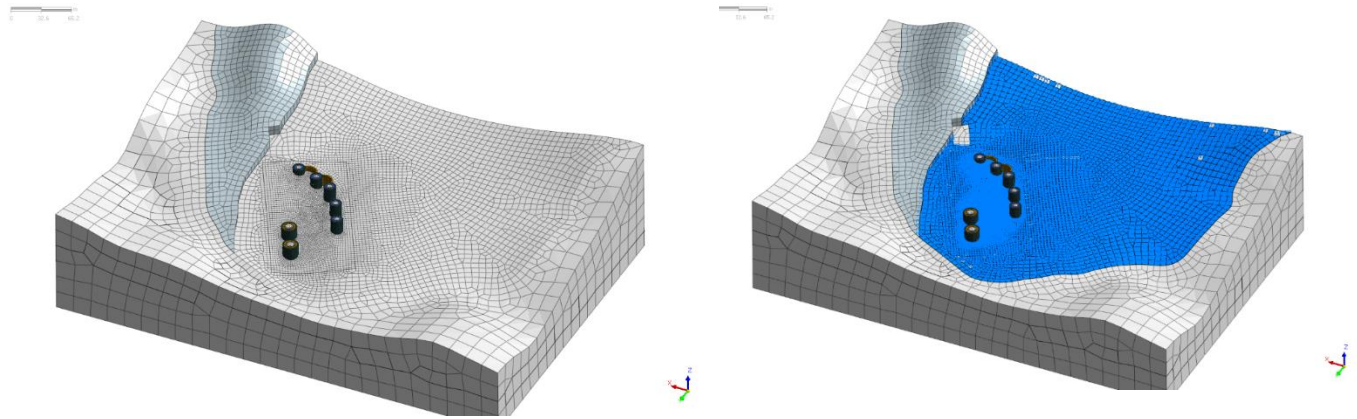
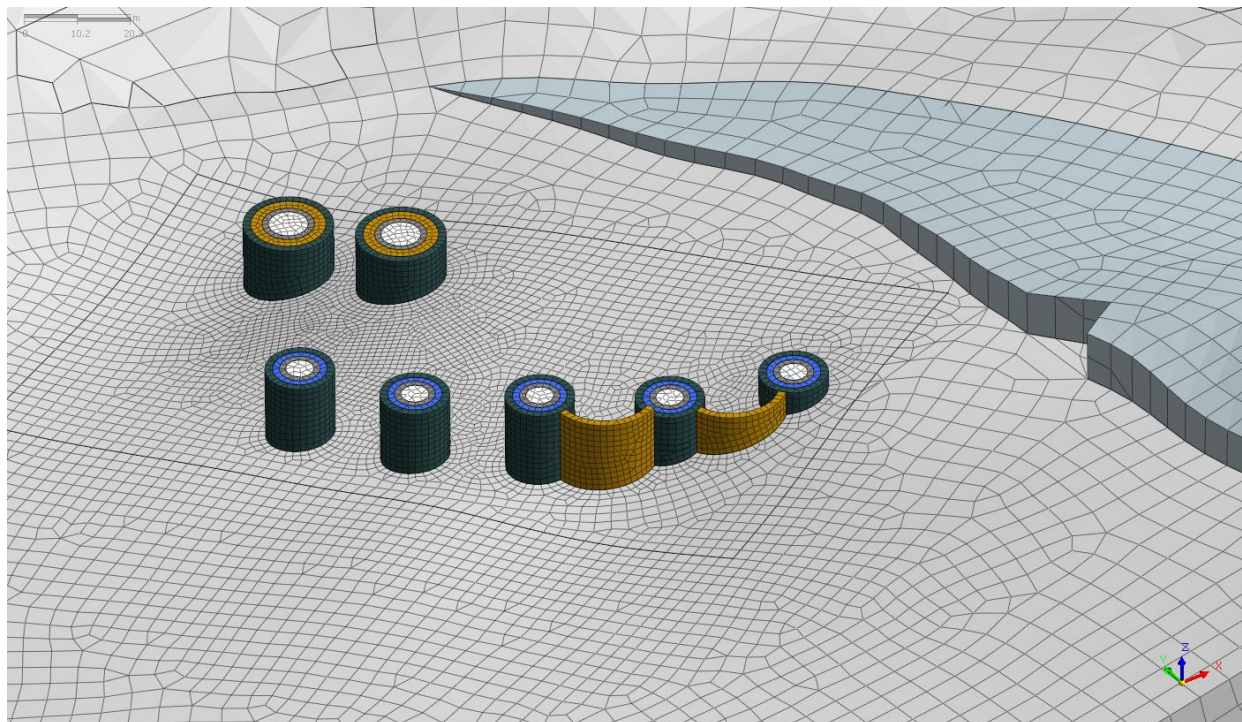


Figura 9-2: Modello numerico – Planimetria e viste prospettiche



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 V ZZ CL VVI0202 001 B 106 di 136				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea					

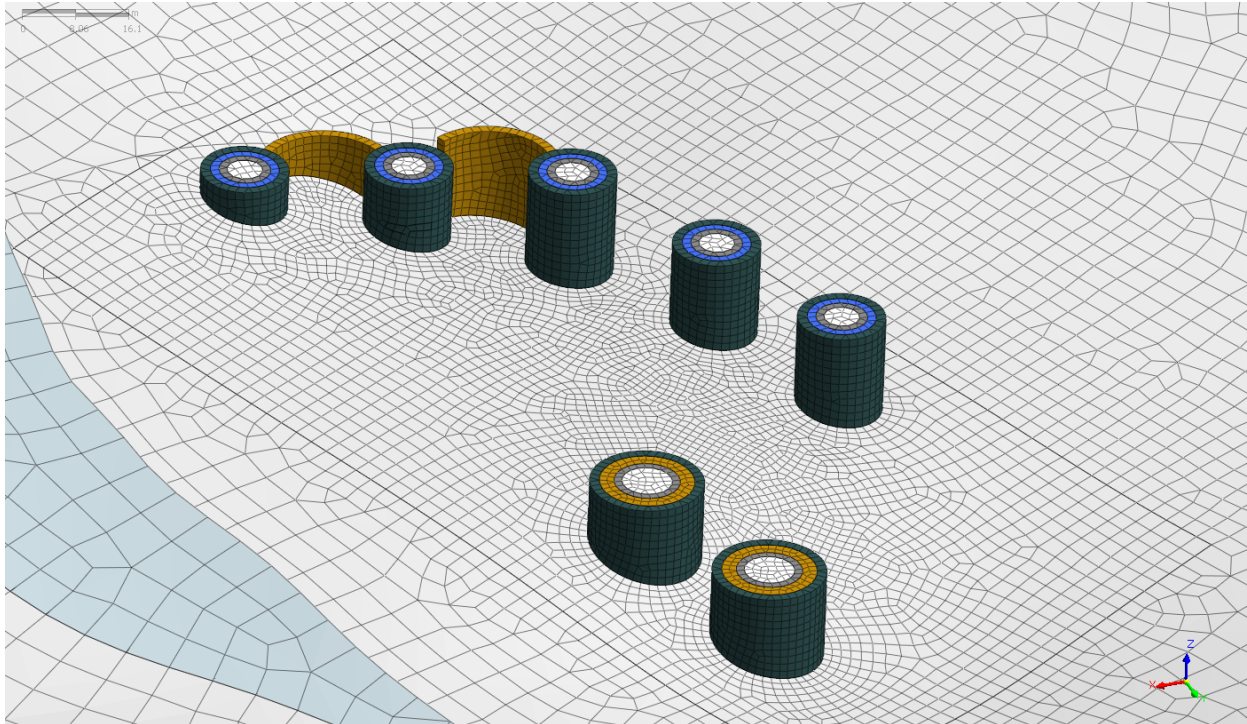


Figura 9-3: Viste inserimento pozzi strutturali (senza corpo di frana)

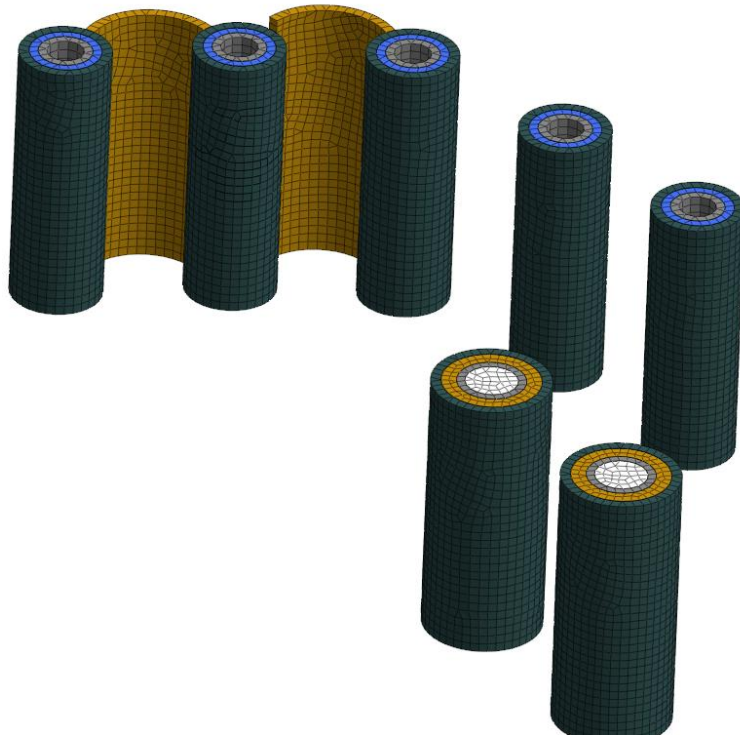


Figura 9-4: Modello numerico – vista isometrica da nordest– solo pozzi e archi di pali

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">107 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	107 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	107 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Il corpo di frana è stato modellato mediante un legame costitutivo elastoplastico plastico perfetto con criterio di rottura alla Mohr-Colulomb e legge di flusso non associata.

In particolare, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Modulo elastico: $E' = 35$ MPa per i primi 10 metri di profondità; $E' = 70$ MPa oltre i 10 metri di profondità e fino alla superficie di scorrimento
- Coesione $c' = 10$ kPa
- Angolo di attrito $\varphi' = 23^\circ$
- Angolo di dilatanza $\psi' = 7^\circ$

Il substrato roccioso è stato modellato mediante un legame costitutivo elastoplastico plastico perfetto con criterio di rottura alla Mohr-Colulomb e legge di flusso non associata.

In particolare, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Modulo elastico: $E' = 600$ MPa per i primi 40 metri di profondità al di sotto della superficie di scorrimento; $E' = 1200$ MPa tra i 40 e i 50 metri di profondità al di sotto della superficie di scorrimento; $E' = 3000$ MPa tra i 50 metri di profondità e la base del modello
- Coesione $c' = 20$ kPa
- Angolo di attrito $\varphi' = 22^\circ$
- Angolo di dilatanza $\psi' = 7^\circ$

I materiali delle opere strutturali (pozzi di barriera e pozzi di fondazione) sono stati modellati mediante un legame costitutivo elastico lineare.

In particolare, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Modulo elastico corona esterna (armata) $E' = 30000$ Mpa
- Modulo elastico corona intermedia (pali plastici) $E' = 15000$ Mpa
- Modulo elastico corona interna (armata) $E' = 23350$ Mpa

L'interfaccia tra corpo di frana e substrato roccioso è stata modellata mediante un legame costitutivo elastico lineare.

In particolare, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Modulo di rigidezza normale $K_N = 100000000$ kN/m³
- Modulo di rigidezza tangenziale $K_N = 10$ kN/m³

L'interfaccia tra corpo di frana/substrato roccioso e le opere strutturali (pozzi di barriera e pozzi di fondazione) è stata modellata mediante un legame costitutivo elastoplastico plastico perfetto con criterio di rottura alla Mohr-Colulomb e legge di flusso non associata.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">108 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	108 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	108 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

In particolare, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Modulo di rigidezza normale $K_N = 6000000 \text{ kN/m}^3$
- Modulo di rigidezza tangenziale $K_N = 600000 \text{ kN/m}^3$
- Coesione $c' = 0 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito $\varphi' = 20^\circ$
- Angolo di dilatanza $\psi' = 5^\circ$

9.2.2 Condizioni al contorno

Al modello numerico sono state applicate le seguenti condizioni al contorno:

- vincolo di traslazione in direzione orizzontale e verticale ai nodi posti alla base del modello;
- vincolo di traslazione in direzione orizzontale ai nodi posti sulle facce laterali del modello;
- presenza di falda acquifera.

9.2.3 Campo di spostamento imposto

Il campo di spostamenti è stato applicato ai nodi del corpo di frana posti al di sopra dell'interfaccia tra corpo di frana e substrato roccioso (superficie di scorrimento) fino ad una distanza di 10 metri dalle opere di difesa.

La direzione del campo di spostamento è stata definita a partire dai dati di azimuth dell'inclinometro VI02-1 (circa 30° in direzione nord-est). Il sistema di riferimento assunto per la direzione dello spostamento è il seguente:

- $0^\circ \rightarrow$ direzione nord (concorde alla direzione Y del sistema di riferimento modello FEM)
- $90^\circ \rightarrow$ direzione est (concorde alla direzione X del sistema di riferimento modello FEM)

Lo spostamento imposto al corpo di frana sulla superficie di scorrimento è pari a 50 cm.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">109 di 136</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	109 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	109 di 136												
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																	

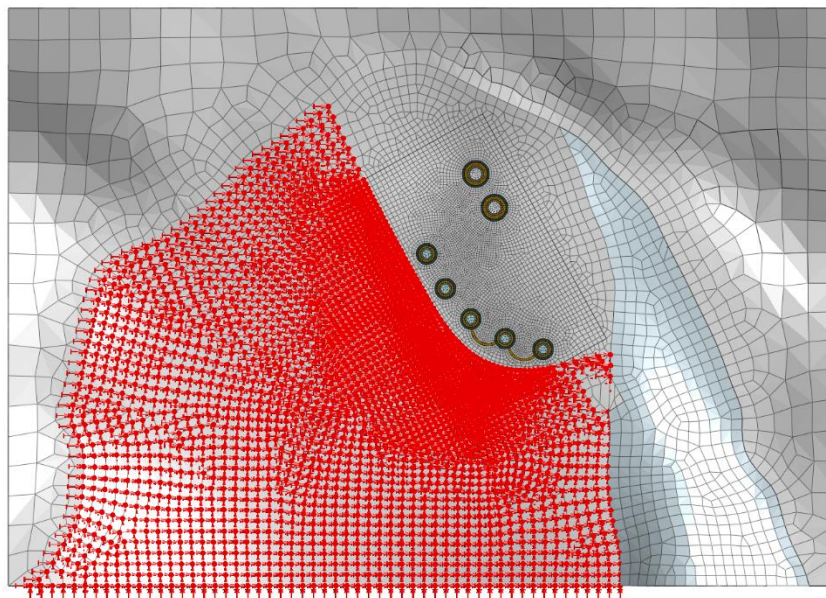


Figura 9-5: modello numerico – vista planimetrica – applicazione spostamento imposto su superficie di rottura (lato frana, ai nodi superiori dell’interfaccia che modella il piano di scorrimento)

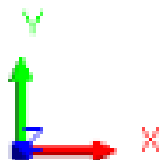


Figura 9-6: sistema di riferimento modello FEM

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	110 di 136

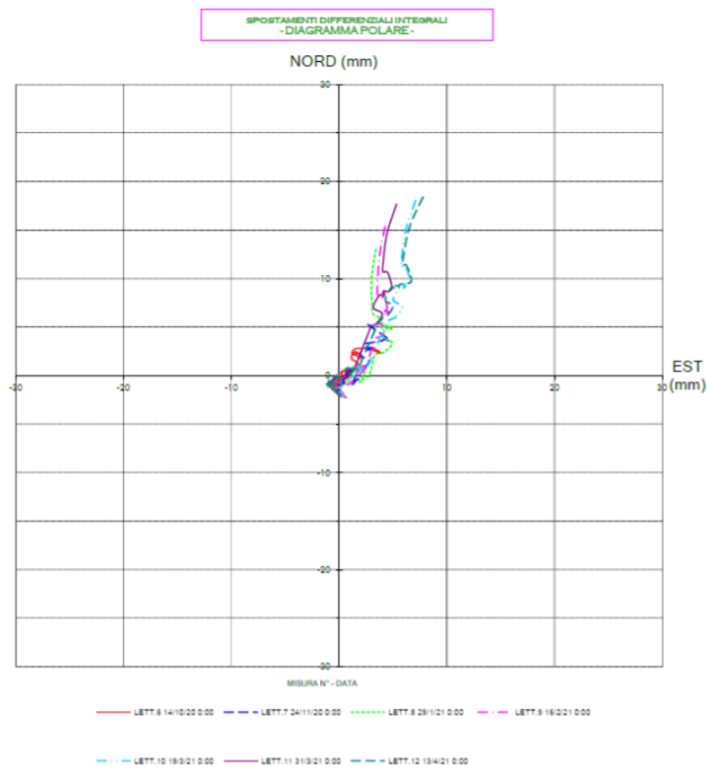


Figura 3-3 – Diagramma polare – Inclinometro VI02-1

Figura 9-7: azimut spostamento inclinometrico (inclinometro VI02-1). La direzione di spostamento risulta circa (circa 30° - direzione nord-est)

9.3 RISULTATI DELL'ANALISI NUMERICA

I risultati dell'analisi numerica sono rappresentati da:

- Spostamenti del modello numerico FEM per i pozzi di difesa e i pozzi di fondazione
- Spostamenti dei nodi in testa e alla base dei pozzi di difesa e dei pozzi di fondazione. Gli spostamenti sono rappresentati in direzione X (negativi verso ovest, positivi verso est), in direzione Y (negativi verso sud, positivi verso nord), come spostamenti assoluti XY e come spostamenti relativi tra testa e base dei pozzi
- Sollecitazioni di forza assiale, taglio e momento lungo il fusto dei pozzi e nelle sezioni orizzontali anulari estratte negli elementi strutturali del modello FEM. Le sollecitazioni sono estratte in corrispondenza di determinati spostamenti relativi dei nodi di testa-base dei pozzi

9.3.1 Spostamenti del modello numerico

Nelle immagini seguenti sono riportati gli spostamenti globali del modello, nonché dei pozzi di difesa e quelli della Pila e della spalla.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 111 di 136

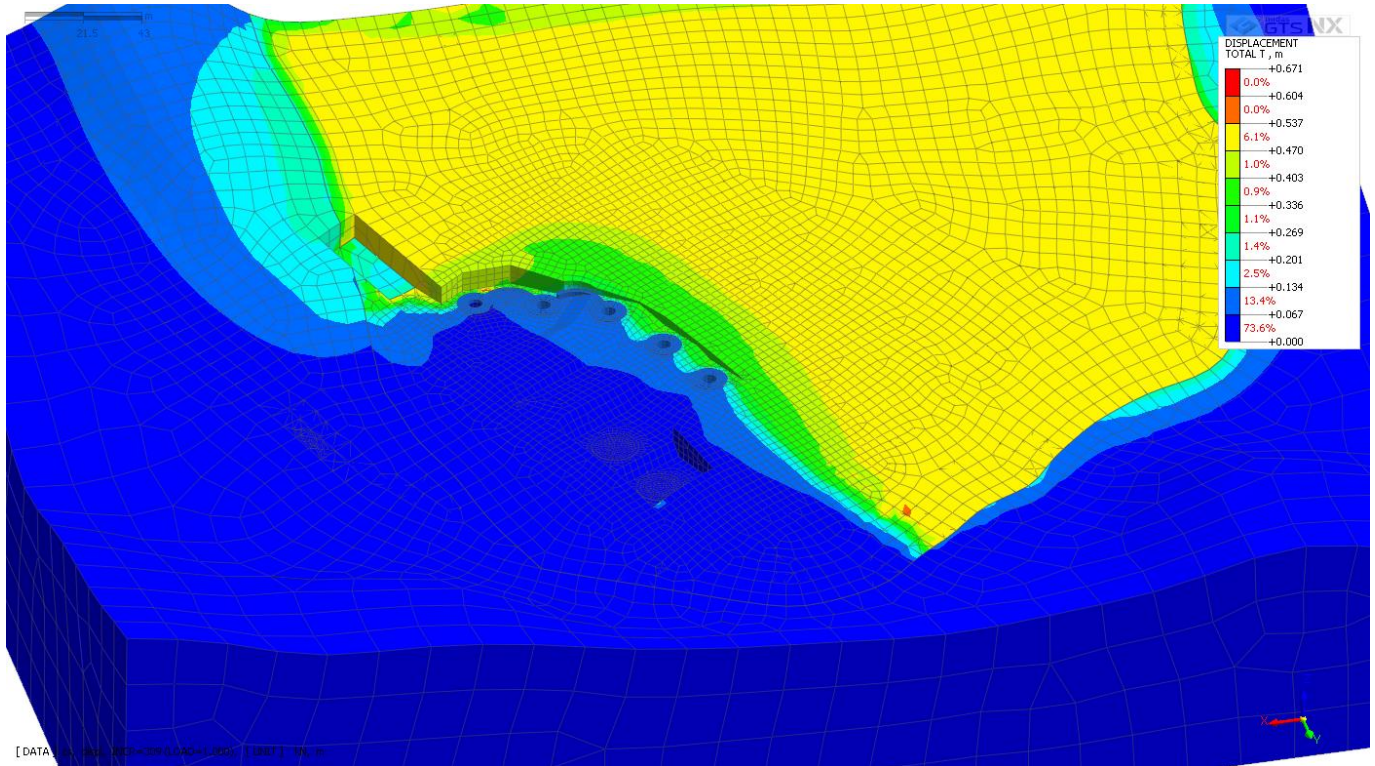


Figura 9-8: Modello numerico – vista isometrica – step di spostamento imposto su superficie di rottura pari a 50 cm

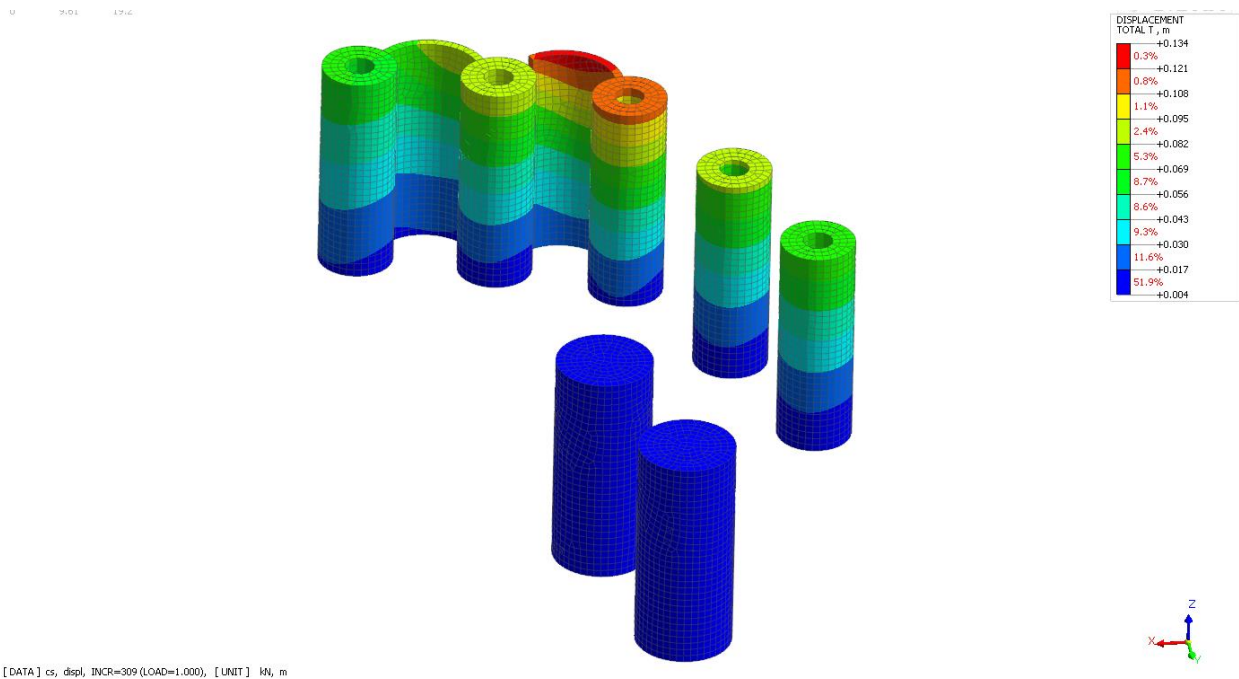


Figura 9-9: Modello numerico – vista isometrica – step di spostamento imposto su superficie di rottura pari a 50 cm (configurazione indeformata)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 112 di 136

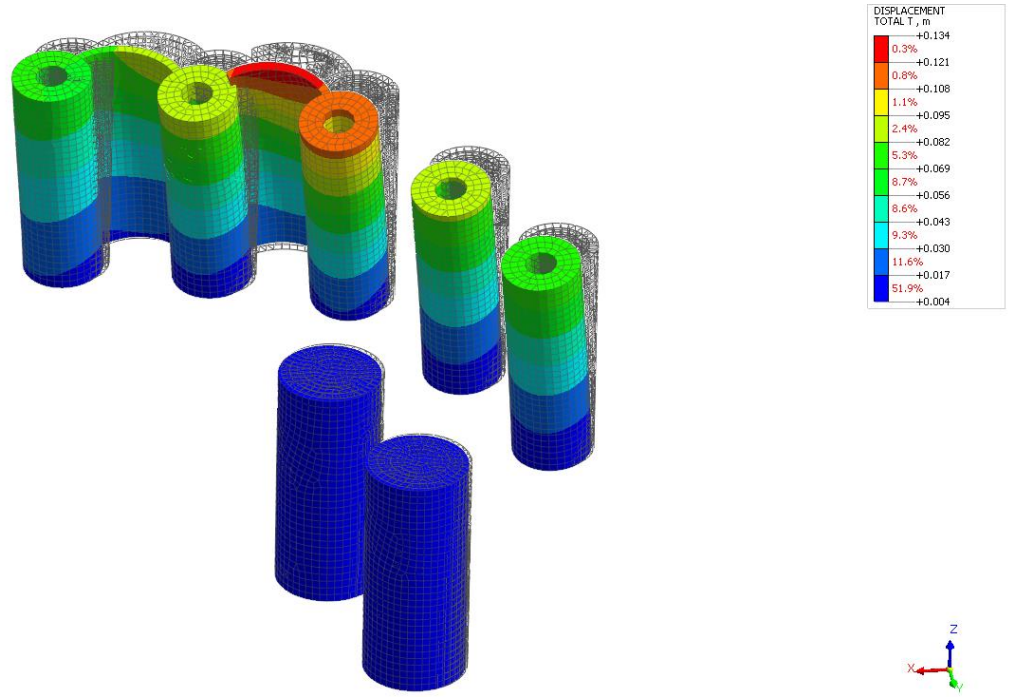


Figura 9-10: Modello numerico – vista isometrica – step di spostamento imposto su superficie di rottura pari a 50 cm (configurazione deformata)

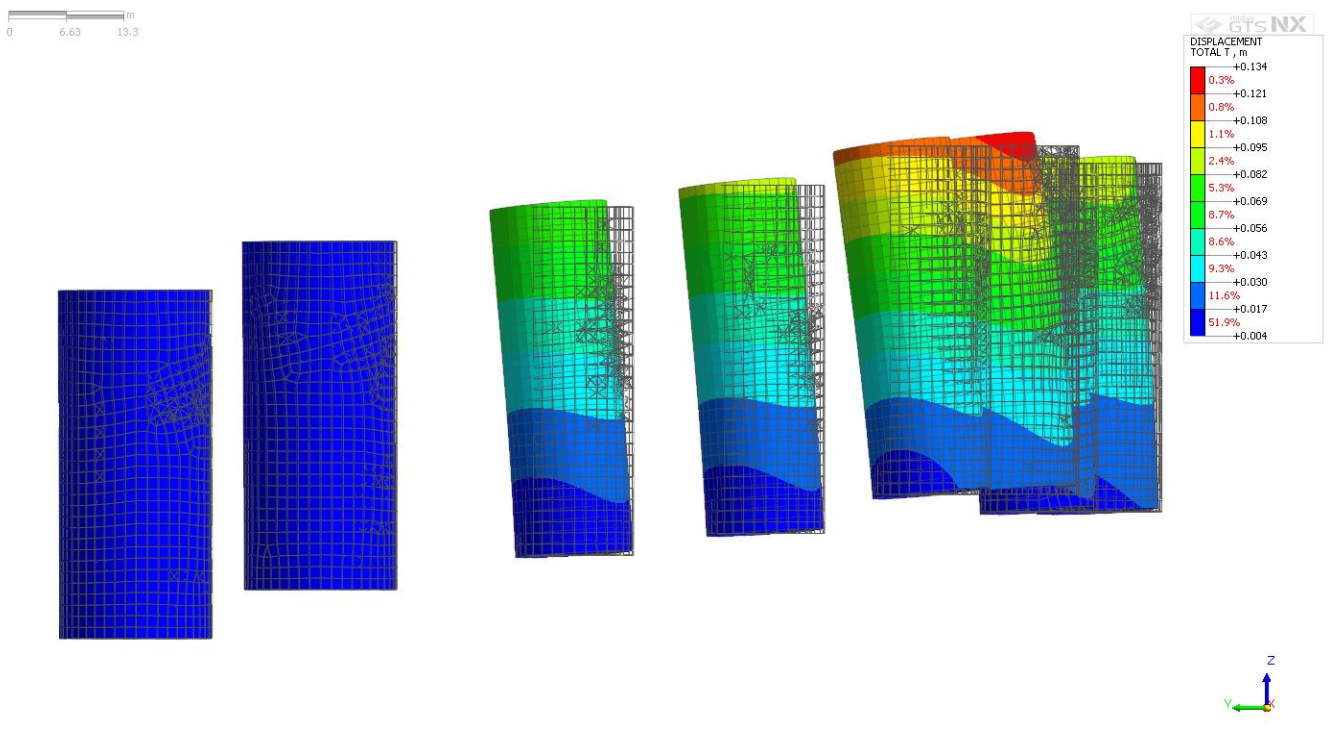


Figura 9-11: Modello numerico – vista laterale da ovest – step di spostamento imposto su superficie di rottura pari a 50 cm (configurazione deformata)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="778 309 906 353">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="922 309 1002 353">LOTTO 01</td> <td data-bbox="1018 309 1145 353">CODIFICA V ZZ CL</td> <td data-bbox="1161 309 1305 353">DOCUMENTO VVI0202 001</td> <td data-bbox="1321 309 1433 353">REV. B</td> <td data-bbox="1449 309 1560 353">FOGLIO 113 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 113 di 136
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 113 di 136							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea												

Nella Figura 9-10 e Figura 9-11 (e nei grafici del paragrafo successivo) ben si nota l'effetto barriera prodotto dai pozzi che appare una buona conferma della corretta distribuzione planimetrica dei pozzi e della conseguente efficacia della barriera nel limitare gli effetti degli spostamenti del corpo di frana sugli elementi di fondazione del viadotto, anche in presenza di spostamenti a monte elevati. Per uno spostamento imposto alla superficie di scorrimento di 50 cm, i pozzi di protezione della linea raggiungono uno spostamento in testa max dell'ordine degli 8 cm, mentre gli elementi di fondazione del viadotto sono soggetti ad uno spostamento residuale pari a circa 1/10 rispetto a quello subito dai pozzi.

La barriera, quindi, appare efficace nello smorzare/deviare gli spostamenti della frana, siano essi determinati dalle condizioni di variazione del regime pluviometrico o conseguenti ad un evento sismico che potrebbe generare spostamenti dell'ordine di grandezza di quelli indicati al § 5.3.3.

L'efficacia della barriera sembra riconducibile a due diversi meccanismi:

- l'elevata rigidità della stessa, fornita dalle dimensioni ragguardevoli dei pozzi e da una lunghezza di ammorsamento nel substrato stabile pari a circa il doppio della porzione investita dalla spinta di frana;
- la rottura progressiva del terreno contro la barriera dei pozzi e quindi la deviazione del moto in direzione parallela alla barriera stessa (si rimanda al paragrafo 9.3.3), verso valle o verso la cresta su cui si attesta l'imbocco della galleria Grottaminarda, secondo lo schema concettuale indicato in Figura 4-2.

9.3.2 Grafici degli spostamenti dei pozzi e delle fondazioni della Pila1/Spalla A

I grafici successivi riportano gli andamenti degli spostamenti alla testa e alla base dei pozzi di protezione e di quelli di fondazione del viadotto al crescere dello spostamento imposto.

I massimi valori di spostamento sono dell'ordine di 10 cm; il comportamento appare caratterizzato dall'assenza di una rottura decisa/plateau di spostamento al raggiungimento del limite dei 50 cm, segno che da un punto di vista geotecnico i pozzi non hanno ancora attinto completamente alle risorse plastiche della ampia porzione di terreno di fondazione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 114 di 136

9.3.2.1 Pozzo di difesa num. 1

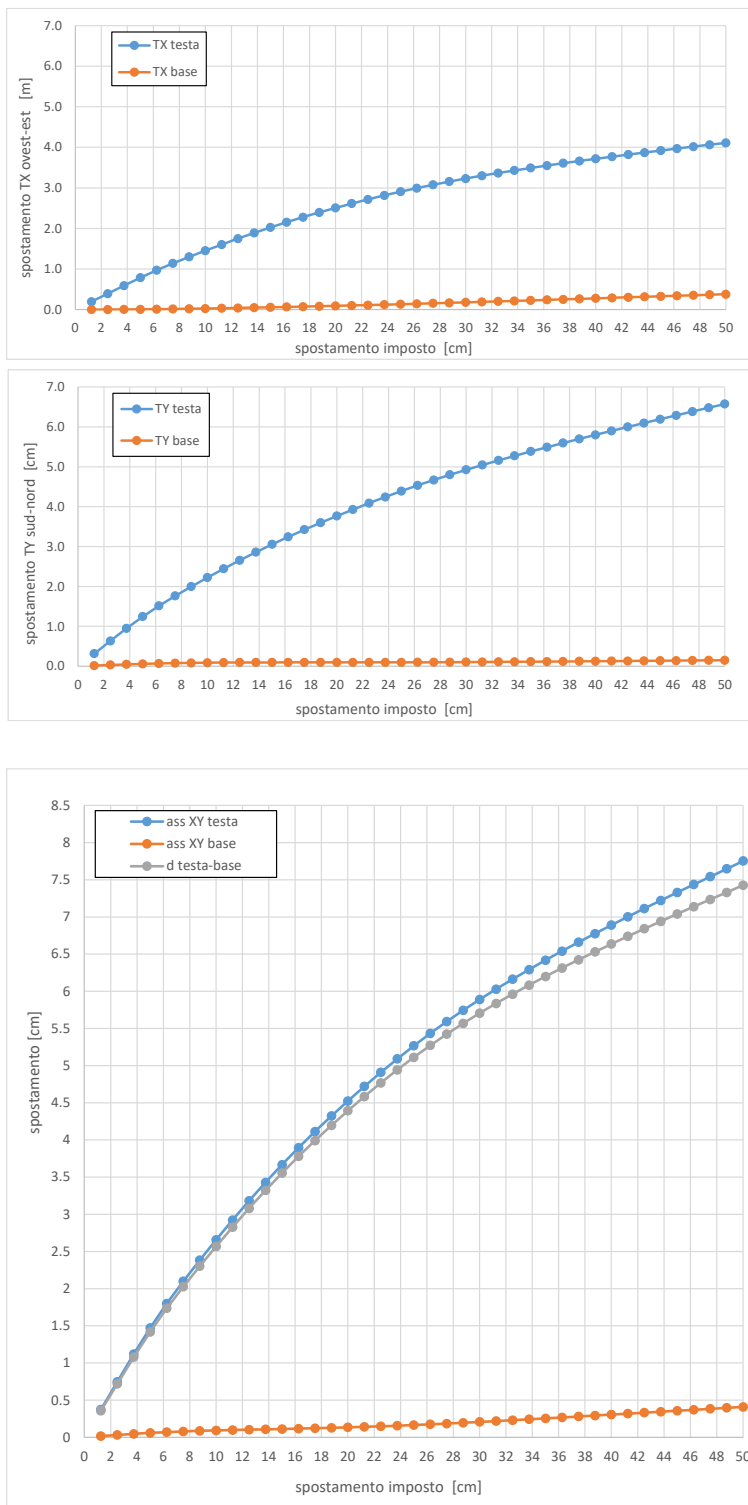


Figura 9-12: Andamento deformata Pozzo 1 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 115 di 136

9.3.2.2 Pozzo di difesa num. 2

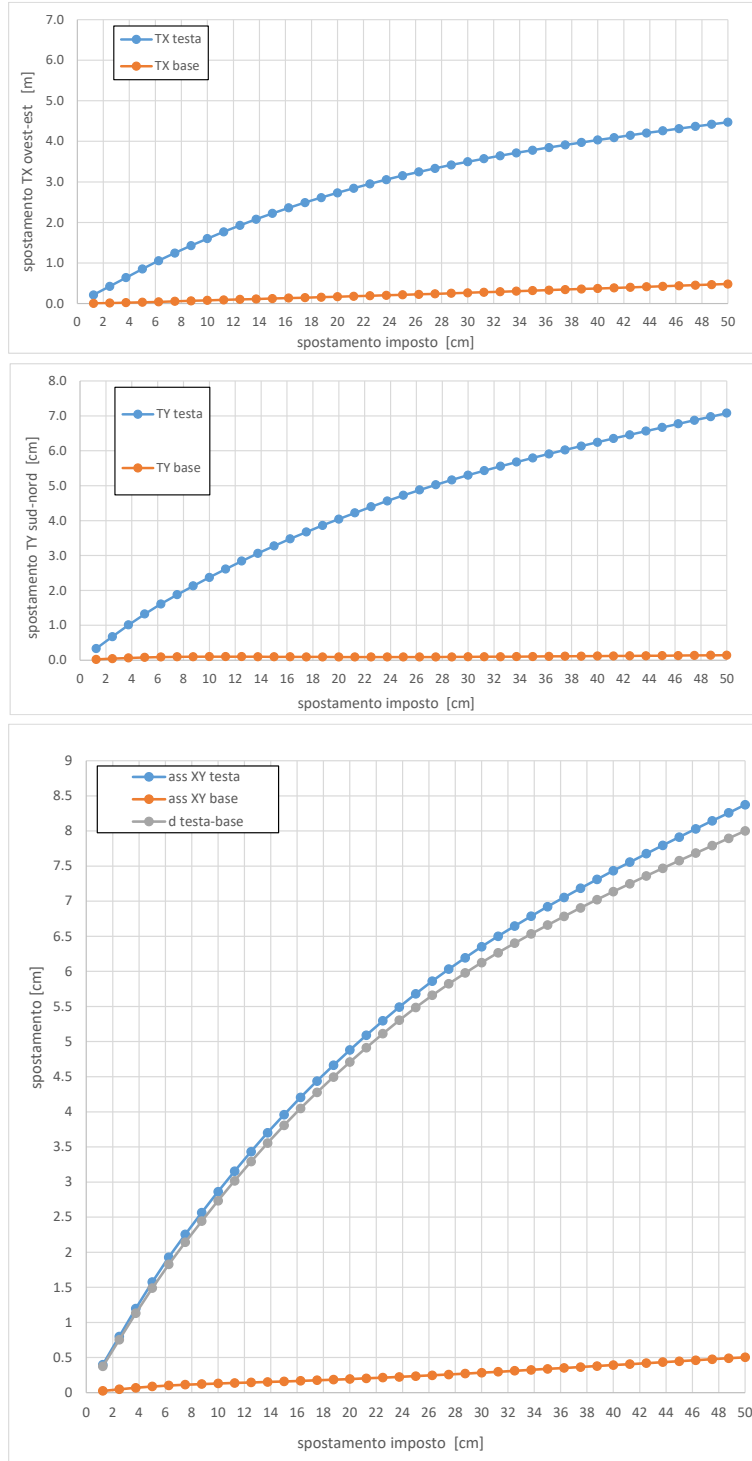


Figura 9-13: Andamento deformata Pozzo 2 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 116 di 136

9.3.2.3 Pozzo di difesa num. 3

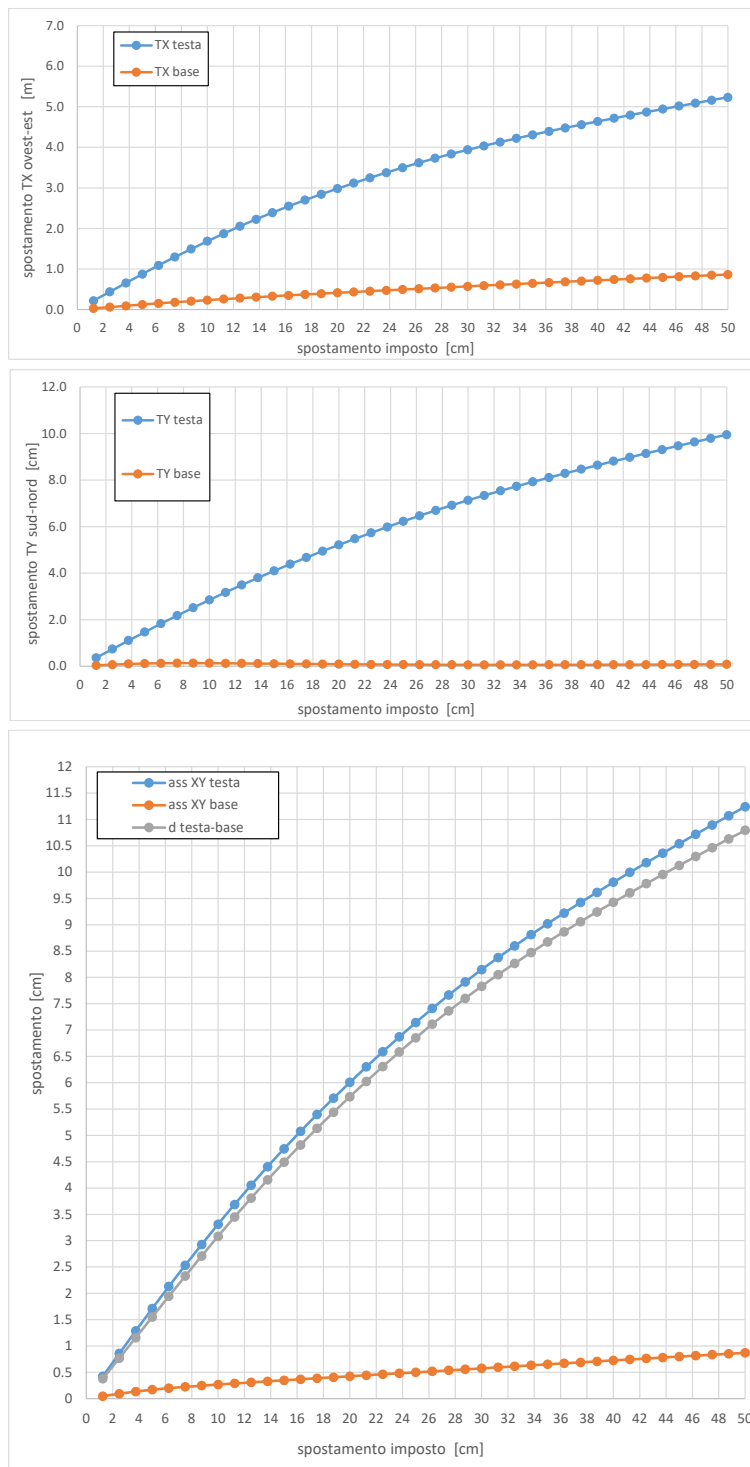


Figura 9-14: Andamento deformata Pozzo 3 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 117 di 136

9.3.2.4 Pozzo di difesa num. 4

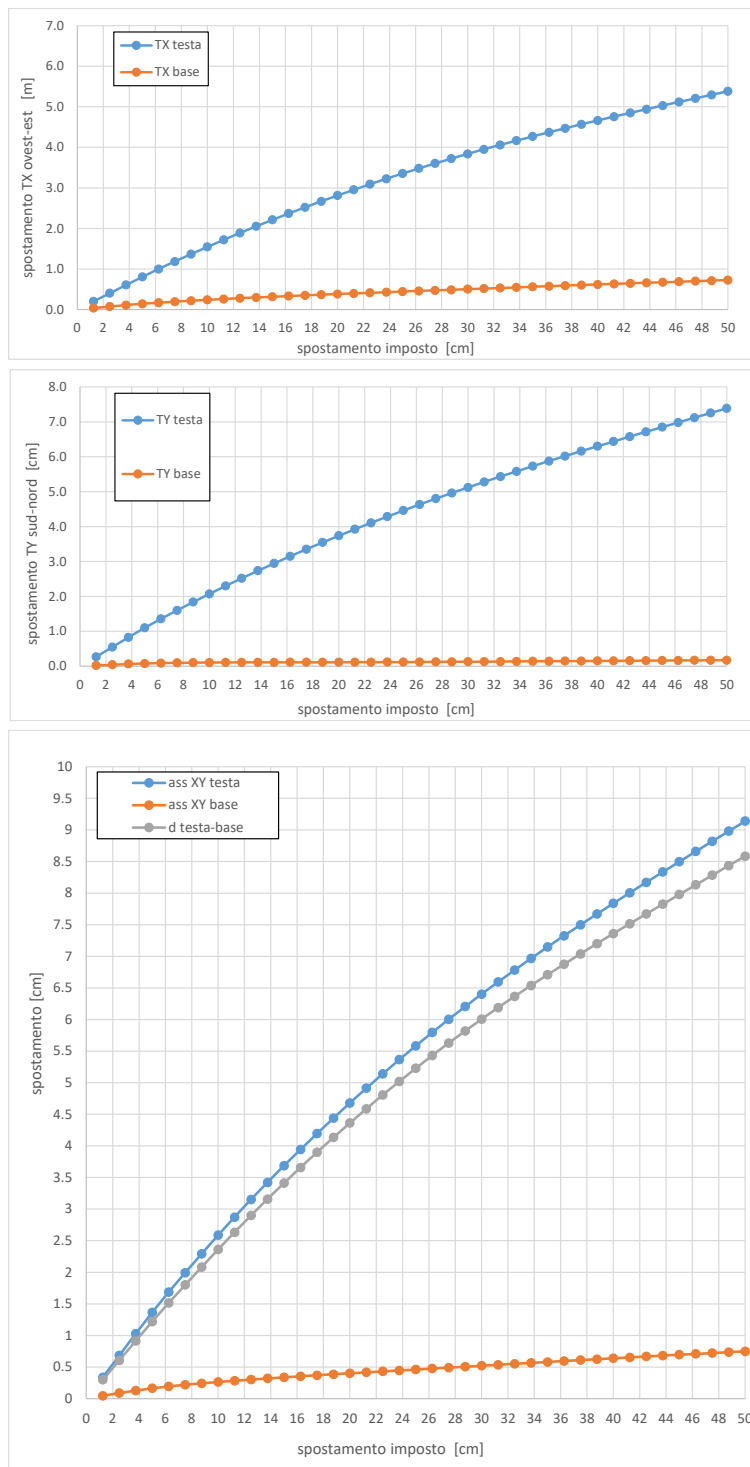


Figura 9-15: Andamento deformata Pozzo 4 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 118 di 136

9.3.2.5 Pozzo di difesa num. 5

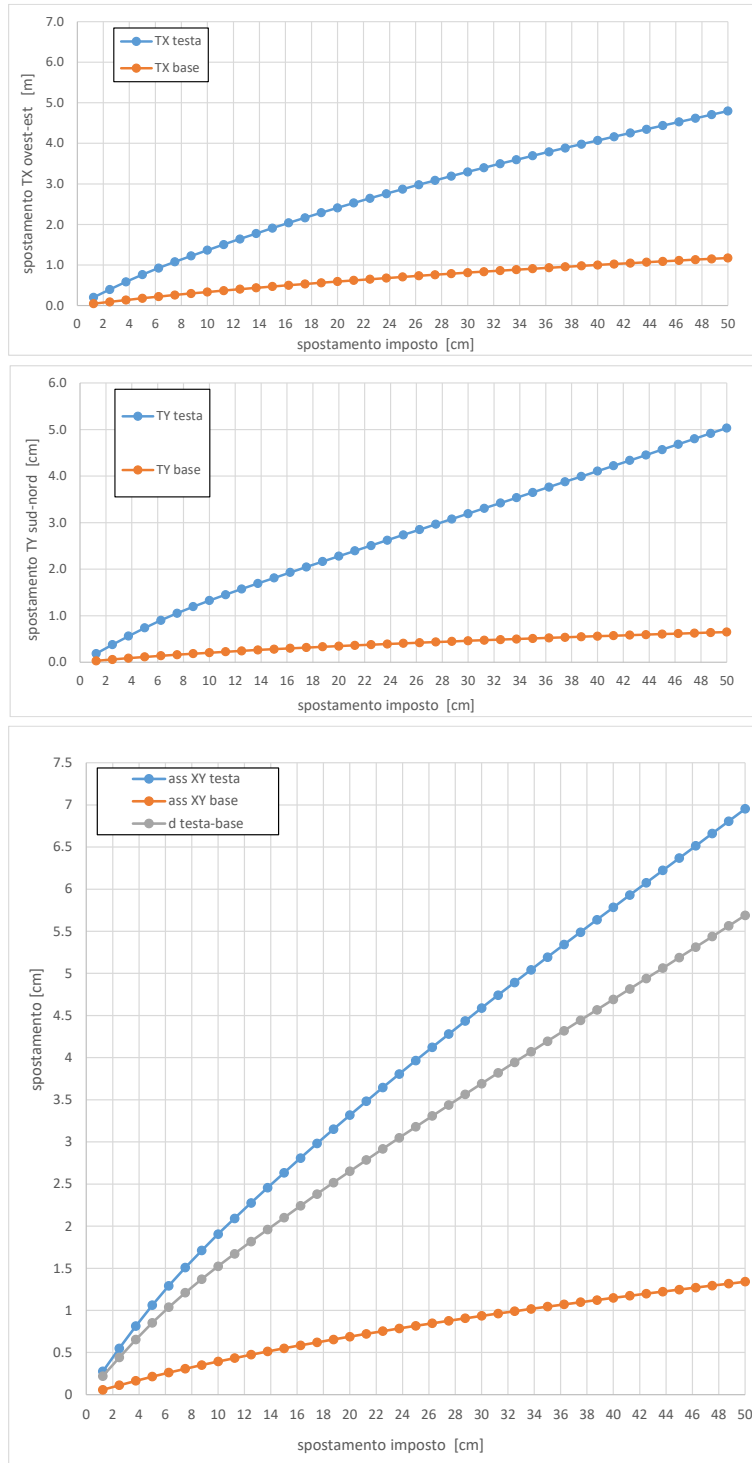


Figura 9-16: Andamento deformato Pozzo 5 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 119 di 136

9.3.2.6 Pozzo di fondazione Spalla A

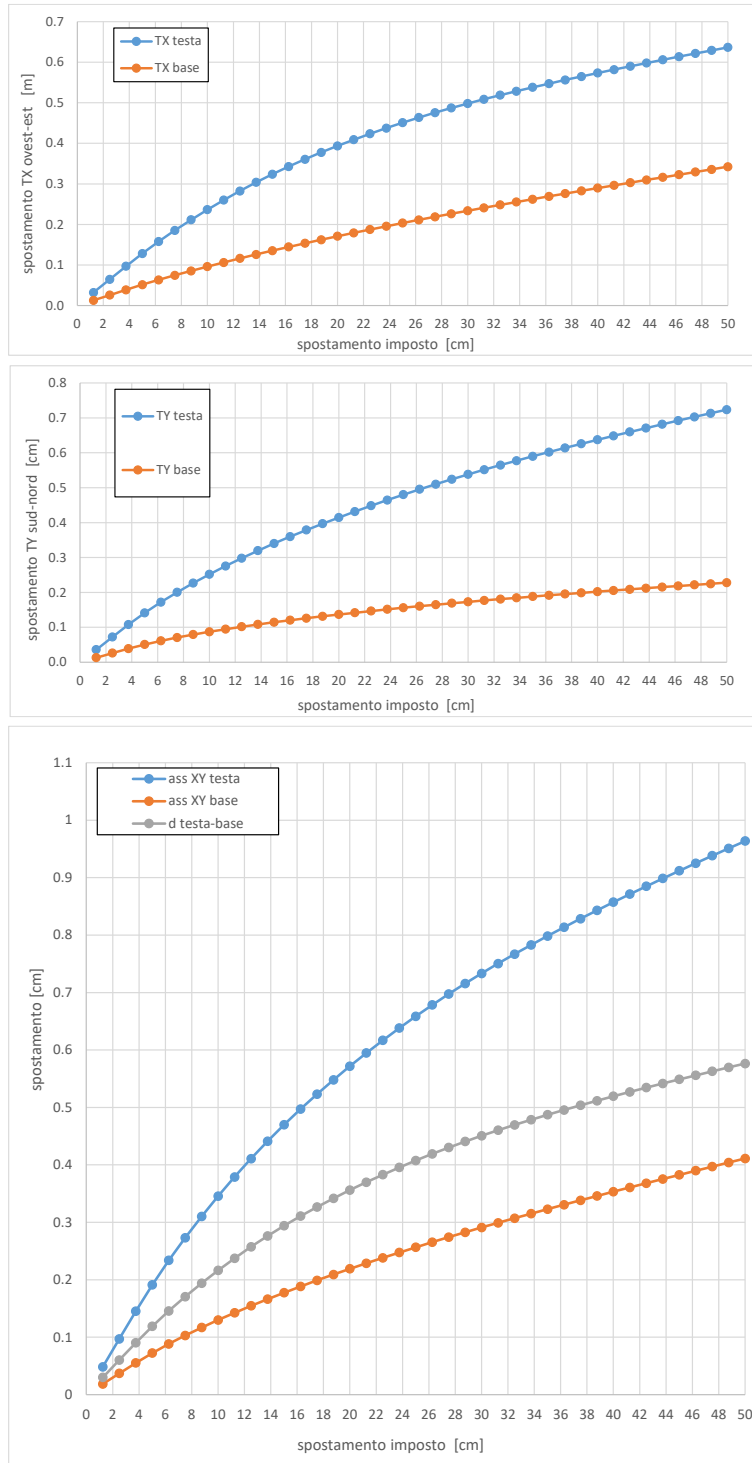


Figura 9-17: Andamento deformato Pozzo Spalla A al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 120 di 136

9.3.2.7 Pozzo di fondazione: pila 1

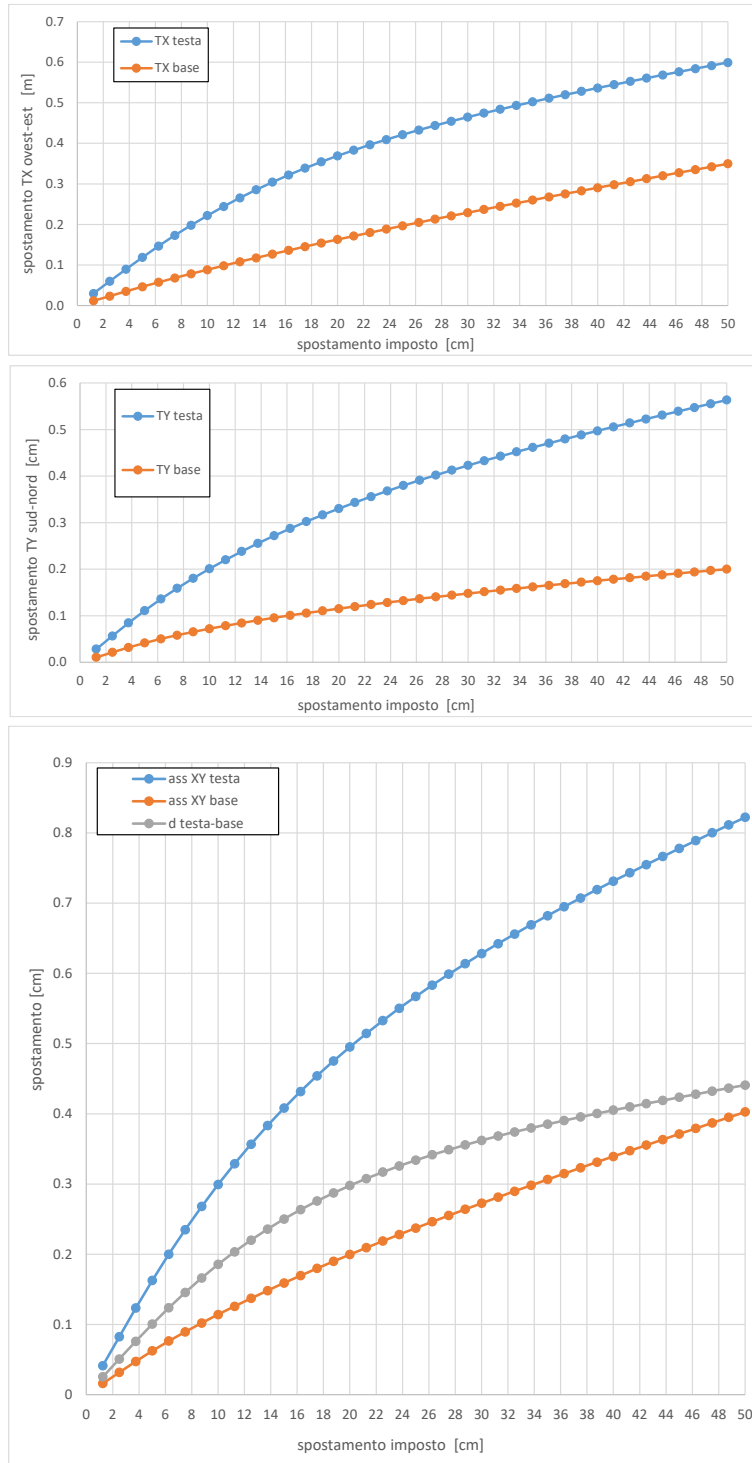


Figura 9-18: Andamento deformata Pozzo Pila 1 al crescere degli spostamenti imposti del versante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 121 di 136

9.3.2.8 Grafici di sintesi degli spostamenti dei pozzi e delle fondazioni della Pila1/Spalla A

I grafici successivi riportano la sintesi degli andamenti degli spostamenti (intesi come spostamento relativo testa-fondazione) dei pozzi di protezione e di quelli di fondazione del viadotto al crescere dello spostamento imposto.

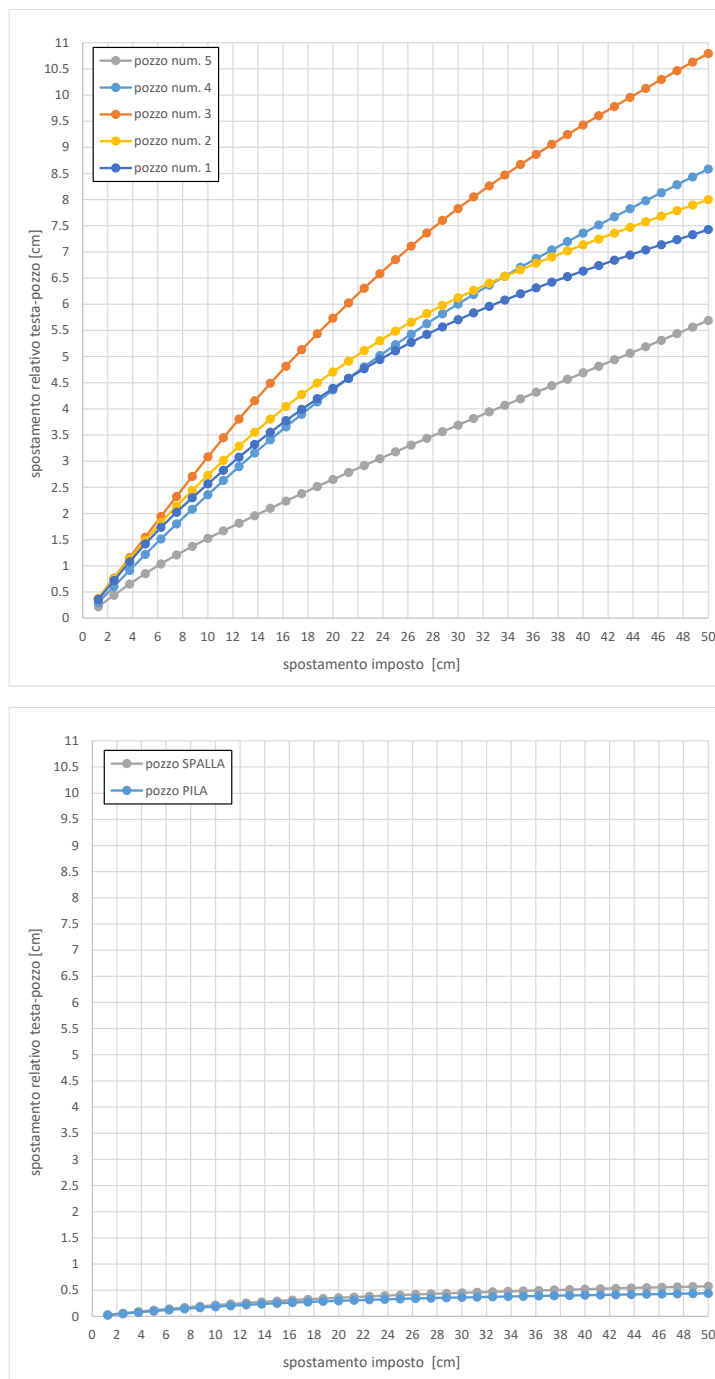


Figura 9-19: Sintesi spostamenti testa pozzi di presidio (in alto) e pozzi di fondazione (in basso)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 122 di 136

9.3.3 Grafici di sintesi degli spostamenti dei punti di controllo sul corpo di frana

I grafici successivi riportano la sintesi degli andamenti degli spostamenti (intesi come spostamento relativo testa-pozzo e azimut di spostamento) di 5 punti di controllo sul corpo di frana, estratti appena a monte dei rispettivi pozzi.

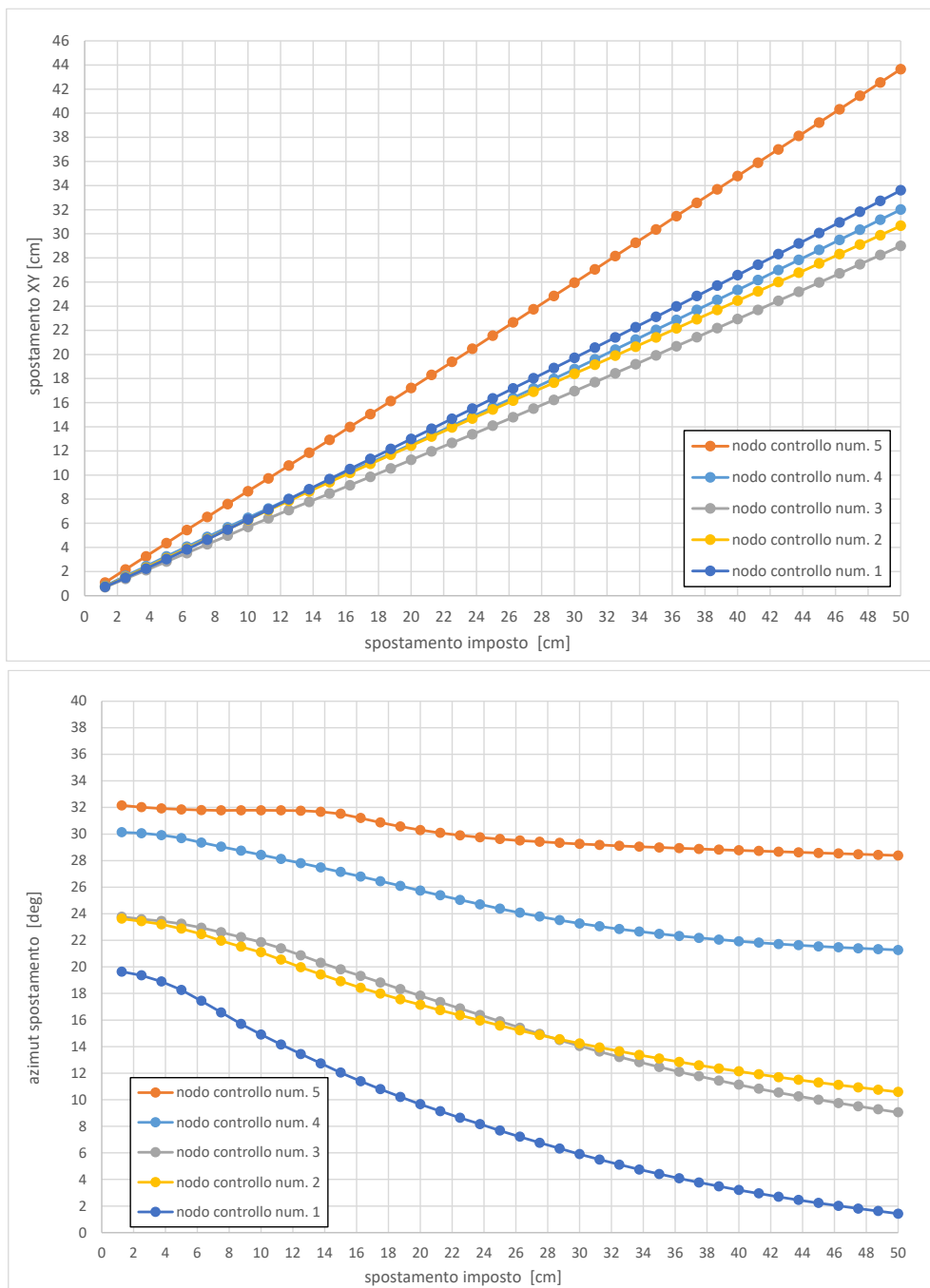


Figura 9-20: Andamento azimut spostamenti del terreno a monte di pozzi

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 30%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">VVI0202 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">123 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	123 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	123 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea																		

Dai grafici sopra riportati è possibile osservare l'effetto di deviazione dei movimenti della coltre imposto dai pozzi di barriera: all'aumentare dello spostamento imposto, la direzione di spostamento dei nodi di controllo tende a variare verso angoli di direzione più bassi (si ricorda che il sistema di riferimento angolare definisce 0° la direzione nord e 90° la direzione est), ovvero il corpo di frana tende a deviare verso una direzione parallela rispetto ai pozzi di barriera, a conferma dei meccanismi di protezione imposti dalla batteria di pozzi nel suo complesso.

9.3.4 Sollecitazioni globali negli elementi strutturali del modello FEM

Le sollecitazioni di forza assiale, taglio e momento sono estratte negli elementi strutturali del modello FEM in corrispondenza di determinati spostamenti relativi dei nodi di testa-base dei pozzi.

Le sollecitazioni sono estratte a diverse profondità ed integrate sulla sezione (orizzontale) della corona strutturale dei pozzi di difesa. Si riportano di seguito le estrazioni effettuate sul pozzo 4 che risulta il più sollecitato.

Gli step di spostamento considerati per l'integrazione delle tensioni nel modello sono dell'ordine dei 2.5, 5 e 8.5 cm che corrispondono a spostamenti del corpo di frana a monte pari a 10, 25 e 50 cm.

In base ai risultati ottenuti per via analitica e alle considerazioni sugli spostamenti permanenti di tipo sismico, gli spostamenti del pozzo sopra indicati possono essere assimilati a:

- 2.5 cm-testa pozzo (10 cm corpo frana): condizioni di spinta limite SLU di back-analysis, ovvero condizioni di avvenuta stabilizzazione della frana stessa per effetto degli interventi predisposti;
- 5 cm- testa pozzo (25 cm corpo frana): spinte in condizioni SLV;
- 8.5 cm- testa pozzo (50 cm corpo frana): spinte al limite del collasso strutturale (sulla base del dimensionamento condotto con i metodi analitici).

APPALTATORE:		
Consortio	Soci	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A
PROGETTAZIONE:		
Mandatario	Mandanti	
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		
V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	124 di 136

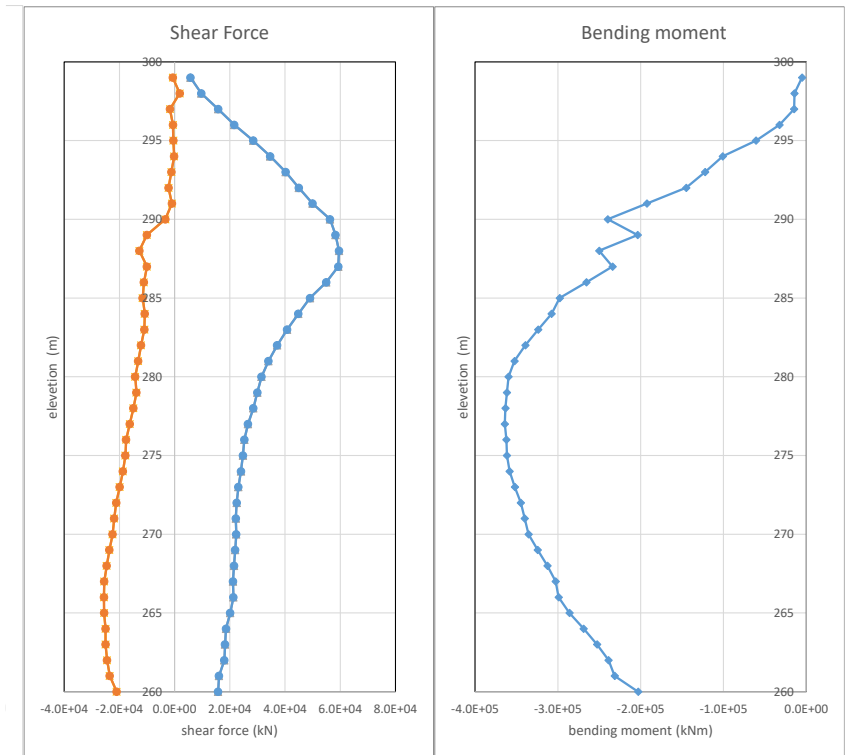


Figura 9-21: Pozzo di difesa 4 –sollecitazioni per spostamento relativo testa-base pari a 2.63 cm.

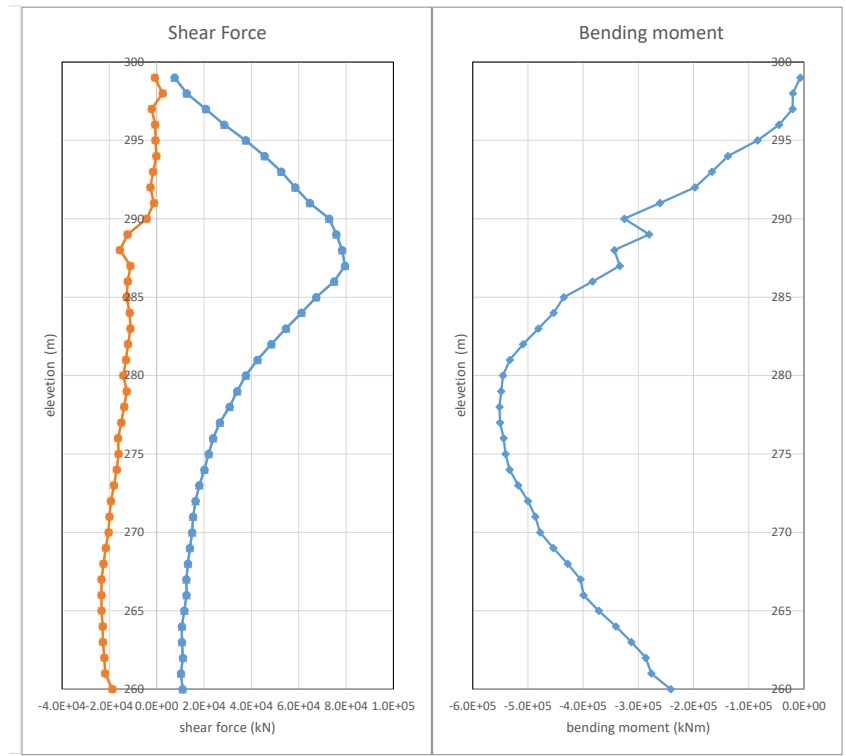


Figura 9-22: Pozzo di difesa 4 –sollecitazioni per spostamento relativo testa-base pari a 3.65 cm.

APPALTATORE:		
<u>Consorzio</u>	<u>Soci</u>	
HIRPINIA AV	WEBUILD S.P.A.	ASTALDI S.P.A
PROGETTAZIONE:		
<u>Mandatario</u>	<u>Mandanti</u>	
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING S.P.A.	ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		
V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea		

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	VVI0202 001	B	125 di 136

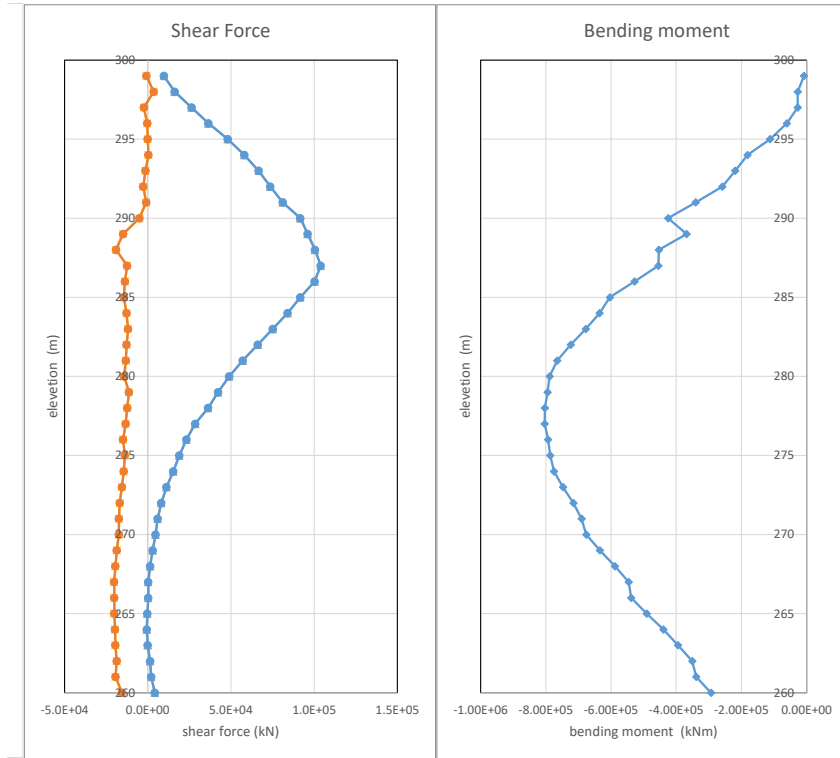


Figura 9-23: Pozzo di difesa 4 –sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 5.02 cm.

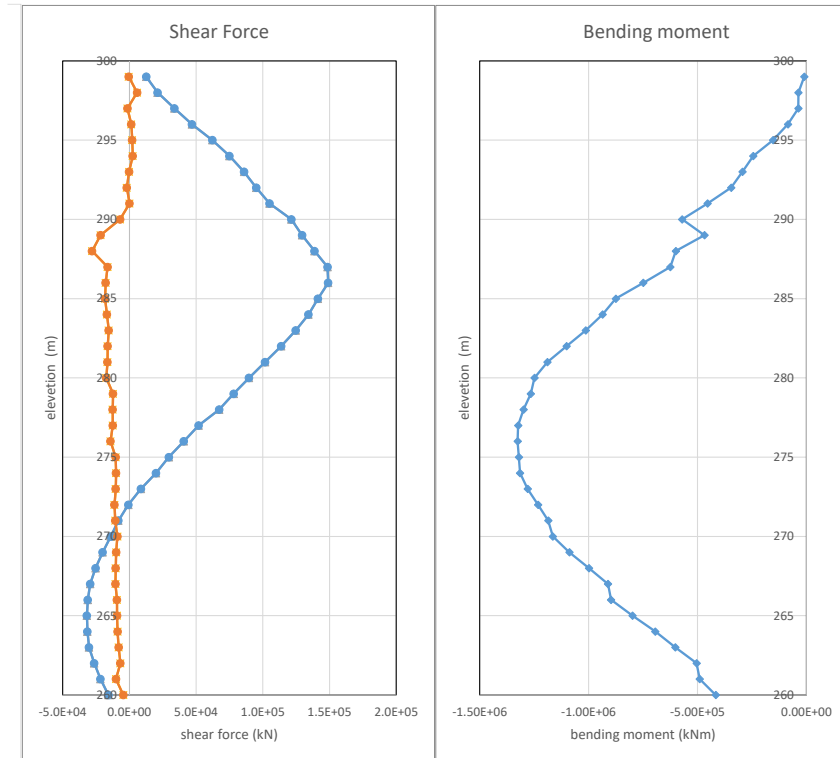


Figura 9-24: Pozzo di difesa 4 –sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 8.58 cm.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 126 di 136

Nelle successive tabelle, sempre per il pozzo 4 sono riportate le sollecitazioni per i 3 step di spostamento testa pozzo (2.5, 5, 8.5 cm) ed il confronto con le sollecitazioni ottenute per via analitica; si nota in generale un buon accordo tra gli ordini di grandezza delle elaborazioni analitiche e la modellazione FEM, ciò che porta ad un giudizio positivo circa l'affidabilità del dimensionamento effettuato.

In particolare, si nota che:

- Il modello FEM, a parità di spostamenti tende a fornire sollecitazioni inferiori, specie flettenti; questo può essere attribuito alla maggiore deformabilità del sistema pozzo modellato nel FEM;
- nel passaggio da 5 a 8.5 cm di spostamento testa pozzo (cioè da 25 cm a circa 50 cm del corpo frana) le sollecitazioni ottenute dal modello FEM non si incrementano proporzionalmente come sembra avvenire nei modelli analitici: tale tendenza, per grandi spostamenti, può essere attribuita alle plasticizzazioni del terreno a monte dei pozzi che portano la frana a scivolare verso valle, come osservato nell'andamento degli azimut dei punti di controllo riportati in Figura 9-1;
- il comportamento globale delle strutture di presidio osservate nel modello FEM appare confermare che il collasso avviene prima per raggiungimento del limite di carico degli elementi strutturali, piuttosto che per rottura del terreno.

Tabella 21: Modello FEM - Sollecitazioni globali sul pozzo 4

Sollecitazioni				
Spost. Testa- pozzo [cm]	H_x (KN)	H_y (KN)	M_x (KN*m)	M_y (KN*m)
2.5 -SLU	60000	26000	364000	82000
5.0 - SLV	104000	20000	803000	143000
8.5 – LIMITE COLLASSO	149000	28000	1330000	243000

Tabella 22: Modelli analitici - Sollecitazioni globali sul pozzo 4

Sollecitazioni					
N° Combo	Cond. Carico	H_x (KN)	H_y (KN)	M_x (KN*m)	M_y (KN*m)
1	SLU	55250	0	614069	0
2	SLV	97125	0	1074472	0
3	LIMITE COLLASSO	165000	0	1900000	0

Conferme a quanto sopra, possono essere ulteriormente ottenute mediante la costruzione della curva carico orizzontale-spostamenti pozzo. La procedura di spostamento incrementale applicata al modello FEM e la determinazione delle sollecitazioni interne - ed in particolare del taglio - permette di ottenere agevolmente la curva push-over dei pozzi, analogamente a quanto fatto precedente § 8.2.4 per la determinazione della spinta limite sopportabile dai pozzi. La figura seguente riporta il grafico ottenuto sulla base delle integrazioni degli spostamenti e dei tagli.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.			RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea			COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 127 di 136

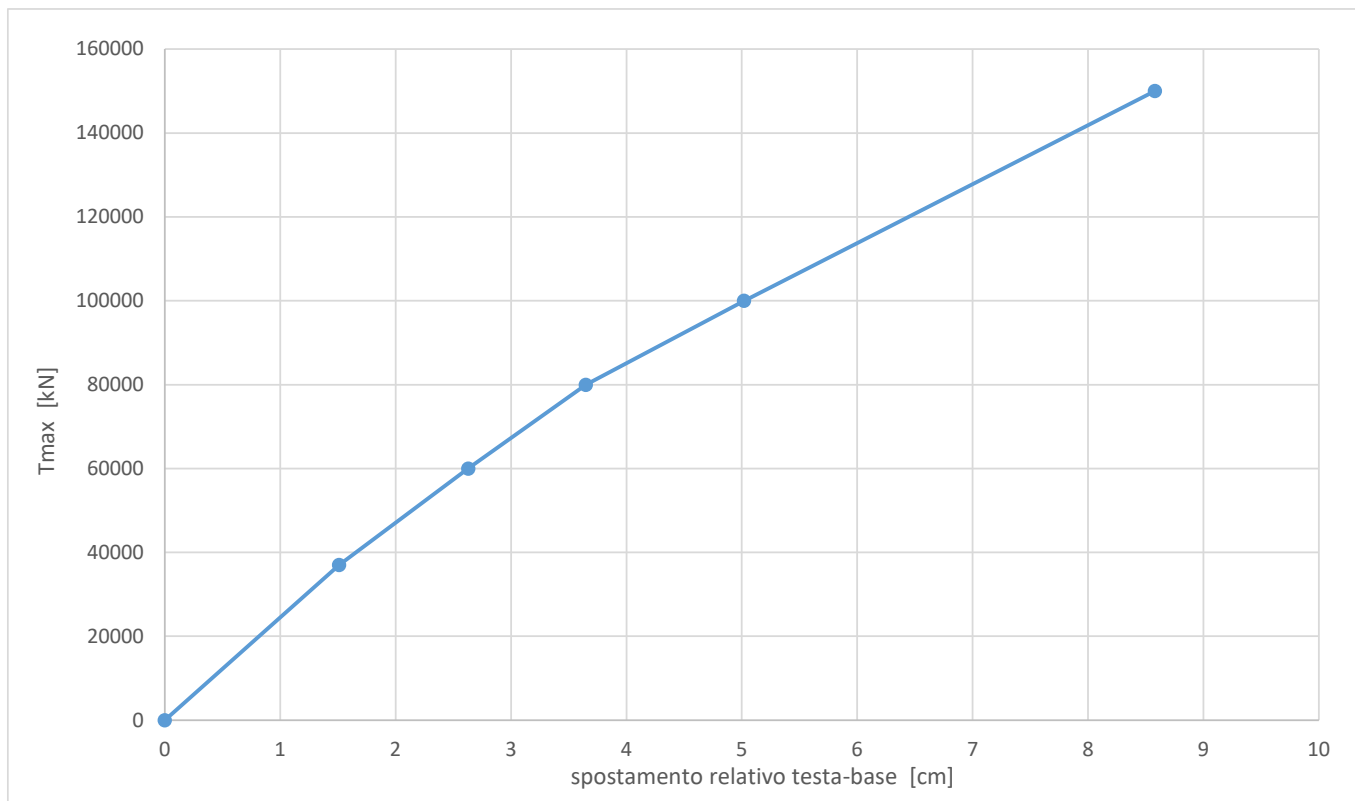


Figura 9-25: Pozzo di difesa 4 Curva push-over-Valori di taglio massimo in funzione dello spostamento relativo testa-base del pozzo

È interessante il confronto tra la curva push-over del pozzo ottenuta tramite modello FEM e quella ottenuta con i metodi all'equilibrio limite descritti nei capitoli successivi.

Nel complesso, per il campo di spostamenti indagati, il modello FEM mostra una rigidità del pozzo inferiore, ciò che appare ragionevole, avendo introdotto nel modello anche la rigidità propria dei pali in c.a. e dei pali plastici, con una buona corrispondenza tra i due diversi approcci tra spostamenti e azioni di taglio calcolate. Per il massimo campo di spostamenti indagato, non si nota una perdita di stabilità del pozzo e quindi il raggiungimento del *plateau* di carico, ovvero della rottura del terreno: il comportamento osservato conferma pienamente, quindi, i valori limite di capacità portante determinati per via analitica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 128 di 136

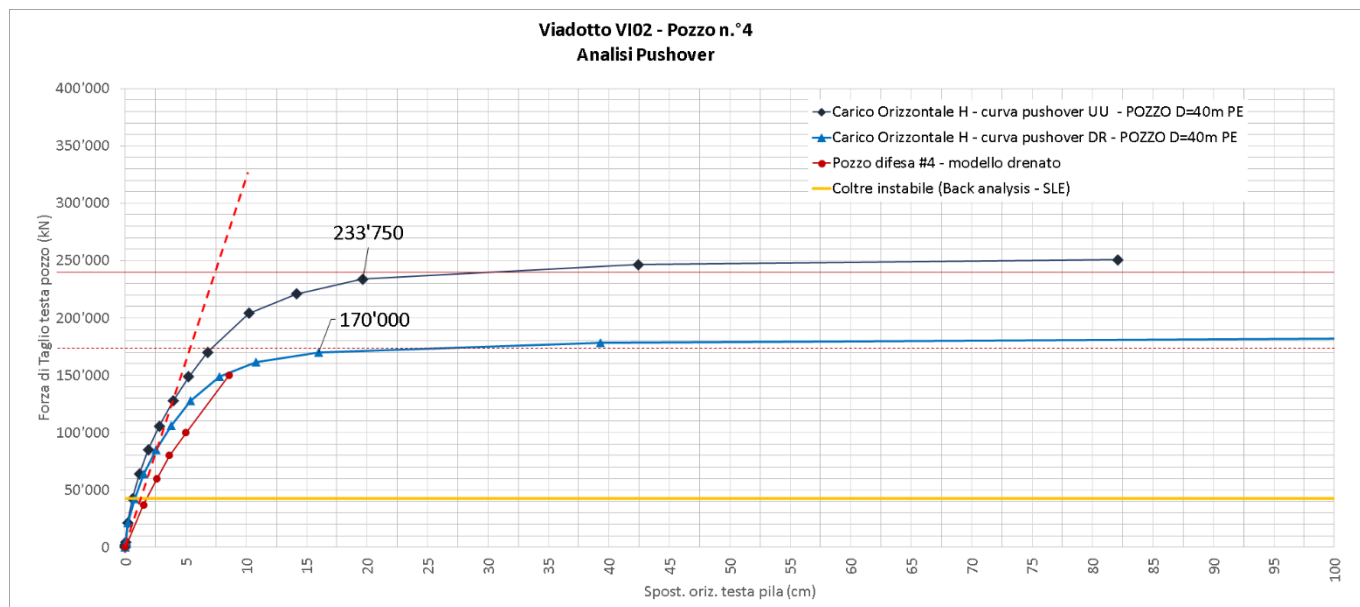


Figura 9-26: Pozzo di difesa 4 Curva push-over-Valori di taglio massimo in funzione dello spostamento relativo testa-base del pozzo – Confronto tra modelli analitici e modelli numerici (curva in rosso – Modello FEM)

9.3.5 Verifica delle compressioni anulari all'interno dei pozzi

Tra gli obiettivi del modello FEM, come detto, vi è la analisi del regime di sollecitazioni anulari nei pozzi, regime di difficile schematizzazione con modelli semplificati. Le sollecitazioni di forza assiale e momento nel piano orizzontale dei pozzi sono estratte negli elementi strutturali del modello FEM in corrispondenza di determinati spostamenti relativi dei nodi di testa-base dei pozzi.

Le sollecitazioni sono estratte a diverse profondità ed integrate sulla sezione (verticale) della corona strutturale dei pozzi di difesa per fasce di altezza pari a 1,3 metri, sia nel paramento di valle che nel paramento di monte, fino ad una profondità di 30 metri.

Si riportano di seguito le estrazioni effettuate sul pozzo di difesa 4.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatara</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 129 di 136

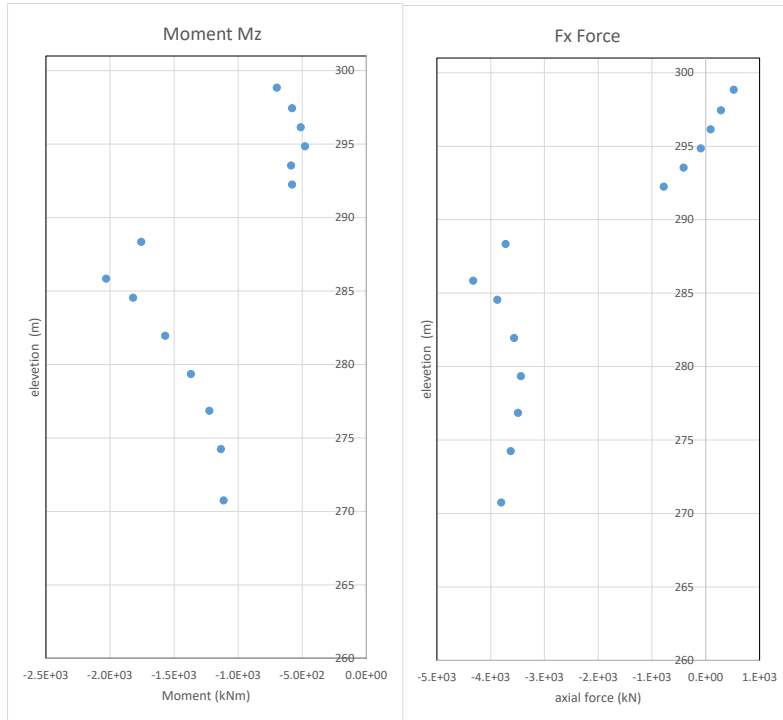


Figura 9-27: Pozzo di difesa 4 – paramento di valle – integrazione delle sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 2.63 cm.

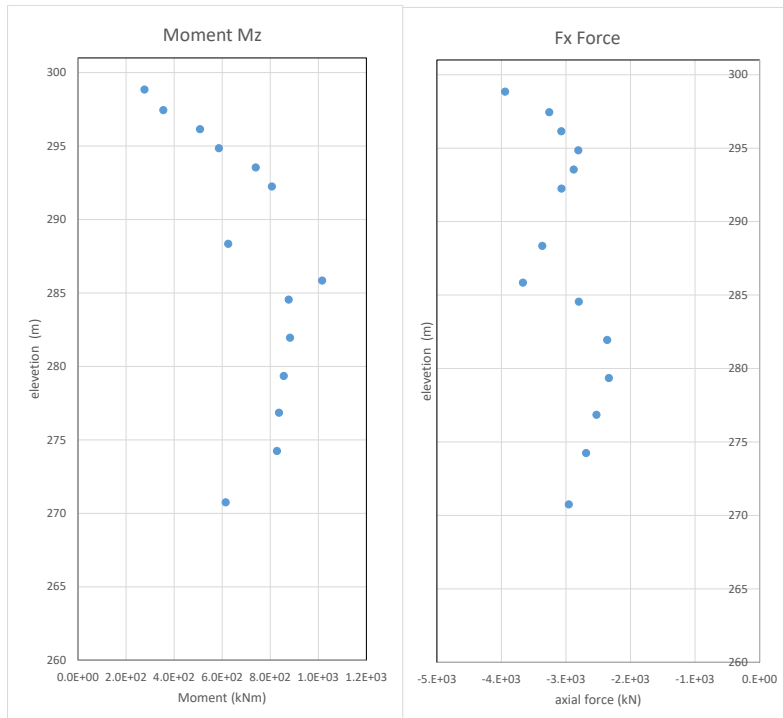


Figura 9-28: Pozzo di difesa 4 – paramento di monte – integrazione delle sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 2.63 cm.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 130 di 136

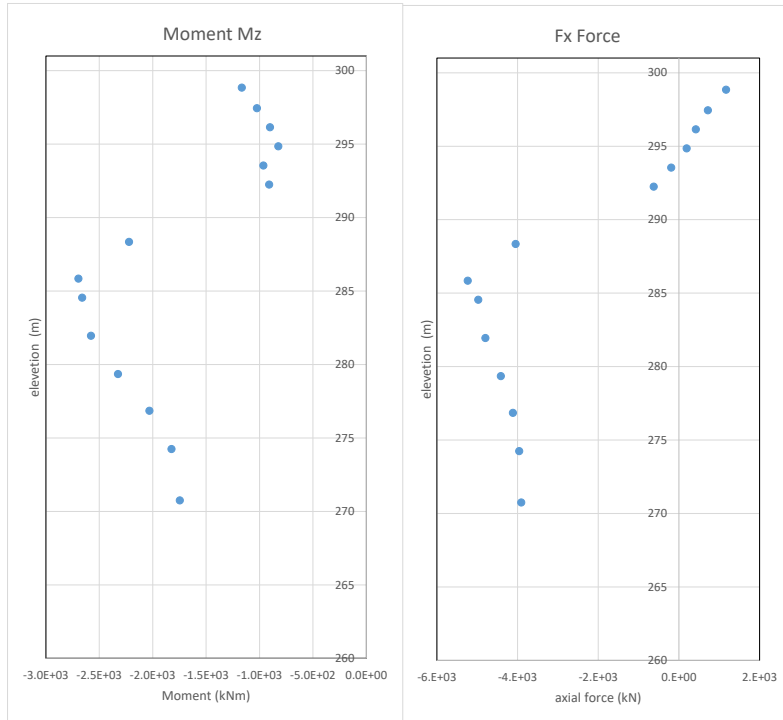


Figura 9-29: Pozzo di difesa 4 – paramento di valle – integrazione delle sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 5.02 cm.

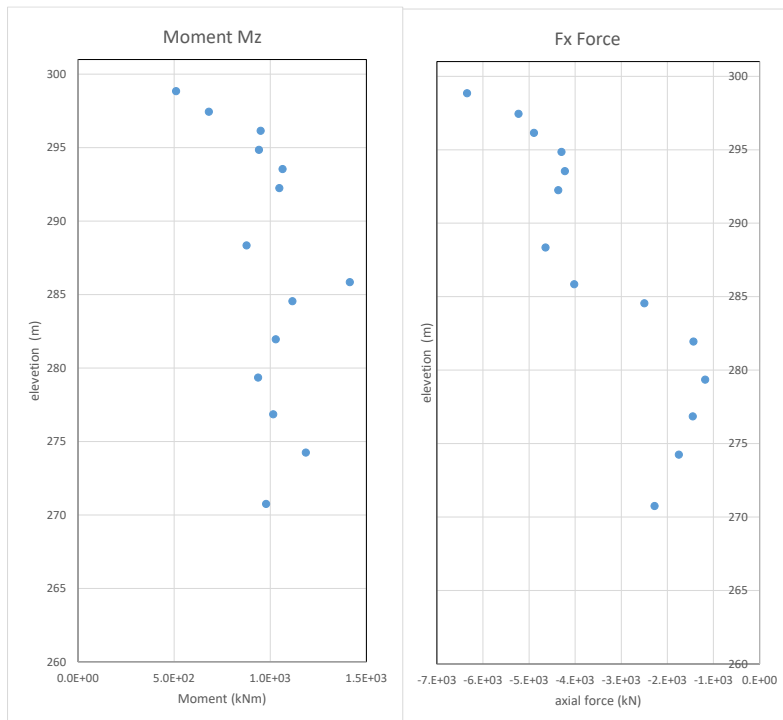


Figura 9-30: Pozzo di difesa 4 – paramento di monte – integrazione delle sollecitazioni per uno spostamento relativo testa-base pari a 5.02 cm.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 131 di 136

E' possibile osservare che il regime delle sollecitazioni anulari appare sempre di compressione, il lato di monte del paramento è in generale soggetto ad una compressione ben centrata nella sezione, mentre nel lato di valle per i primi 5 m circa da testa pozzo si notano delle deboli trazioni nella porzione sommitale del pozzo (dove però è presente la soletta di chiusura del pozzo stesso ed i pali sono quindi contrastati in testa e dotati di resistenza flessionale grazie alla armatura predisposta). Le deboli trazioni sono associate ad un regime di sollecitazioni molto contenuto: non è escluso che tali effetti siano generati anche dalle semplificazioni apportate alla modellazione della porzione di pozzo e di terreno sopra la testa pozzo, come descritto in precedenza, e da disturbi localizzati nel modello. Per il resto dello sviluppo le eccentricità risultanti non eccedono di molto il terzo medio e comunque non sono mai tali da parzializzare più della metà della sezione superando i limiti di resistenza dei pali plastici, se non per differenze di modestissima entità, certamente accettabili.

Le tabelle successive riportano le verifiche di sollecitazione nel solo calcestruzzo, avendo imposto i limiti tensionali minimi per i pali plastici. La miscela degli stessi sarà caratterizzata da bassa resistenza a compressione in modo da consentire la realizzazione dei pali secondati armati con calcestruzzo di classe C25/30 ed impedire deviazioni eccessive dalla verticalità .

Tipo di sezione Rettangolare
Resistenza min. pali plastici 2 MPa

Sollecitazioni anello pozzo		Verifiche compressioni anulari			
N (kN)	M (kNm)	σ_{cls} [MPa]		Verifiche	
				e < H/3	$\sigma_{cls,max}$
3032	213	1.27	0.93	SI	SI
2506	273	1.13	0.69	SI	SI
2363	390	1.17	0.55	SI	SI
2159	451	1.14	0.43	SI	SI
2214	569	1.26	0.35	SI	SI
2359	620	1.35	0.37	SI	SI
2589	481	1.32	0.56	SI	SI
2820	781	1.65	0.41	SI	SI
2153	674	1.32	0.25	SI	SI
1815	679	1.20	0.12	SI	SI
1796	658	1.18	0.13	SI	SI
1942	643	1.22	0.20	SI	SI
2066	637	1.26	0.25	SI	SI
2273	472	1.20	0.45	SI	SI

Tabella 23: Sollecitazioni anulari (riportate a m di profondità) sulla corona di pali – Paramento di monte – s= 2.5 cm

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 132 di 136

Sollecitazioni anello pozzo		Verifiche compressioni anulari			
N	M	σ_{cls}		Verifiche	
(kN)	(kNm)	[MPa]		e < H/3	$\sigma_{cls,max}$
-401	-538	-	-	NO	-
-219	-446	0.22	0.00	NO	-
-71	-394	0.01	0.00	NO	-
71	-369	0.01	0.00	SI	SI
316	-452	0.08	0.00	SI	SI
600	-446	0.19	0.00	SI	SI
2863	-1352	1.03	0.00	SI	SI
3326	-1562	1.20	0.00	SI	SI
2740	-1207	1.01	1.95	SI	SI
2645	-1054	0.99	1.80	SI	SI
2685	-943	1.04	1.72	SI	SI
2789	-873	1.10	1.71	SI	SI
2925	-857	1.17	1.74	SI	SI

Tabella 24: Sollecitazioni anulari (riportate a m di profondità) sulla corona di pali – Paramento di valle – s= 2.5 cm

Sollecitazioni anello pozzo		Verifiche compressioni anulari			
N	M	σ_{cls}		Verifiche	
(kN)	(kNm)	[MPa]		e < H/3	$\sigma_{cls,max}$
4879	392	2.09	1.46	SI	SI
4022	523	1.88	1.05	SI	SI
3763	731	1.95	0.79	SI	SI
3305	724	1.78	0.63	SI	SI
3248	818	1.83	0.53	SI	SI
3357	805	1.86	0.58	SI	SI
3572	674	1.83	0.76	SI	SI
3092	1088	1.99	0.26	SI	SI
1920	858	1.38	0.02	SI	SI
1102	791	1.12	0.00	SI	SI
906	720	1.04	0.00	SI	SI
1114	781	1.10	0.00	SI	SI
1346	912	1.29	0.00	SI	SI
1752	753	1.23	0.04	SI	SI

Tabella 25: Sollecitazioni anulari (riportate a m di profondità) sulla corona di pali – Paramento di monte – s= 5.0 cm

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 133 di 136

Sollecitazioni anello pozzo		Verifiche compressioni anulari			
N	M	σ_{cls}		Verifiche	
(kN)	(kNm)	[MPa]		e < H/3	$\sigma_{cls,max}$
-902	-897	-	-	NO	-
-554	-788	7.83	0.00	NO	-
-325	-694	0.29	0.00	NO	-
-150	-635	0.03	0.00	NO	-
146	-742	0.02	0.00	SI	SI
479	-701	0.11	0.00	SI	SI
4027	-2074	1.42	0.00	SI	SI
3826	-2047	1.34	0.00	SI	SI
3688	-1984	1.29	0.00	SI	SI
3393	-1789	1.19	0.00	SI	SI
3045	-1403	1.11	0.00	SI	SI
3004	-1343	1.10	2.16	SI	NO

Tabella 26: Sollecitazioni anulari (riportate a m di profondità) sulla corona di pali – Paramento di valle – s= 5.0 cm

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE V102-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 134 di 136

10 STIMA INCIDENZA ARMATURE

10.1 PALI POZZI - DIAMETRO 1500 MM

Tabella ferri						
ARMATURA PALO LUNGH. = 40 m						
POS.	N.	DIAM.	LUNGH. (cm)	P.U.	LUNGH. TOT. (cm)	PESO (kg)
1	36	26	1200	4.168	43200	1800
2	48	32	1200	6.313	57600	3636
3	48	32	1200	6.313	57600	3636
4	24	30	1110	5.549	26640	1478
4	12	26	1000	4.168	12000	500
7	1	14	68774	1.208	68774	831
8	1	14	68774	1.208	68774	831
9	1	14	68774	1.208	68774	831
10	1	14	47287	1.208	47287	571
11	24	26	450	4.168	10800	450
Kg						14566
AREA PALO (m ²)						1.77
LUNGH. PALO (m)						40.00
VOLUME (m ³)						70.65
INCIDENZA DI CALCOLO (kg/m ³)						206.2
Incremento percentuale % (*)						5
INCIDENZA DI PROGETTO (kg/m ³)						215

10.2 PALI POZZI DIAMETRO 1200 MM

Tabella ferri						
ARMATURA PALO LUNGH. = 40 m						
POS.	N.	DIAM.	LUNGH. (cm)	P.U.	LUNGH. TOT. (cm)	PESO (kg)
1	30	26	1200	4.168	36000	1500
2	30	30	1200	5.549	36000	1998
3	30	30	1200	5.549	36000	1998
4	20	26	1110	4.168	22200	925
4	1	26	1000	4.168	1000	42
7	1	14	40205	1.208	40205	486
8	1	14	53596	1.208	53596	648
9	1	14	53596	1.208	53596	648
10	1	14	36855	1.208	36855	445
11	24	26	450	4.168	10800	450
Kg						9139
AREA PALO (m ²)						1.13
LUNGH. PALO (m)						40.00
VOLUME (m ³)						45.22
INCIDENZA DI CALCOLO (kg/m ³)						202.1
Incremento percentuale % (*)						5
INCIDENZA DI PROGETTO (kg/m ³)						210

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 135 di 136

10.3 MURO DI PLACCAGGIO

MURO DI PLACCAGGIO									
Volume calcestruzzo					incidenza				
b		1 m				kg acciaio	132,21 kg		
h		1,13 m				Vcls	1,13 m ³		
s		1 m				incidenza	117,00 kg/m ³		122,8503
V		1,13 m ³				incidenza progetto	120,00 kg/m³		
Armature longitudinali									
	parti	n	φ	L		Area	peso		incidenza
trasv	2	5	26	1		53,09	41,68		36,88
trasv int ext	1	5	20	1		15,71	12,33		10,91
long	2	5	16	1,3		20,11	20,52		18,16
frettaggio (zona testa tirant	4	5	16	1,3		40,21	41,04		36,32
TOTALE							115,56		102,27
Armature trasversali									
	parti	n	φ	L		Area	peso		incidenza
							0,00	0,00	0,00
				1,15			0,00	0,00	0,00
TOTALE							0,00		0,00
Spilli									
	parti	n	φ	L		Area	peso		incidenza
		5	2,5	12	1,5		14,14	16,65	14,73
		0	25	12	1,5		0,00	0,00	0,00
TOTALE							16,65		14,73

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV WEBUILD S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VI02-VERSANTE GROTTAMINARDA - Relazione di calcolo pozzi strutturali di presidio opere di linea	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO VVI0202 001	REV. B	FOGLIO 136 di 136

FONDAZIONE MURO DI PLACCAGGIO									
Volume calcestruzzo					incidenza				
b		1	m				kg acciaio	147,64	kg
h		1,5	m				Vcls	1,50	m ³
s		1	m				incidenza	98,42	kg/m ³
V		1,5	m ³				incidenza p	100,00	kg/m³
Armature longitudinali									
		parti	n	φ	L		Area	peso	incidenza
trasv		2	5	26	1,3		53,09	54,18	47,95
trasv int ext		1	2,5	20	1		7,85	6,17	5,46
long		2	5	22	1,3		38,01	38,79	34,33
intermedia		2	5	20	1,3		31,42	32,06	28,37
TOTALE								131,20	116,11
Armature CAVALLOTTI									
		parti	n	φ	L		Area	peso	incidenza
		1	0,625	20	4,4		1,96	6,78	6,00
							0,00	0,00	0,00
TOTALE								6,78	6,00
Spilli									
		parti	n	φ	L		Area	peso	incidenza
		2,5	2,5	12	1,74		7,07	9,65	8,54
		0	25	12	1,5		0,00	0,00	0,00
TOTALE								9,65	8,54