

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**

VIABILITÀ

NV11 – VIABILITÀ DI ACCESSO RI57

VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo

APPALTATORE Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Aristodemo Busillo 15/02/2023	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	PROGETTISTA Ing. R. Zanon
---	--	----------------------------------

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	V	ZZ	CL	NV1105	281	A	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 16.00 - Emissione	N. Valimberti	15/02/2023	R. Zanon	15/02/2023	A. Callerio	15/02/2023	R. Zanon

15/02/2023

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 2 di 68

Indice

1	PREMESSA	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	6
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	6
2.3	BIBLIOGRAFIA	7
2.4	SOFTWARE	7
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1	CALCESTRUZZO.....	8
3.1.1	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO	8
3.1.2	CALCESTRUZZO PALI E CORDOLI.....	8
3.2	ACCIAIO.....	9
3.2.1	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE	9
4	INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	10
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	12
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	14
6.1	VITA NOMINALE.....	14
6.2	CLASSE D'USO	14
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	14
6.4	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.....	15
6.5	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	15
6.6	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	15
7	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....	16
7.1	AZIONI PERMANENTI.....	16
7.1.1	PESO PROPRIO	16
7.1.2	SPINTA DELLE TERRE	16
7.2	AZIONI VARIABILI.....	17
7.2.1	SOVRACCARICHI	17
7.3	AZIONE SISMICA	18
7.3.1	ACCELERAZIONE EQUIVALENTE DI PROGETTO	18
7.4	FALDA DI PROGETTO	19
8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI.....	20

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 3 di 68

9	METODO DI ANALISI.....	22
9.1	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE	22
9.2	PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	22
9.3	MODELLAZIONE DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO	24
10	MODELLO DI CALCOLO	26
10.1	FASI DI CALCOLO	27
11	CRITERI DI VERIFICA.....	28
11.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	28
11.1.1	VERIFICA DELLA MASSIMA SPINTA PASSIVA MOBILITATA.....	28
11.1.2	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	28
11.2	VERIFICHE STRUTTURALI	28
11.2.1	VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE ED A TRAZIONE.....	29
11.2.2	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO	29
11.2.3	VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO A FESSURAZIONE	30
12	RISULTATI.....	31
12.1	STABILITA' GLOBALE	31
12.2	MOMENTO FLETTENTE E TAGLIO	33
12.3	SPOSTAMENTO	39
12.4	SPINTE SUL PARAMENTO	40
12.5	REAZIONE NEL VINCOLO.....	42
12.6	AZIONI NELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO	43
12.6.1	AZIONI INTERNE SLE	43
12.6.2	AZIONI INTERNE SLU	47
13	VERIFICHE	50
13.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	50
13.2	VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEI PALI	50
13.2.1	MOMENTO FLETTENTE.....	51
13.2.2	AZIONE DI TAGLIO	52
13.2.3	VERIFICHE	53
13.3	VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DELLA TRAVE	59
13.3.1	VERIFICHE	59
13.4	CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE ARMATURE	66
13.4.1	PARATIA.....	66
13.4.2	TRAVE DI TESTA.....	67

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">REV.</td> <td style="width: 16.6%; 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;">NV1105 281</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">4 di 68</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	4 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	4 di 68													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta</u> all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo																		

ALLEGATI **68**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 5 di 68

1 PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano i calcoli per il dimensionamento delle opere di sostegno relative alla viabilità NV11 previste nell'ambito della progettazione esecutiva di Variante 28 inclusa nel raddoppio del I° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice – Orsara (itinerario Napoli – Bari).

Per la viabilità NV11 sono previste le seguenti opere di sostegno:

- Paratia di pali di valle, per il cui dimensionamento si rimanda alla Relazione di calcolo delle opere di sostegno del piazzale RI57 (Doc. IF2801VZZCLRI5700001A);
- Paratia di pali di monte, oggetto della presente relazione di calcolo.

Si veda la planimetria in Figura 1-1.

Nel seguito si mostrano le assunzioni dei calcoli e si discutono i risultati relativi alle opere sopra elencate, la cui geometria è illustrata in dettaglio negli elaborati di progetto (Doc. Rif. [22] e [23]) e descritta sinteticamente nel Capitolo 4.

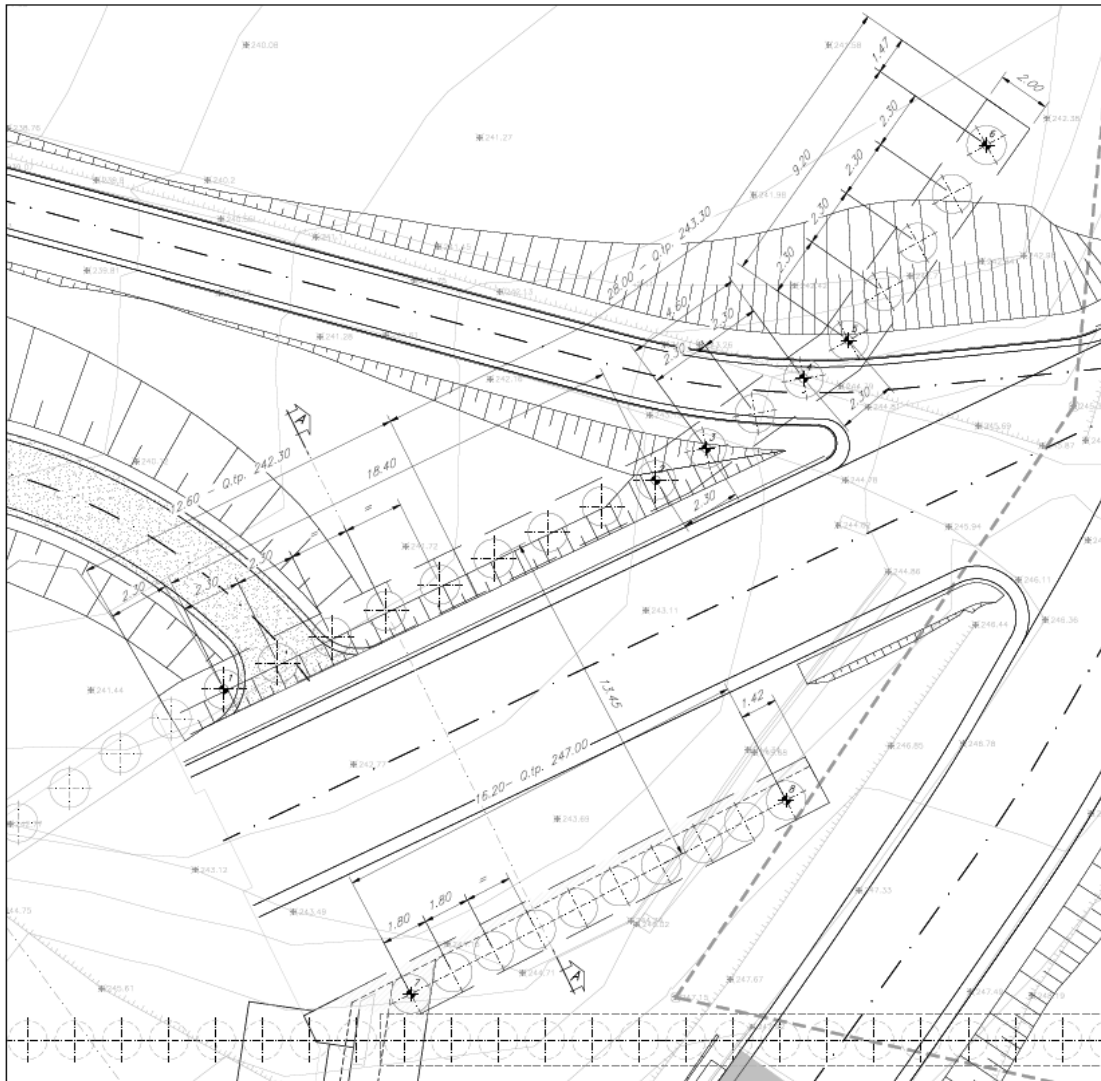


Figura 1-1 – Vista in pianta delle opere (Doc. Rif. [22])

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 6 di 68

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le opere descritte nella presente relazione sono state progettate con riferimento alle seguenti Normative nazionali ed internazionali:

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.02.2008
- [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] UNI EN 1990:2006 - Criteri generali di progettazione strutturale
- [5] UNI EN 1991-1-1:2006 - Azioni sulle strutture
- [6] UNI EN 1992-1-1:2005 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- [7] UNI EN 1993-1-1:2007 - Progettazione delle strutture in acciaio
- [8] UNI EN 1997-1:2005 - Progettazione geotecnica
- [9] UNI EN 1998-5:2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- [10] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206
- [11] UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- [12] UNI EN 13670:2010 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo
- [13] CIRIA C760 Guidance on embedded retaining wall design.
- [14] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea.
- [15] RFI DTC SI MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili
- [16] RFI DTC SI SP IFS 001 A – Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili

2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- [17] Criteri di calcolo per lo sviluppo del Progetto di Variante VI03 – Lato Bari (18/07/22, Consorzio/ATI/ITF)
- [18] IF2701CZZRHOC0101007B Report interpretativo monitoraggio geotecnico con evidenze geomorfologiche
- [19] IF2801VZZRHOC0101281A Relazione Geotecnica Generale
- [20] IF2801VZZRHOC0101282A Modellazione numerica di flusso per la verifica delle soluzioni progettuali di drenaggio del corpo di frana
- [21] IF2801EZZRBOC0100001B Relazione Geotecnica Generale
- [22] IF2801VZZPANV1105001A Planimetria tracciamento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 7 di 68

[23] IF2801VZZBZNV1105001A Sezioni

2.3 BIBLIOGRAFIA

- [24] Bond A., Harris A. (2008) "Decoding Eurocode 7", London, Taylor & Francis, 616pp.
- [25] Bowles J. (1997) , "Foundation Analysis Design", McGraw-Hill, Singapore.
- [26] Caquot A., Kerisel J. (1948), "Tables for the calculation of passive pressure, active pressure and bearing capacity of foundations", Paris, France: Gauthier-Villars
- [27] Duncan J.M., Chang C.Y. (1970), "Nonlinear analysis of stress and strain in soil", ASCE J. Of the Soil Mech. And Found. Div., 96, 129-1653.
- [28] Janbu N. (1973), "Slope stability computations", Casagrande Volume. Embankment Dam Engineering. John Wiley & Sons ed.
- [29] Kulhaway, F.H. et al. (1983), "Transmission line structure foundations for uplift-compression loading", Report EL-2870, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- [30] Lancellotta R. (1991), "Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [31] Lancellotta R. Calavera J. (1999), "Fondazioni", McGraw-Hill Libri Italia , Milano.
- [32] Mononobe N., and Matuo H. (1929), "On the determination of earth pressure during earthquakes", Proceedings of World Engineering conference, Vol.9.
- [33] NAVFAC (1982), "Foundations and earth Structures. Design manual 7.2". Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command.
- [34] Okabe S. (1926) "General theory of earth pressure", Journal, Japanese Society of Civil engineers, Vol.12, No.1.
- [35] Seed, H.B. and Whitman, R.V. (1970), "Design of earth retaining structures for dynamic loads", Proceedings, ASCE Specialty Conference on Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures. 103-147.
- [36] Taylor, D.W. (1948), "Fundamental of soil mechanics", John Wiley, New York.
- [37] Terzaghi, K. And Peck, R. and Mesri, G. (1996), "Soil mechanics in Engineering practice", 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., Canada.
- [38] Tomlinson, M. and Woodward, J. (2008), "Pile design and construction practice", 5th edition, Taylor & Francis Group, London.
- [39] Wood ,D.M. (1990), "Soil behaviour and critical state soil mechanics", Cambridge University Press, United States of America.

2.4 SOFTWARE

- [40] Manuale Paratie Plus – Harpaceas (www.harpaceas.it)
- [41] Manuale RC-SEC GEOSTRU – (<http://help.geostru.eu/rc-sec/it/index.html>)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 8 di 68

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001).

Relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}). In merito alle caratteristiche meccaniche e di resistenza si farà riferimento ai seguenti valori minimi.

3.1.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

Classe di esposizione	XC0
Classe di resistenza	C12/15

3.1.2 Calcestruzzo pali e cordoli

Classe di consistenza	S4
Classe di esposizione	XC2
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	33 N/mm ²
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.55 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.06 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.14 N/mm ²
Modulo elastico, E_{cm}	31500 N/mm ²
Dimensione massima dell'inerte	32 mm
Copriferro minimo	60mm

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 9 di 68

3.2 ACCIAIO

3.2.1 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, γ_a	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
Tensione nominale di rottura, $f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk \text{ min}}$	450 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk \text{ min}}$	540 N/mm ²
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k \text{ min}}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k \text{ max}}$	1,35
Massimo rapporto tra i valori nominali, $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	1,25
Allungamento caratteristico sotto carico massimo, $(A_{gt})_k$	7,5 %
Modulo di elasticità dell'acciaio, E	206000 N/mm ²

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 10 di 68

4 INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il presente documento affronta il dimensionamento dell'opera di sostegno prevista per la realizzazione della strada di accesso al piazzale RI57, strada denominata NV11, nell'ambito della progettazione esecutiva di variante del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice – Orsara (itinerario Napoli – Bari).

L'opera è costituita da una paratia di pali in c.a. di diametro $D = 1500$ mm a interasse 1.8m, aventi lunghezza pari a 22m. In testa è posta una trave di collegamento di spessore 1.5m e larghezza 2m.

L'altezza di scavo lungo l'asse della strada è variabile, tuttavia a favore di sicurezza nelle verifiche è stata considerata la sezione con massima altezza di scavo, pari a 5.2m.

La trave di collegamento in testa alla paratia si considera vincolata alle estremità. La rigidità del vincolo elastico è stata determinata considerando il primo palo a monte vincolato ai pali di mitigazione di FASE I del piazzale RI57 (per i dettagli si rimanda alla relazione di calcolo IF2801VZZCLRI570001A) e l'ultimo palo interagente con il terreno circostante.

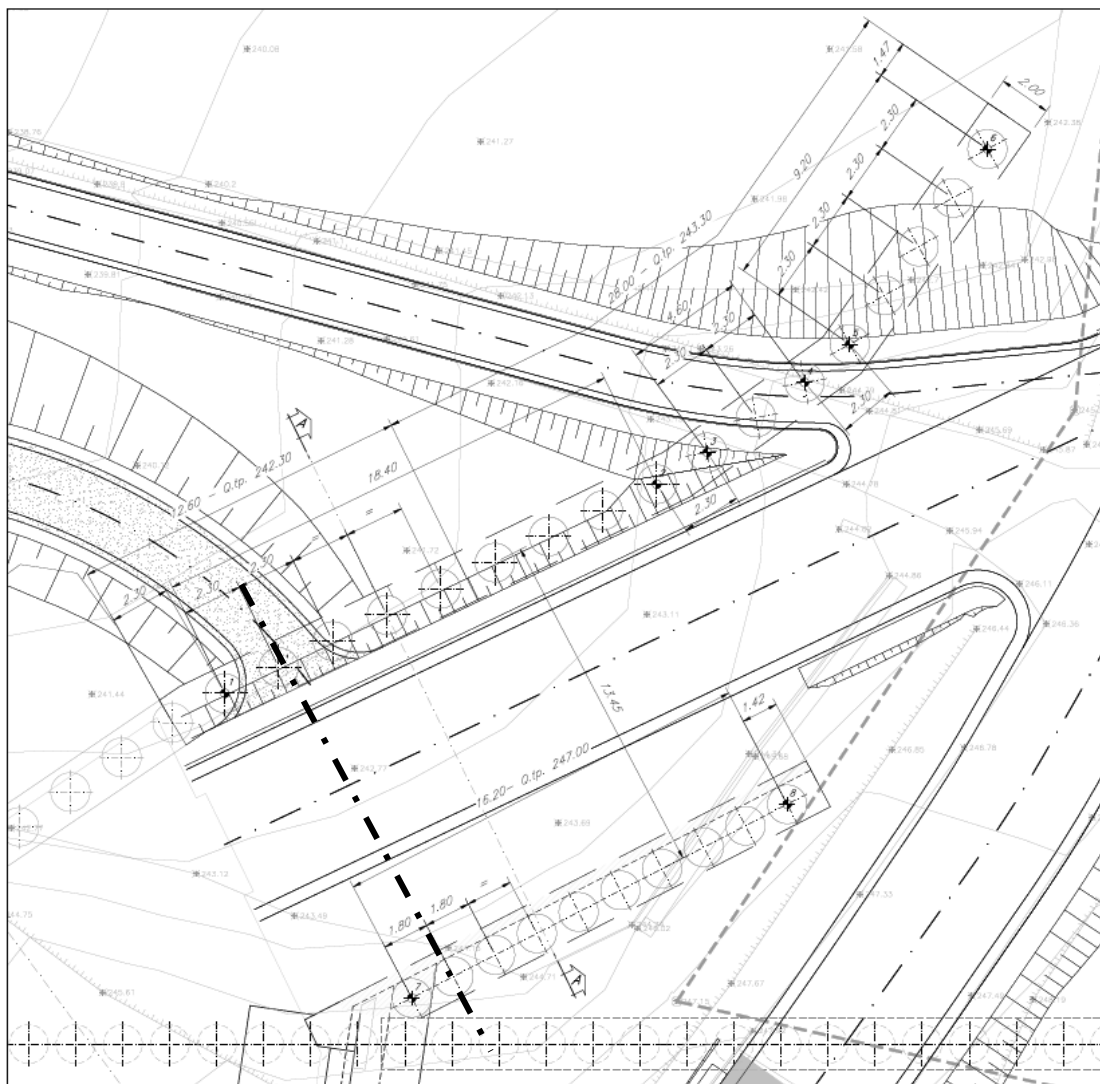


Figura 4-1 – Vista in pianta dell'opera e posizione della sezione di calcolo (Doc. Rif. [22])

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIOLO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28 LOTTO 01 CODIFICA V ZZ CL DOCUMENTO NV1105 281 REV. A FOGLIO 12 di 68

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il modello geotecnico è stato definito sulla base di quanto emerso dalla Relazione Geotecnica di riferimento (Doc. rif. [18], [19] e [21]). L'area in cui sorgerà la trincea TR04 è caratterizzata da unità tettoniche appartenenti al Formazione della Baronìa e che è possibile distinguere in due unità geotecniche. La prima, più superficiale e denominata BNA1b, composta da argille marnose e sabbie siltose alternate ad arenarie calcaree; la seconda più profonda e denominata BNA2, costituita da argille siltose-marnose di colore grigiastro.

In funzione dei dati di monitoraggio, in particolare dei dati inclinometrici e di quelli piezometrici, si è stimata l'estensione e la profondità della superficie di scorrimento e, tramite back-analysis, si sono determinati i parametri residui relativi alla superficie di scorrimento alla base del corpo di frana, si veda per dettagli il Report interpretativo del monitoraggio geotecnico (Doc. rif. [18]).

Il modello di riferimento è sintetizzato in Tabella 1 e il profilo è mostrato in Figura 5-1.

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

Unità litologiche	Prof. z m p.c.*	γ kN/m ³	ϕ'_p °	c'_p KPa	cu kPa	ϕ' res °	c' res KPa	E_{op} MPa
BNA1b	0-22	19.5	26	20	100	14	0	50
BNA2	>22	20.5	28	35	350	-	-	145

La falda di riferimento per la situazione attuale è quella riportata nel profilo geologico, individuata sulla base delle letture provenienti dal monitoraggio piezometrico. Questo scenario è stato considerato per il dimensionamento delle opere di FASE I e di FASE II a breve termine.

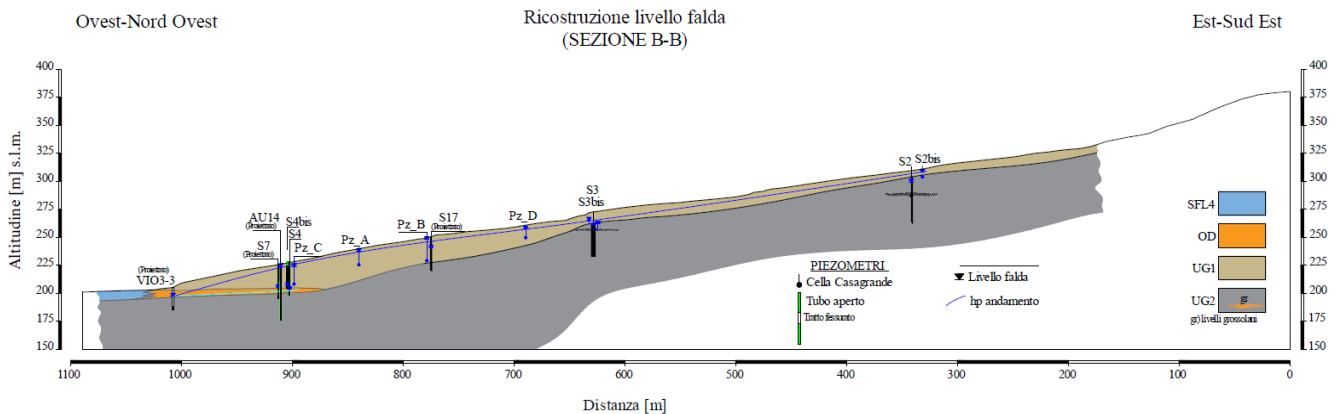
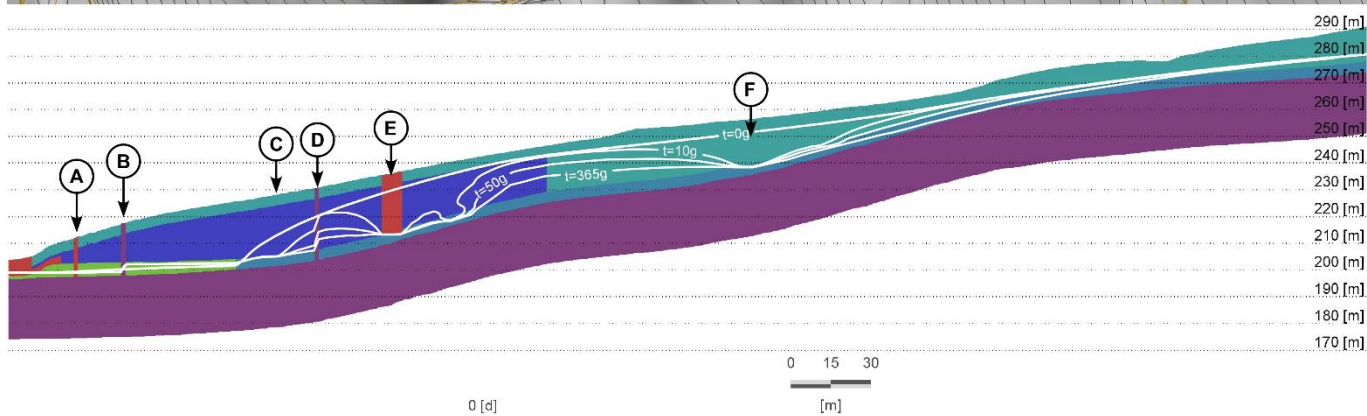
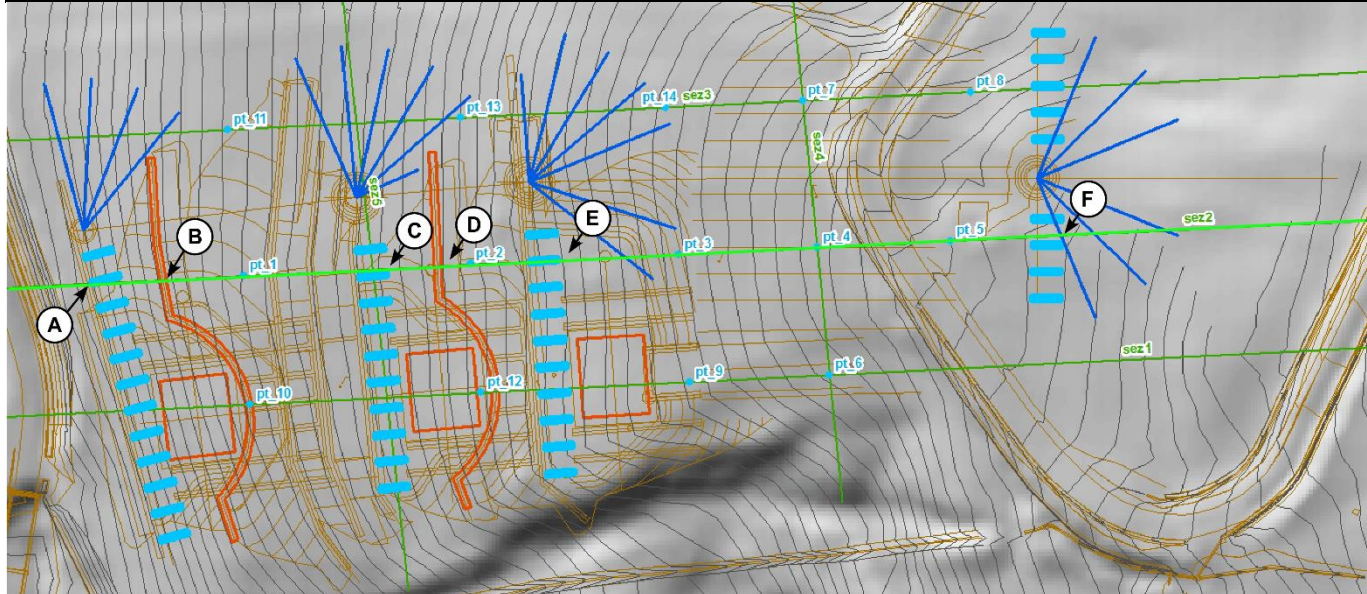


Figura 5-1 – Profilo geologico di riferimento (Doc. Rif. [19])

Per quanto riguarda gli scenari di lungo termine si fa riferimento ai risultati del modello di filtrazione tridimensionale implementato con lo scopo di simulare e verificare il comportamento idraulico del sistema drenante. In particolare, si fa riferimento, per lo scenario di lungo termine, ai risultati corrispondenti ad un anno dall'installazione dei pozzi. I risultati indicano che il sistema di drenaggio è in grado di garantire un abbassamento della falda intorno ai 10 m da piano campagna. Di seguito si riporta una sezione di calcolo estratta dal modello. Per tutti i dettagli si rimanda al documento relativo alla modellazione numerica di flusso (Doc. Rif. [20]).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV1105 281	REV. A	FOGLIO 13 di 68
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo						



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 14 di 68

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

6.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel caso in esame, l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione:

- 1 *Costruzioni temporanee e provvisorie*
- 2 *Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie*
- 3 *Costruzioni con livelli di prestazione elevati*

La cui vita nominale è pari a 75 anni.

6.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla classe d'uso III (Tabella §2.5.1.1.2.1 di RFI DTC SI PS MA IFS 001 B)

- I *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*
- II *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*
- III *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- IV *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50, coerentemente a quanto indicato nella Tab. 2.4.II delle NTC.

Tabella 2 – Valori del coefficiente di uso C_u

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente d'uso	0.7	1.0	1.5	2.0

6.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Il periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 15 di 68

6.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica, nel caso in esame si fa riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008. I terreni di progetto sono caratterizzati come appartenenti a terreni di Categoria C:

- A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*
- C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*
- E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

6.5 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In condizioni topografiche superficiali semplici, si può adottare la classificazione proposta nelle NTC, secondo la quale le categorie individuate si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come T1.

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.*
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.*
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.*

6.6 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i valori dei parametri spettrali dipendenti dal sito dell'opera in oggetto:

a_g (g) (SLV)	0.381
Risposta Sismica Locale	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.177
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.448

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 16 di 68

7 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

7.1 AZIONI PERMANENTI

7.1.1 Peso proprio

Per il calcolo del peso proprio delle strutture, si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

- Struttura in c.a.: $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$.

7.1.2 Spinta delle terre

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

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

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

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

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

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

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

dove

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

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

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

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

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

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Lancellotta.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 17 di 68

Formulazione di Coulomb per k_a

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

dove:

φ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

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

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

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

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

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

Formulazione di Lancellotta per k_p

$$K_p = \left[\frac{\cos \delta}{1 - \sin \Phi'} (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \Phi' - \sin^2 \delta}) \right] e^{2\theta \tan \Phi'}$$

dove:

$$2\theta = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \delta}{\sin \Phi'} \right) + \delta$$

7.2 AZIONI VARIABILI

7.2.1 Sovraccarichi

Si assume l'azione di un sovraccarico variabile di 20 kPa agente sulla strada.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 18 di 68

7.3 AZIONE SISMICA

7.3.1 Accelerazione equivalente di progetto

Come definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (Doc. rif. [1]), per la valutazione dell'impatto dell'azione sismica è possibile procedere mediante analisi pseudostatiche come definito nei Paragrafi 7.11.6.2.1 e 7.11.6.3 della Normativa.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Al fine di valutare le azioni sismiche sulla paratia, la Normativa Vigente propone di utilizzare il metodo pseudostatico, valutando le forze di massa inerziali con un coefficiente k_h moltiplicativo della effettiva massa dell'elemento di volume di terreno. Il coefficiente k_h può essere valutato ponendo:

$$k_h = a_{max} \cdot \alpha \cdot \beta$$

Con α e β deducibili dai grafici di seguito riportati, in cui i coefficienti dipendono dalla classe sismica del terreno, dalla lunghezza totale della paratia (H) e dallo spostamento della paratia atteso sotto sisma ($U_s, \leq 0.005 \cdot H$ massimo spostamento ammissibile in funzione dell'altezza paratia H).

In questo caso si può porre:

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 0.5696$$

Si trova pertanto

$$k_h = 0.2554 \text{ g}$$

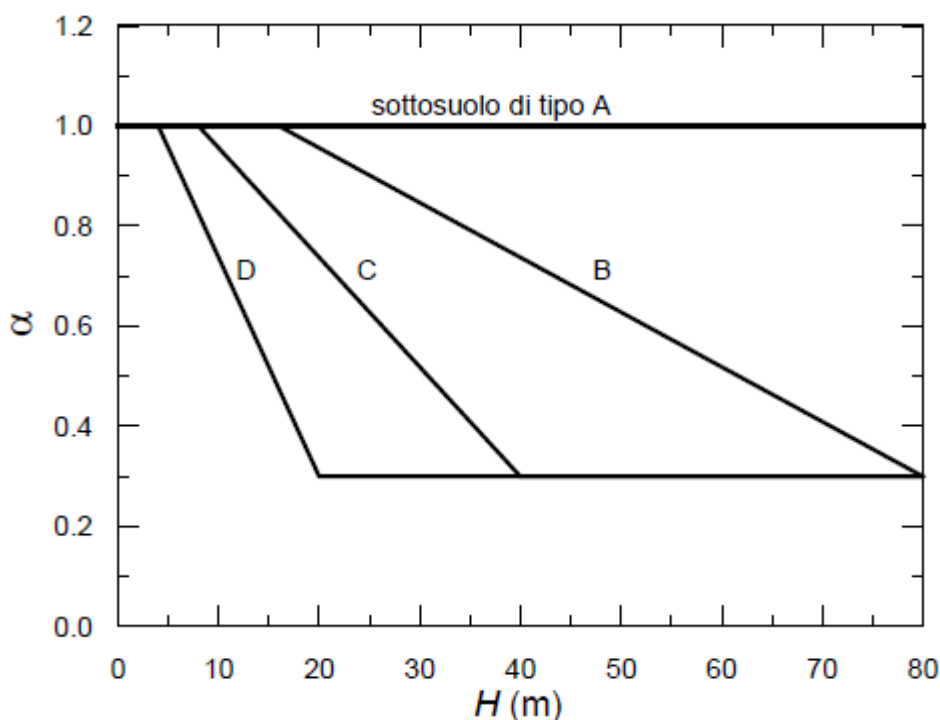


Figura 7-1 – Abaco per la valutazione del coefficiente riduttivo α

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 19 di 68

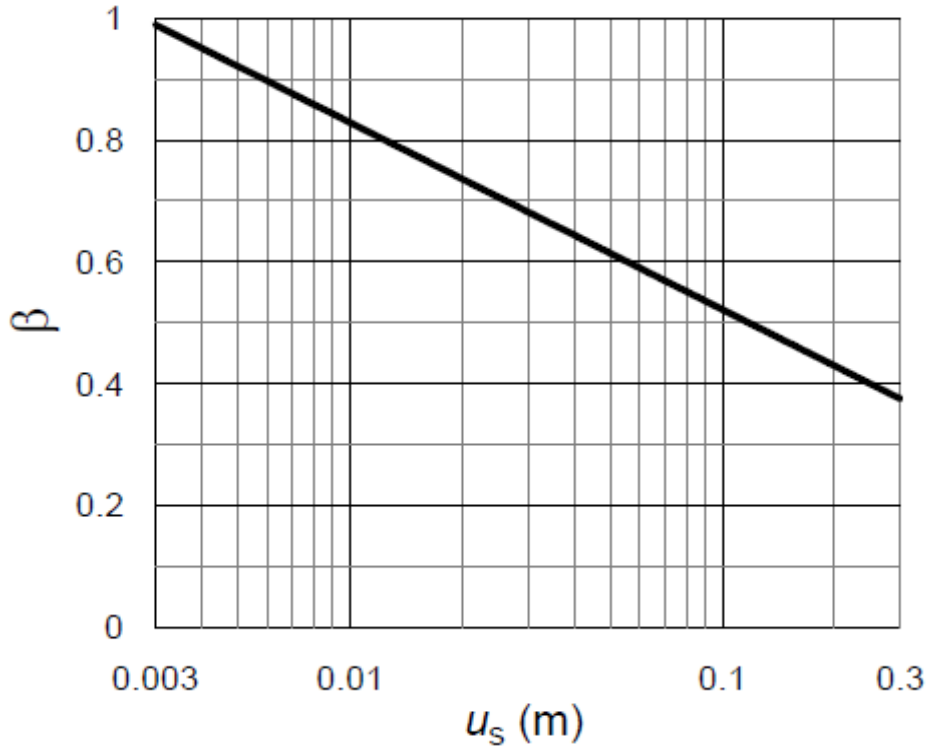


Figura 7-2 – Abaco per la valutazione del coefficiente riduttivo β

7.4 FALDA DI PROGETTO

In condizione statica è stata utilizzata la falda di progetto mostrate nella Relazione Geotecnica (Doc. Rif. [19]), coincidenti a condizioni di falda alta, a 2m da p.c.

In condizioni sismiche si è considerato l'effetto drenante del sistema drenante a monte del piazzale valutato in un abbassamento della falda intorno ai 10 m da piano campagna e verificato tramite simulazioni numeriche, alle quali si rimanda per i dettagli (Doc. Rif. [20]).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 20 di 68

8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2008 al par.2.5.3:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono da effettuarsi applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

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

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle e R1 pari a 1.

In particolare, sono stati verificati i seguenti stati limite ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Per quest'ultimo meccanismo, la verifica deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.2 in condizioni statiche e a 1.1 in condizioni sismiche:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 21 di 68

– Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

Tabella 3 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tabella 4 - Coefficienti di combinazione delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di carico	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 5 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 22 di 68

9 METODO DI ANALISI

9.1 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

Le verifiche all'equilibrio limite sono state svolte con il software *PARATIEPLUS*, mediante il codice VSP.

Il calcolo della stabilità è stato eseguito per mezzo del Metodo di Morgenstern & Price.

Per la definizione della superficie di scivolamento, è stato utilizzato il metodo *Griglia*, che prevede la definizione di una griglia dei centri mediante e dei limiti geometrici sui raggi degli archi generati per la ricerca della superficie critica di scivolamento.

9.2 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

Lo stato tenso-deformativo della paratia è stato investigato mediante il software di calcolo *PARATIEPLUS*.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".

Con tale metodo, si può quindi seguire analiticamente la successione delle fasi di costruzione, di carico e di contrasto; consentendo di fornire informazioni attendibili sull'entità delle deformazioni, e sugli effetti che esse inducono sul diagramma delle pressioni esercitate dal terreno sulla paratia.

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura; tarando opportunamente i moduli mediante modellazioni più complete (es. FEM 2D) consente anche una ragionevole stima degli spostamenti orizzontali della parete di sostegno [Becci & Nova, 1987; Dhouib, 1995].

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. In particolare, la pressione σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_h stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera. Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot (K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

K_a = coefficiente di spinta attiva;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 23 di 68

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

In condizioni statiche, K_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido ϕ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ (nelle analisi $\delta < \phi'$), dell'inclinazione α del paramento di monte della struttura di sostegno (nelle analisi $\alpha = 0^\circ$) e dell'inclinazione β del terrapieno a tergo dell'opera (nelle analisi $\beta = 0^\circ$). Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a , di seguito, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1773].

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

K_p = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre $K_p = K_p(\phi', \delta)$. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_p , di seguito, si farà riferimento a quella di [Caquot-Kerisel, 1948] con $\delta' \leq \phi' / 2$.

Pertanto, nel caso di strutture di sostegno flessibili, eventualmente contrastate da elementi strutturali attivi o passivi messi in opera in fasi successive, sul paramento di monte agirà la pressione attiva e su quello di valle la pressione passiva.

Nel caso di strutture molto rigide, incapaci di subire spostamenti sufficienti a mobilitare la pressione attiva o quella passiva, la pressione σ'_h esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno sarà prossima alla pressione geostatica iniziale:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v = tensione verticale efficace.

Per strutture di sostegno alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua assumendo schemi di filtrazione idonei in funzione delle condizioni stratigrafiche ed al contorno.

La rigidità delle molle schematizzanti il terreno sono proporzionali al modulo elastico del terreno la cui variazione con la profondità può essere descritto mediante la seguente espressione generale:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 24 di 68

$$E_{vc} = R \cdot (p' / p_a)^n \quad \text{modulo in compressione vergine (primo carico);}$$

dove:

$$p_a = 100 \text{ kPa} \quad \text{pressione di riferimento (pressione atmosferica);}$$

$$p' = (\sigma'_v + \sigma'_h) / 2 \quad \text{pressione media alla generica profondità;}$$

$$R \quad \text{modulo elastico corrispondente a } p' = 100 \text{ kPa;}$$

$$n \quad \text{coefficiente di forma della legge compreso tra 0 e 1 (n = 0, legge costante con la profondità, n = 1 legge variabile linearmente).}$$

Il modulo di scarico-ricarico (Eur) può essere 1.5÷3 volte quello di primo carico.

9.3 MODELLAZIONE DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO

La reazione elastica in mezzeria della trave di collegamento di testa pali è stata determinata attraverso un semplice modello SIGMAc SOFT che si riporta di seguito.

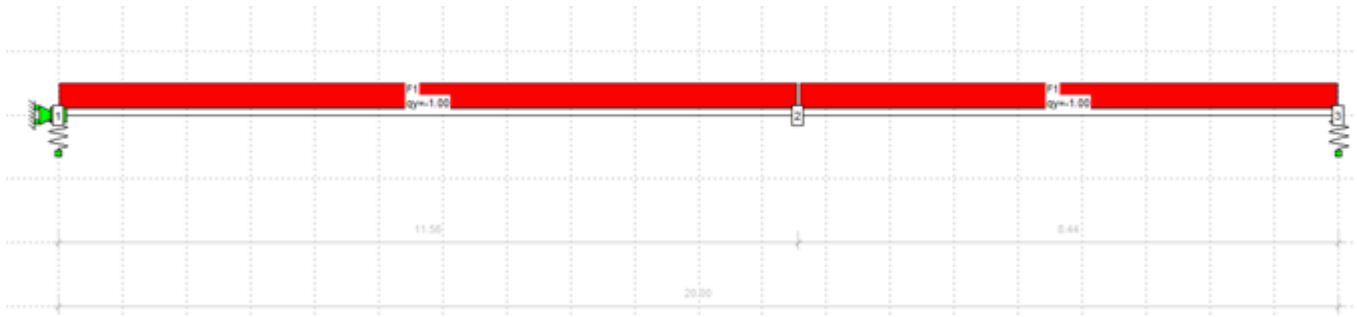


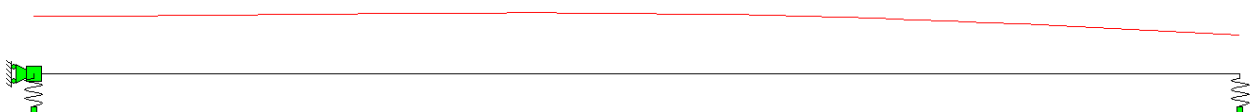
Figura 9-1 – Modello SIGMAc SOFT – trave di collegamento

Le rigidzze dei vincoli esterni sono state valutate a partire dalle molle orizzontali k_h di interazione palo-terreno definite all'interno della Relazione di calcolo delle opere del piazzale RI57 (Doc. IF2801VZZCLRI5700001A) e riportate in Figura 9-2.

Si ottiene $k_1 = 77835 \text{ kN/m}$ e $k_3 = 79051 \text{ kN/m}$.

Caricano il modello con carico unitario si determina la deformata della trave. Valutando lo spostamento in mezzeria, pari a $u = 0.000157 \text{ m}$, si determina la rigidzza del vincolo elastico pari a $k = 127389 \text{ kN/m}$.

Deformata:



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 25 di 68

Quota terreno	250 m s.l.m.										
Quota sommità pal	250 m s.l.m.										
Differenza	0.5 m s.l.m.					Numero Pali	5				
Diametro	1.5 m s.l.m.					Fattore Gruppo	0.2				
testa strato	molle					Orizzontale	Orizzontale Gruppo	Veticale	Veticale Gruppo		
Profondità strato [m]	Z da p.c. [m]	Unità	Cu [kPa]	Kh [kN/m³]	a [m]	D [m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
0	0.5	BNA1b	100	26667	1	1.5	40000	8000	666870	133374	
1	1.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
2	2.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
3	3.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
4	4.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
5	5.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
6	6.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
7	7.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
8	8.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
9	9.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
10	10.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
11	11.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
12	12.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
13	13.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
14	14.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
15	15.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
16	16.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
17	17.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
18	18.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
19	19.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
20	20.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
21	21.5		100	26667	1	1.5	40000	8000			
22	22.5	100	26667	1	1.5	40000	8000				
23	23.5	BNA2	350	93333	1	1.5	140000	28000	1316570	263314	
24	24.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
25	25.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
26	26.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
27	27.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
28	28.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
29	29.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
30	30.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
31	31.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
32	32.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
33	33.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
34	34.5		350	93333	1	1.5	140000	28000			
								Verticale Base [kN/m]	235710	47142	

Figura 9-2 – Dati di input per molle pali di monte

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 26 di 68

10 MODELLO DI CALCOLO

Si individua una sezione di calcolo che prevede una paratia con contrasto in testa, verificata per un'altezza di scavo pari a 5.2m.

La reazione dovuta da un lato alla palificata a monte della paratia e al palo, all'estremità opposta dell'opera stessa è schematizzata come una molla con rigidità pari a 127389 kN/m, posizionata a metà altezza della trave di collegamento. Nel software viene modellata come *Vincolo elastico generico* posto a 0.75m dalla testa del palo.

Si riporta nella seguente figura l'ubicazione in pianta della sezione e nelle figure successive lo schema di calcolo nelle condizioni statica e sismica.

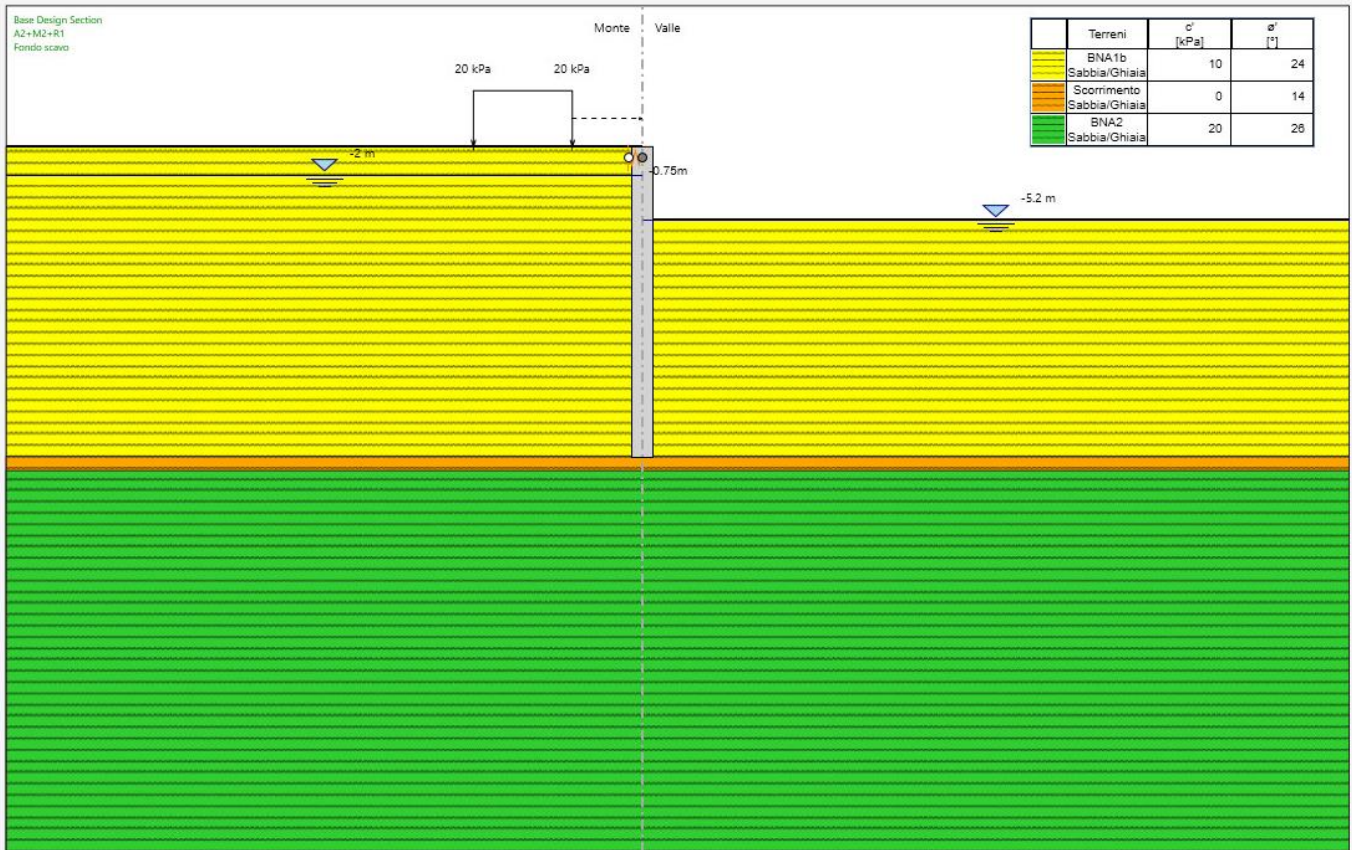


Figura 10-1 – Scema di calcolo in, condizione statica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 27 di 68

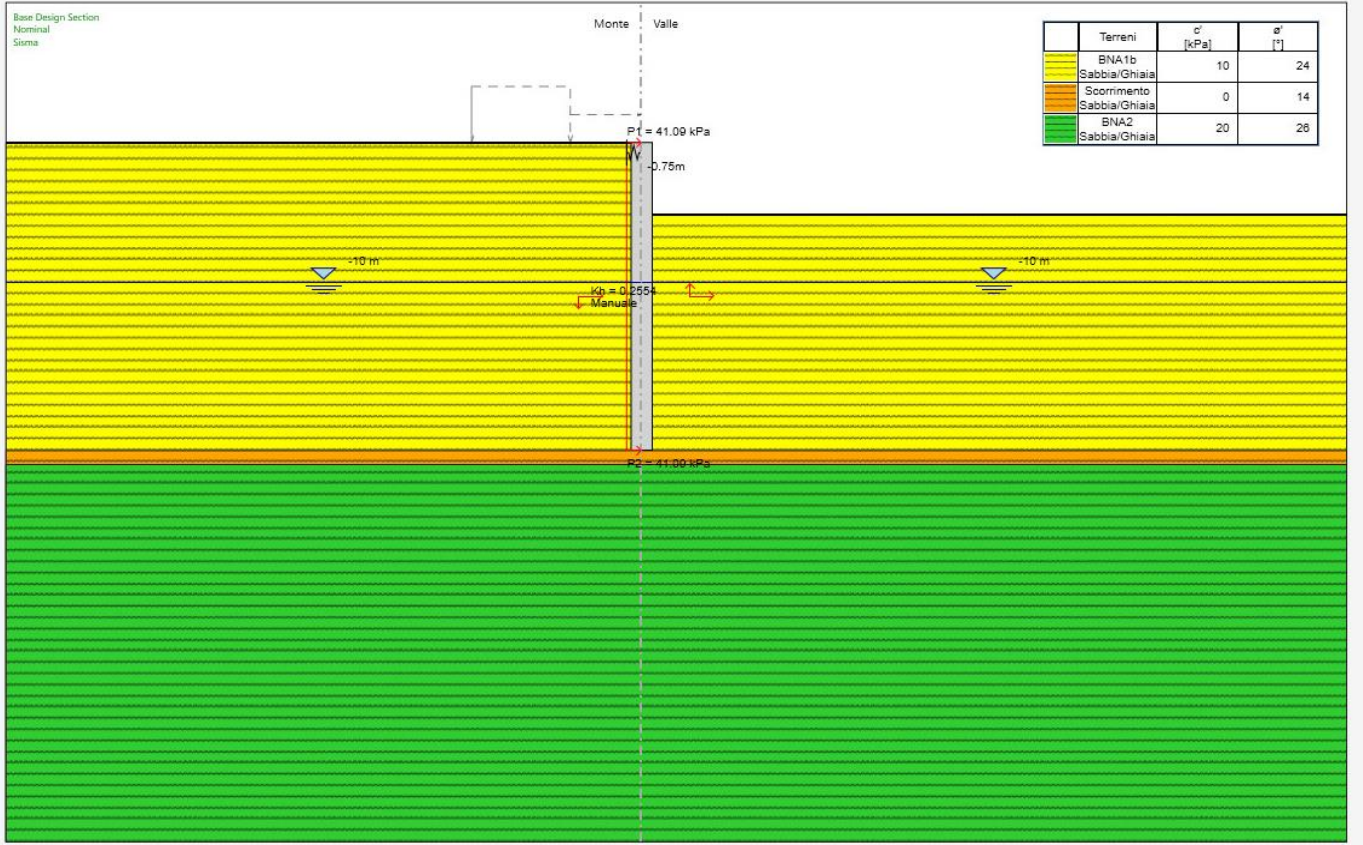


Figura 10-2 – Scema di calcolo in condizione sismica

10.1 FASI DI CALCOLO

Le fasi di calcolo considerate sono le seguenti:

1. condizioni geostatiche e applicazione carico stradale;
2. installazione paratia e del vincolo elastico;
3. raggiungimento quota di scavo di progetto a -5.2m (altezza di scavo aumentata di 50cm come da NTC08) dalla quota di testa della paratia;
4. applicazione azione sismica (per il caso sismico).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 28 di 68

11 CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 0, le verifiche agli Stati Limite Ultimo della paratia di pali sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il presente capitolo illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

11.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

11.1.1 Verifica della massima spinta passiva mobilitata

La lunghezza di ammorsamento dei pali deve essere tale da garantire lo sviluppo delle reazioni stabilizzanti. La stabilità è verificata garantendo l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione con la reazione mobilitata sempre inferiore alla resistenza di taglio ultima di progetto.

11.1.2 Verifica di stabilità globale

Per il progetto delle opere in oggetto, la verifica di stabilità globale del complesso opera-terreno è effettuata secondo la teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criteri di rottura di Mohr-Coulomb. Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.).

L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo ParatiePlus (Harpaceas) Il calcolo viene condotto utilizzando i metodi dell'equilibrio limite con particolare riferimento a quello di Morgenstern-Price, considerando forme di superfici di scivolamento compatibili con i cinematismi di rottura attesi.

La metodologia di calcolo adottata dal programma consiste nell'analizzare molteplici superfici di scivolamento fornendone il fattore di sicurezza. La resistenza al taglio agente lungo la superficie di scivolamento necessaria all'equilibrio è calcolata attraverso l'equazione della statica. Il coefficiente di sicurezza è inteso come il fattore per il quale possono essere divisi i parametri di resistenza meccanica del materiale per portare il pendio alle condizioni di equilibrio limite, implicitamente assunto costante lungo tutta la superficie di scivolamento.

11.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio di fessurazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 29 di 68

11.2.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione ed a trazione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione, presso-flessione e trazione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza. Il calcolo viene effettuato mediante il software RC-SEC (GEOSTRU).

11.2.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalle NTC2008, per elementi con armatura a taglio verticali. Il calcolo viene effettuato mediante il software RC-SEC (GEOSTRU).

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha,$$

valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta),$$

valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \text{con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

dove:

A_{sl} area dell'armatura tesa;

b_w larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd},$$

dove:

N_{Ed} forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 30 di 68

A_c area della sezione di calcestruzzo;

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

dove:

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

A_{sw} area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s passo delle staffe;

f_{ywd} tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$ resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$ coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

11.2.3 Verifica agli stati limite di esercizio a fessurazione

La verifica allo stato limite di apertura delle fessure, considerato un livello nominale di massima apertura delle fessure in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature a corrosione.

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del MdP, il quale impone che per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili, come nel caso in esame, il limite da adottare per la verifica sia $w_k \leq w_3 = 0.2$ mm in Combinazione Rara.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	31 di 68

12 RISULTATI

Nel presente capitolo si riassumono i risultati delle analisi eseguite.

12.1 STABILITA' GLOBALE

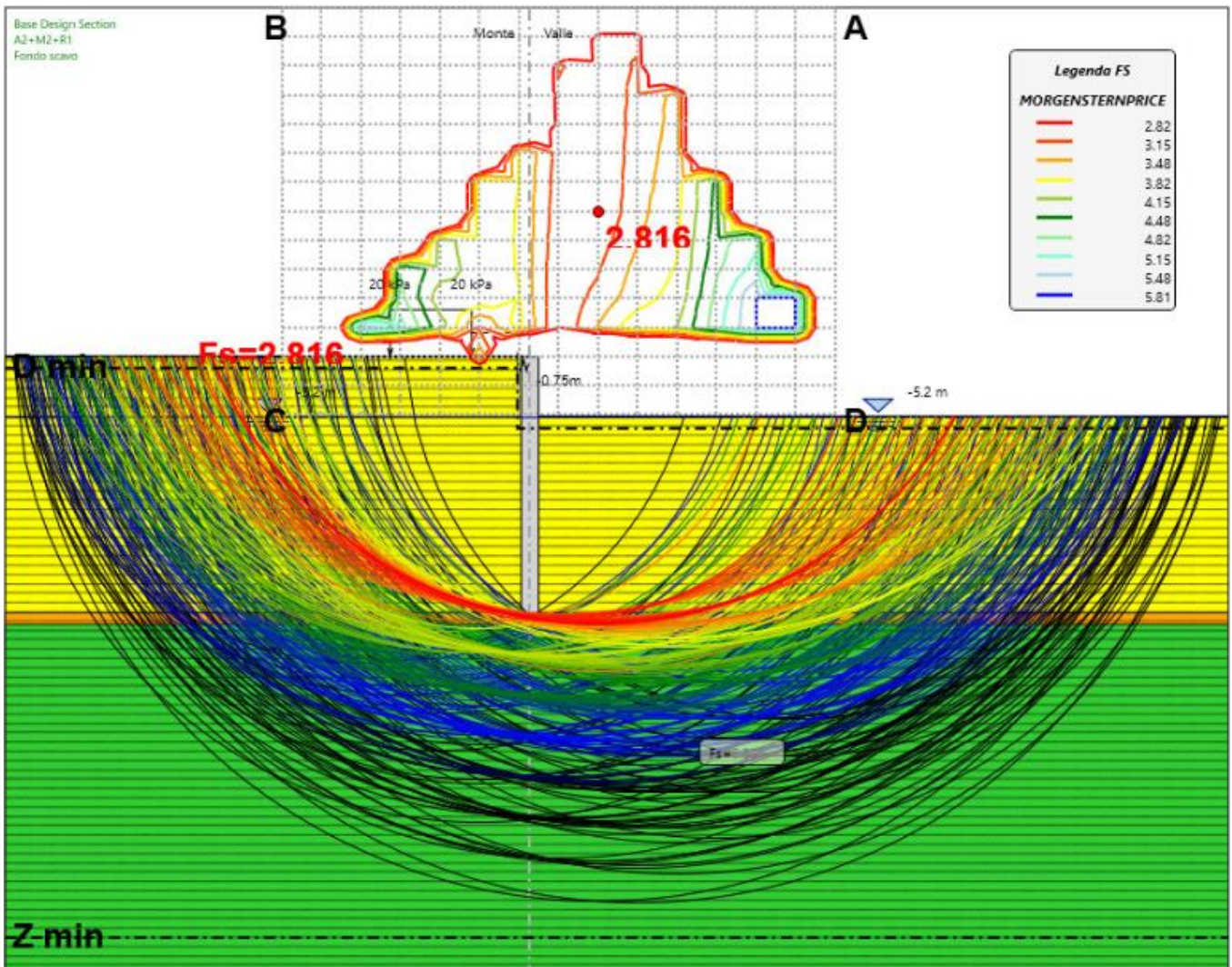


Figura 12-1 – Stabilità globale – FS minimo in condizione statica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV1105 281	REV. A	FOGGIO 32 di 68
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo						

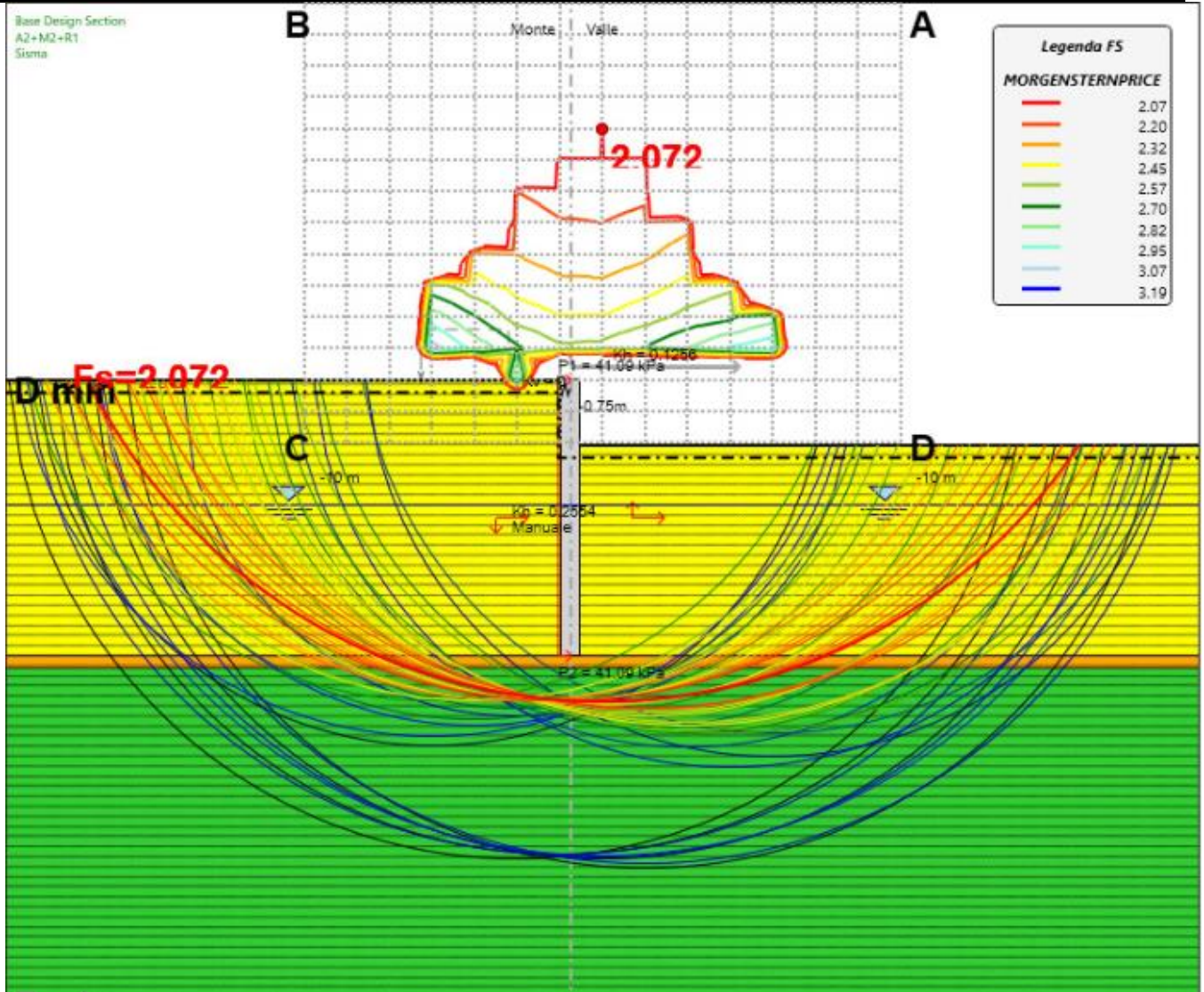


Figura 12-2 – Stabilità globale – FS minimo in condizione sismica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 33 di 68

12.2 MOMENTO FLETTENTE E TAGLIO

Si riportano nel seguito gli andamenti delle sollecitazioni per unità di larghezza della paratia. Successivamente, si mostrano i diagrammi di momento flettente e taglio, in condizioni SLE, SLU e SLV, agenti su una sezione di paratia di larghezza pari all'interasse tra pali che sono stati presi in considerazione per il dimensionamento dei pali.

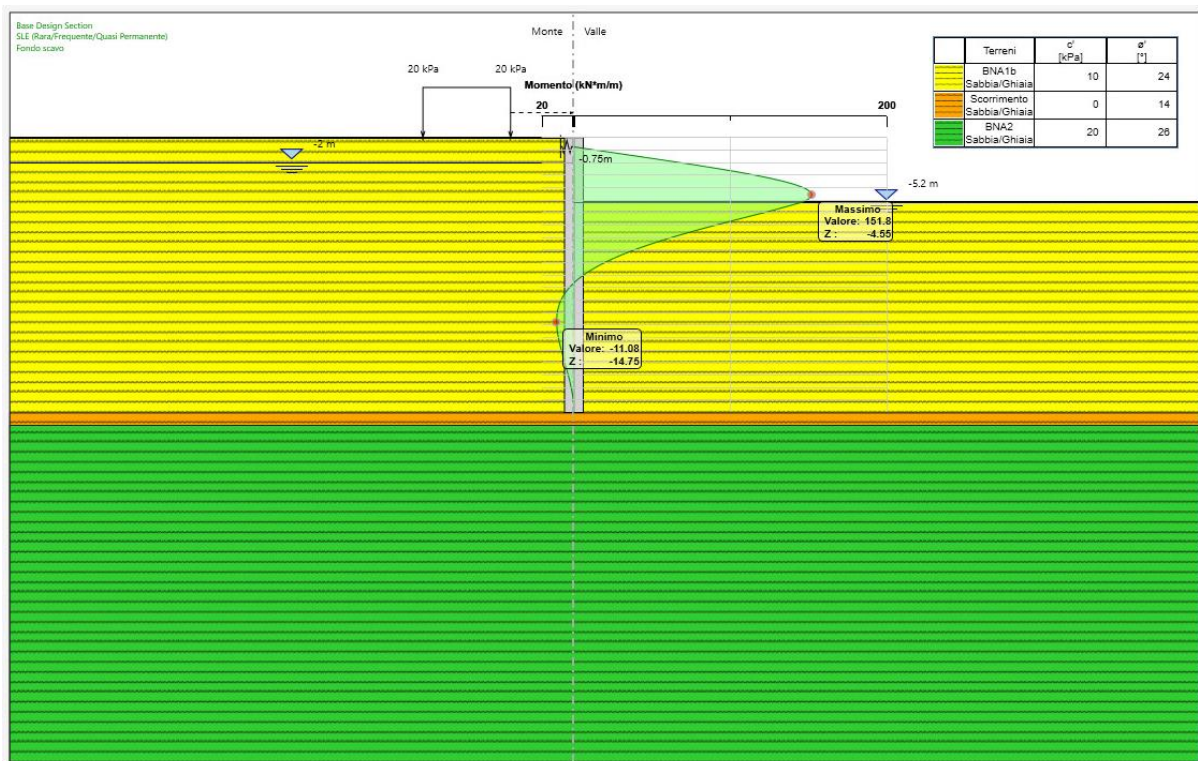


Figura 12-3 – Momenti flettenti SLE.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV1105 281	REV. A	FOGLIO 34 di 68
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo						

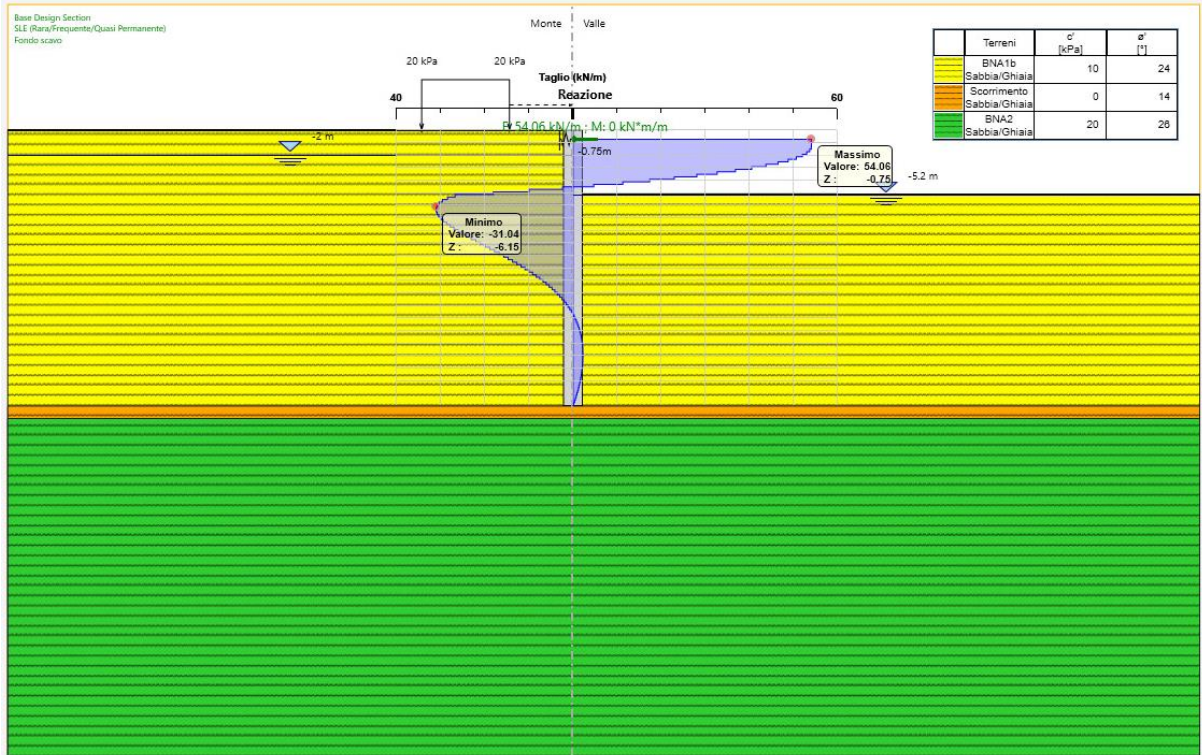


Figura 12-4 – Taglio SLE

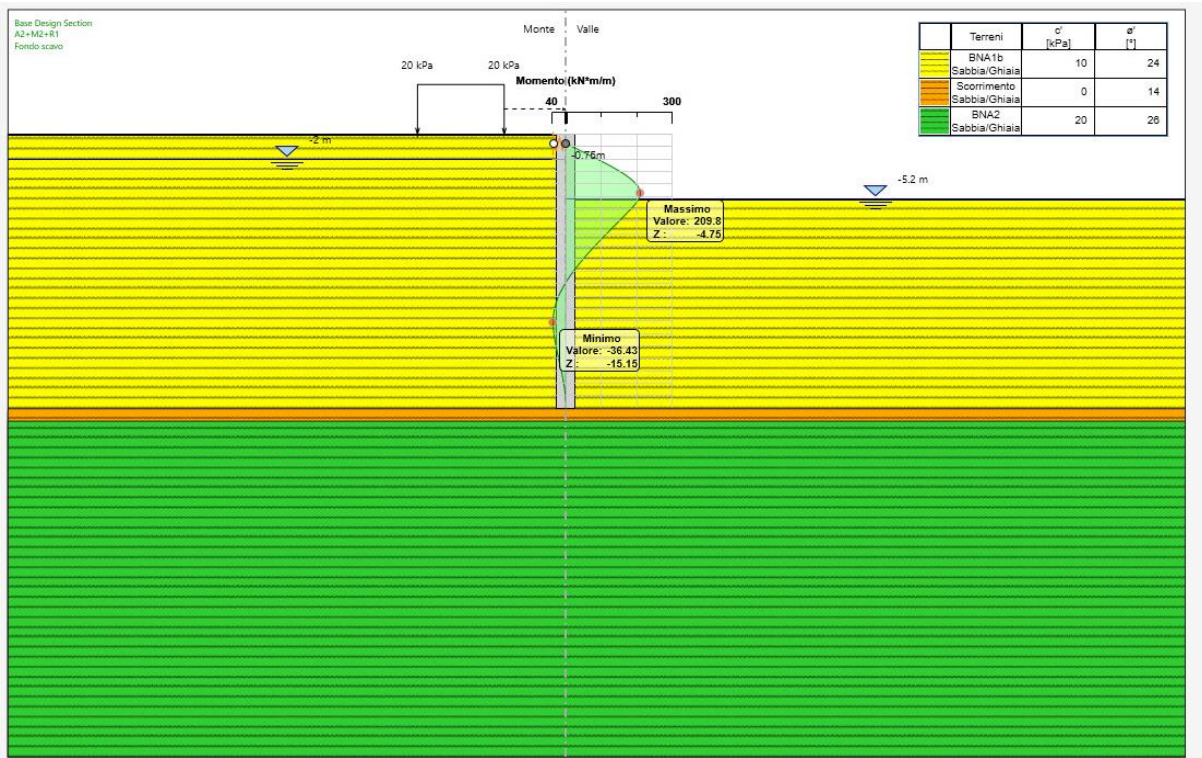


Figura 12-5 – Momenti flettenti in condizione statica SLU

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV1105 281	REV. A	FOGLIO 35 di 68
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo						



Figura 12-6 – Taglio in condizione statica SLU

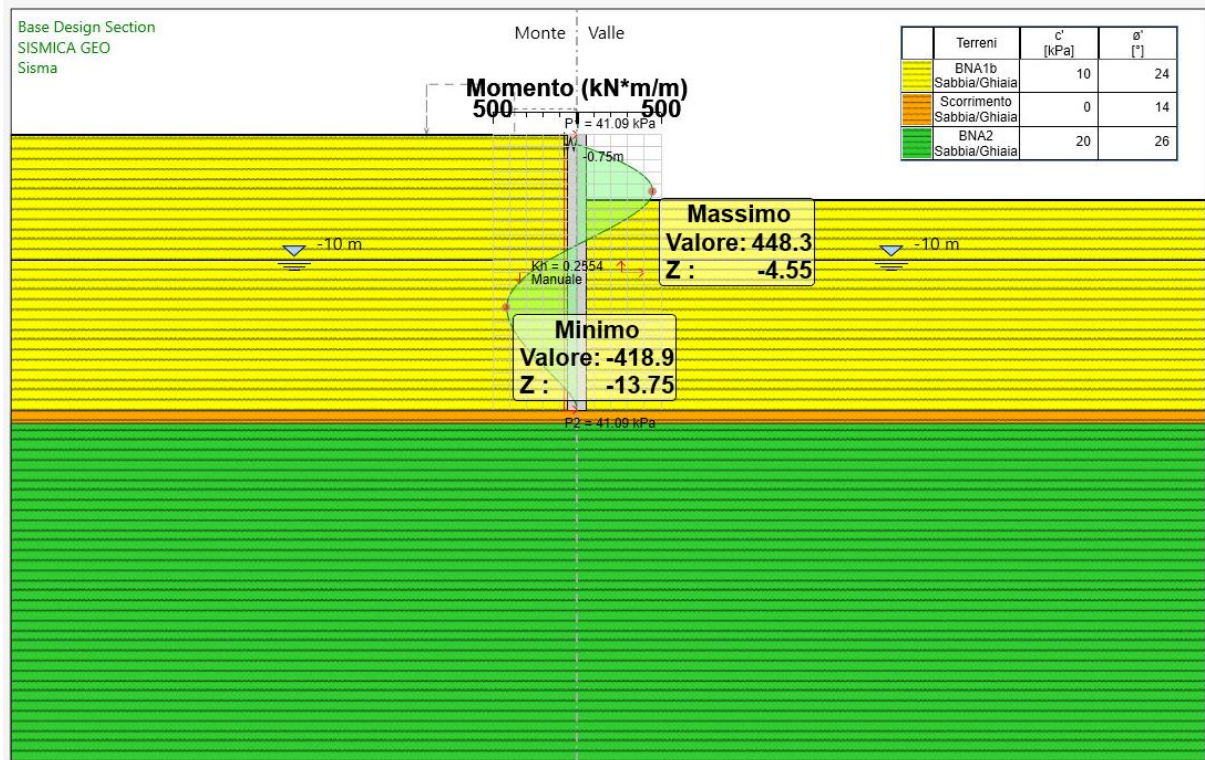


Figura 12-7 – Momenti flettenti in condizione sismica SLV

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 36 di 68

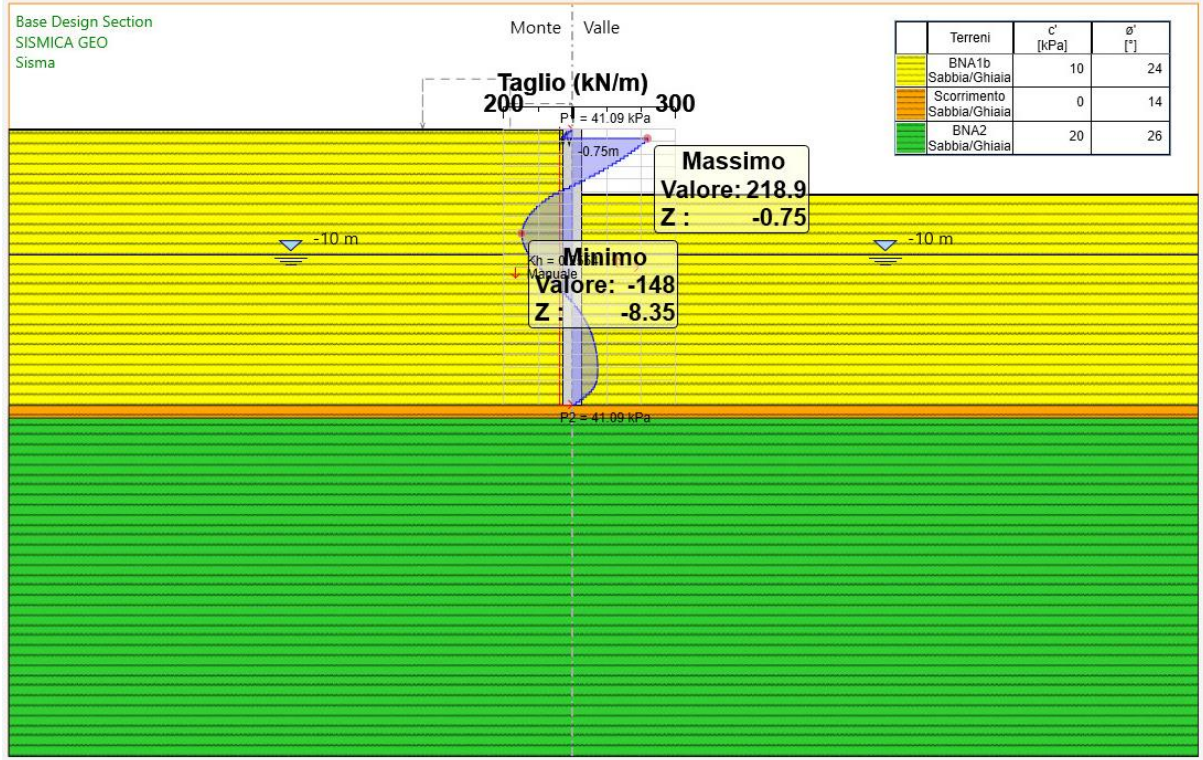


Figura 12-8 – Taglio in condizione sismica SLV

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 37 di 68

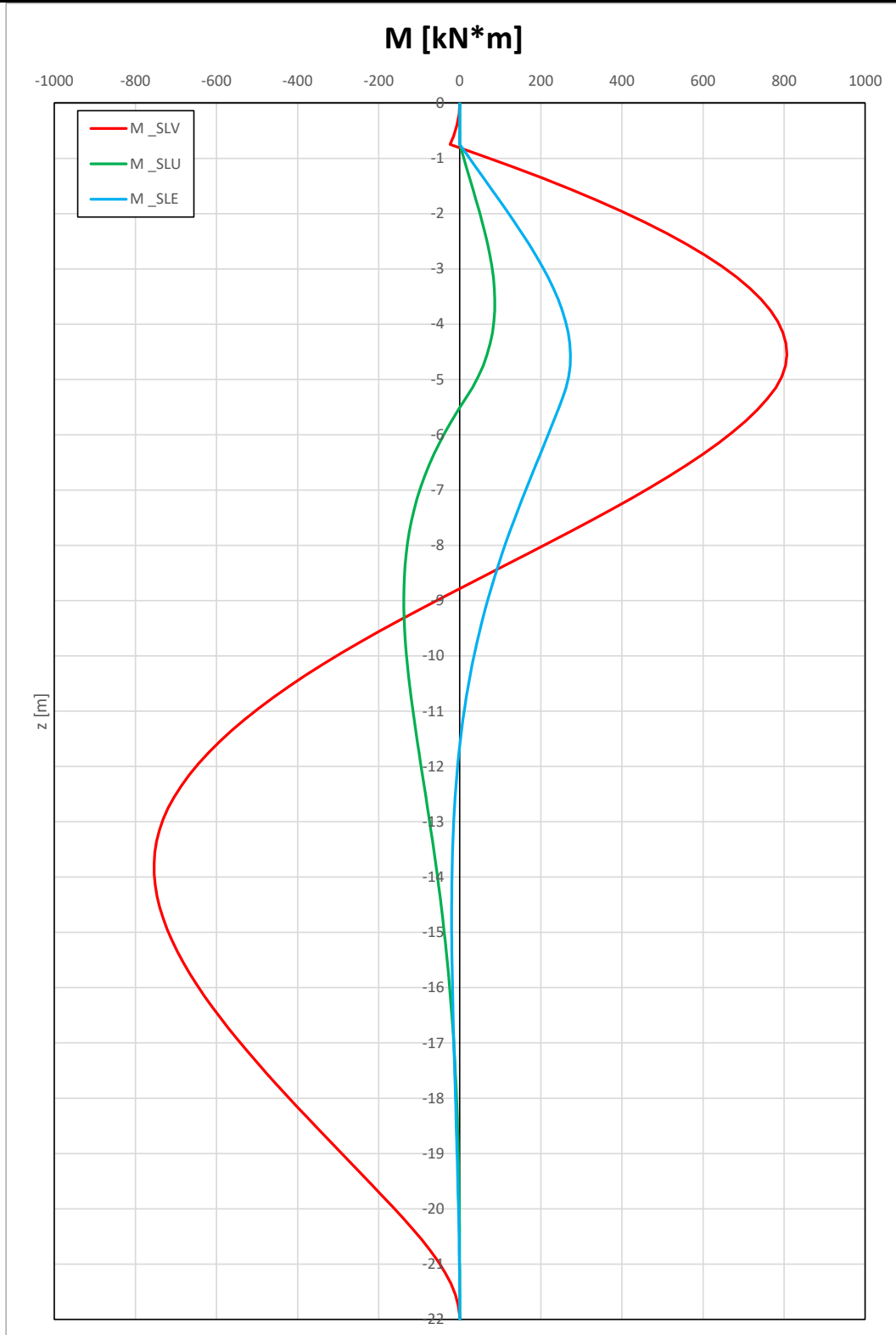


Figura 12-9 – Momenti flettenti [kNm] SLE, SLU e SLV

APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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
VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - **Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	38 di 68

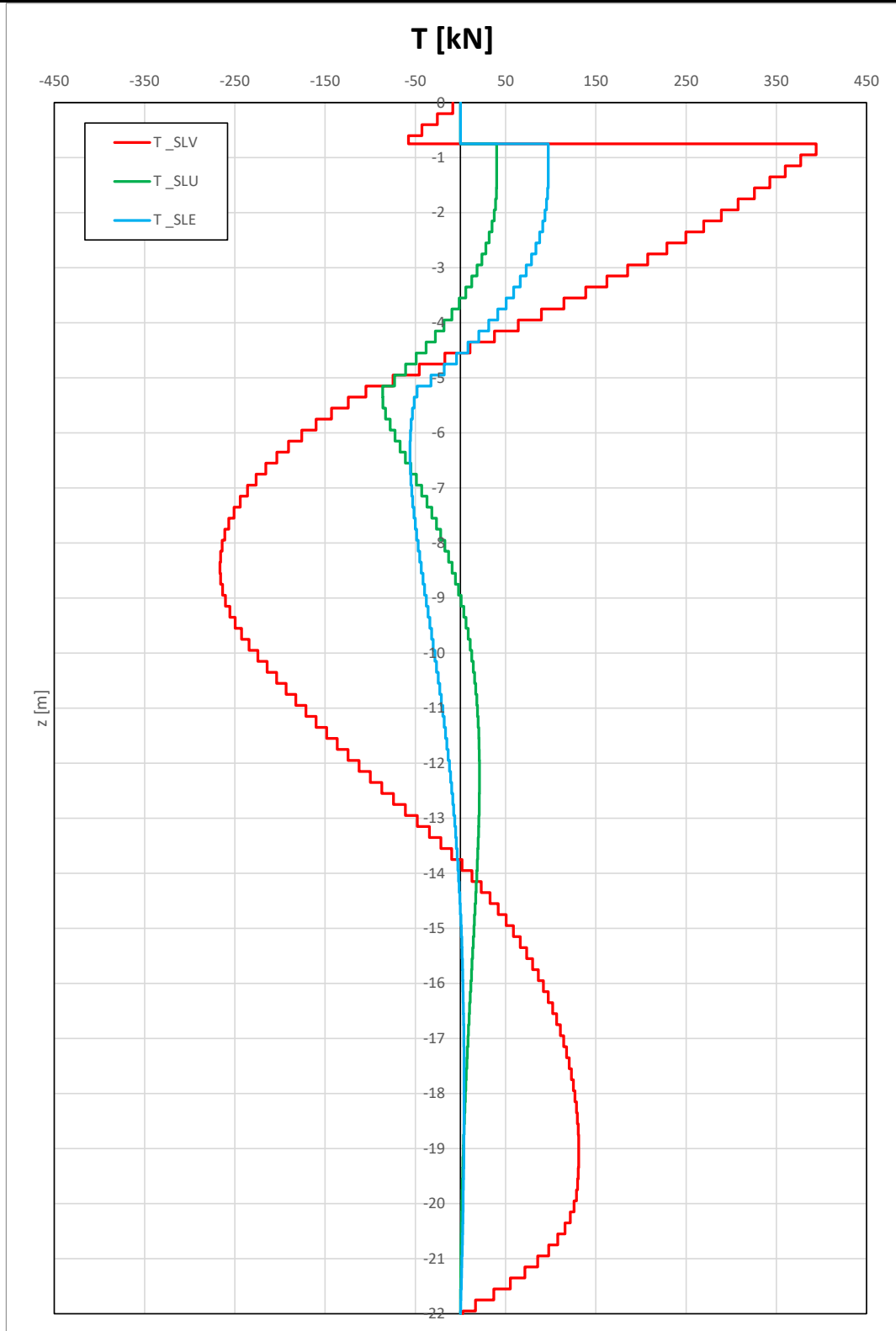


Figura 12-10 – Taglio [kN] SLE, SLU e SLV

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 39 di 68

12.3 SPOSTAMENTO

Si riportano nel seguito gli spostamenti della paratia.

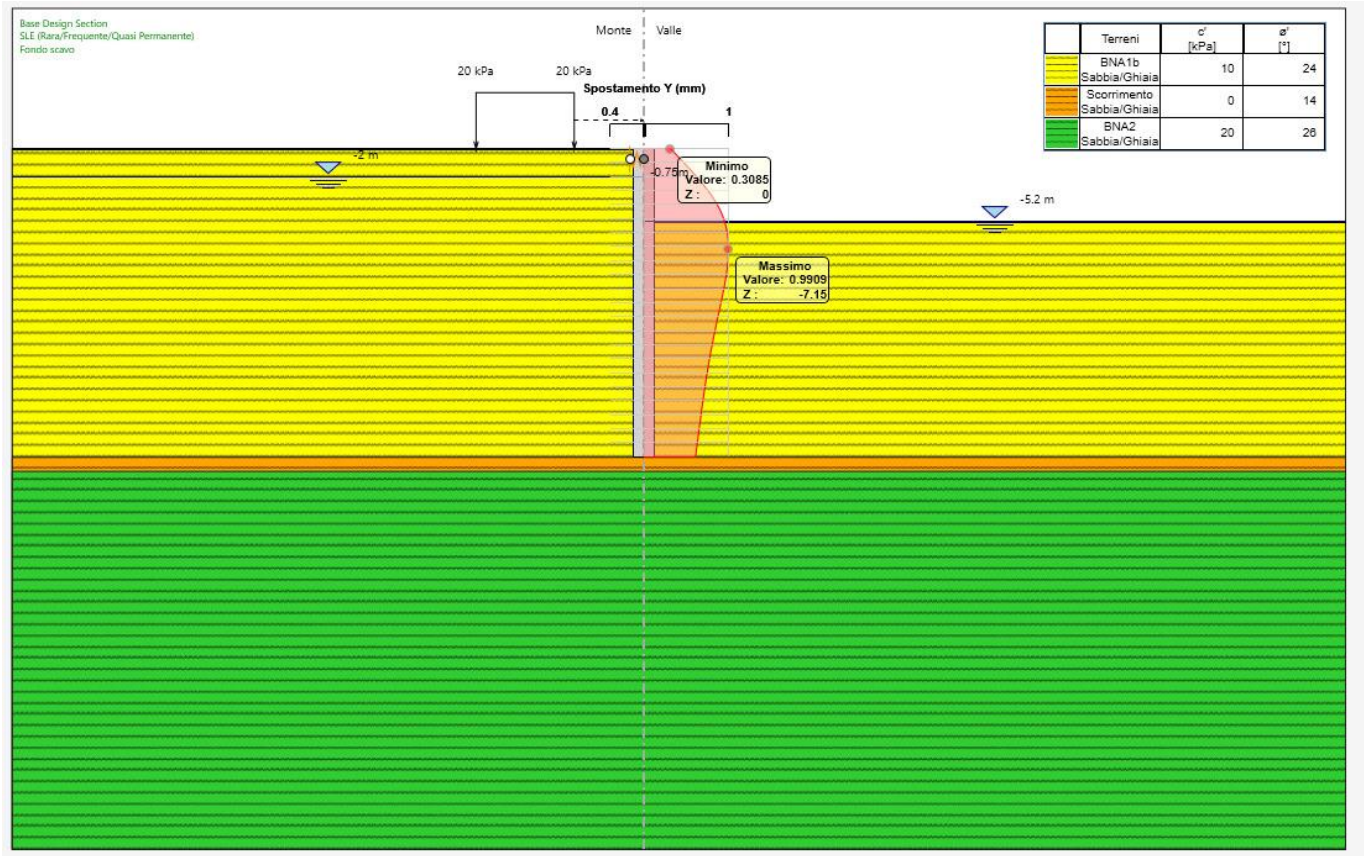


Figura 12-11 – Spostamento orizzontale massimo SLE

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV1105 281	REV. A	FOGLIO 40 di 68
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo						

12.4 SPINTE SUL PARAMENTO

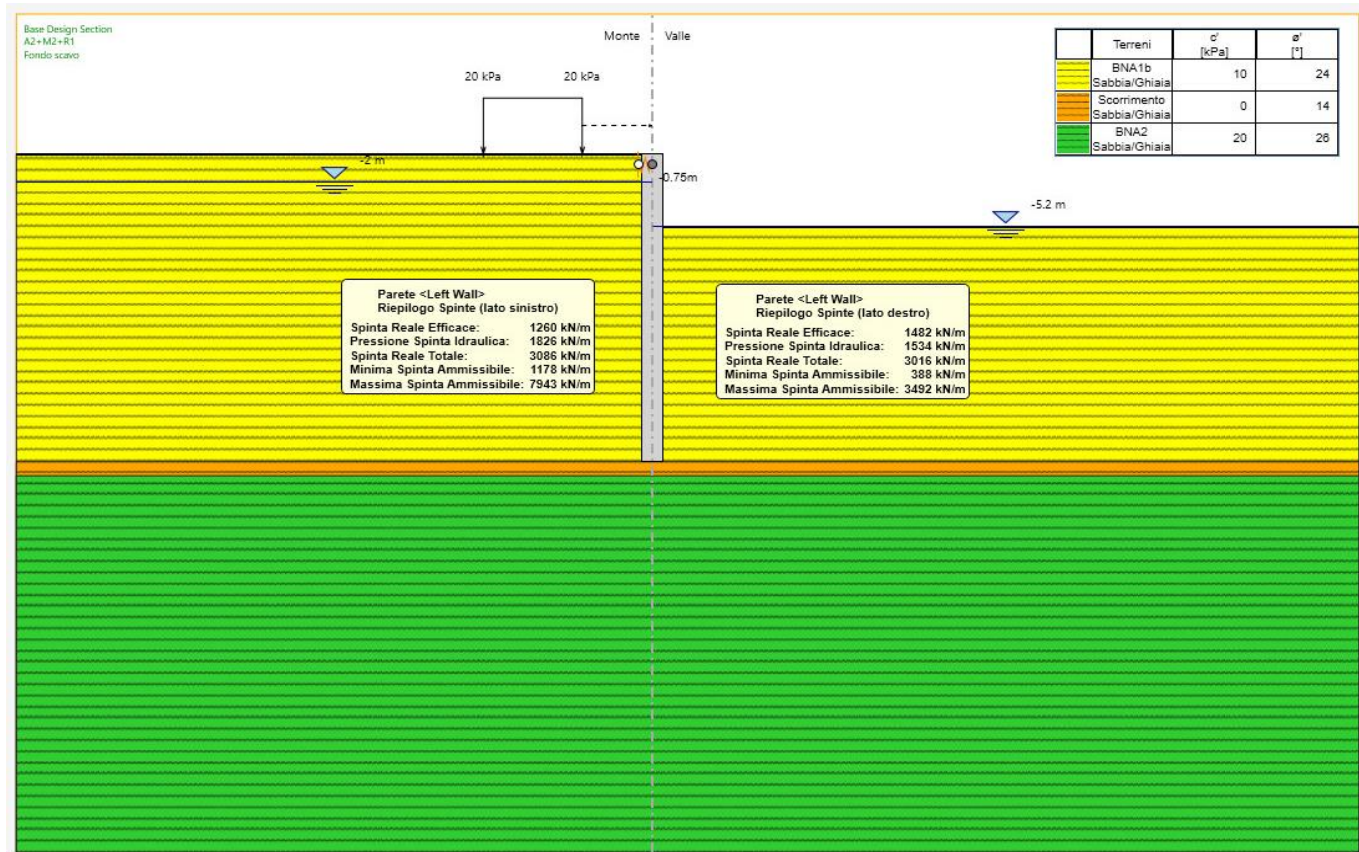


Figura 12-12 – Spinte a monte e valle dell'opera in condizione statica

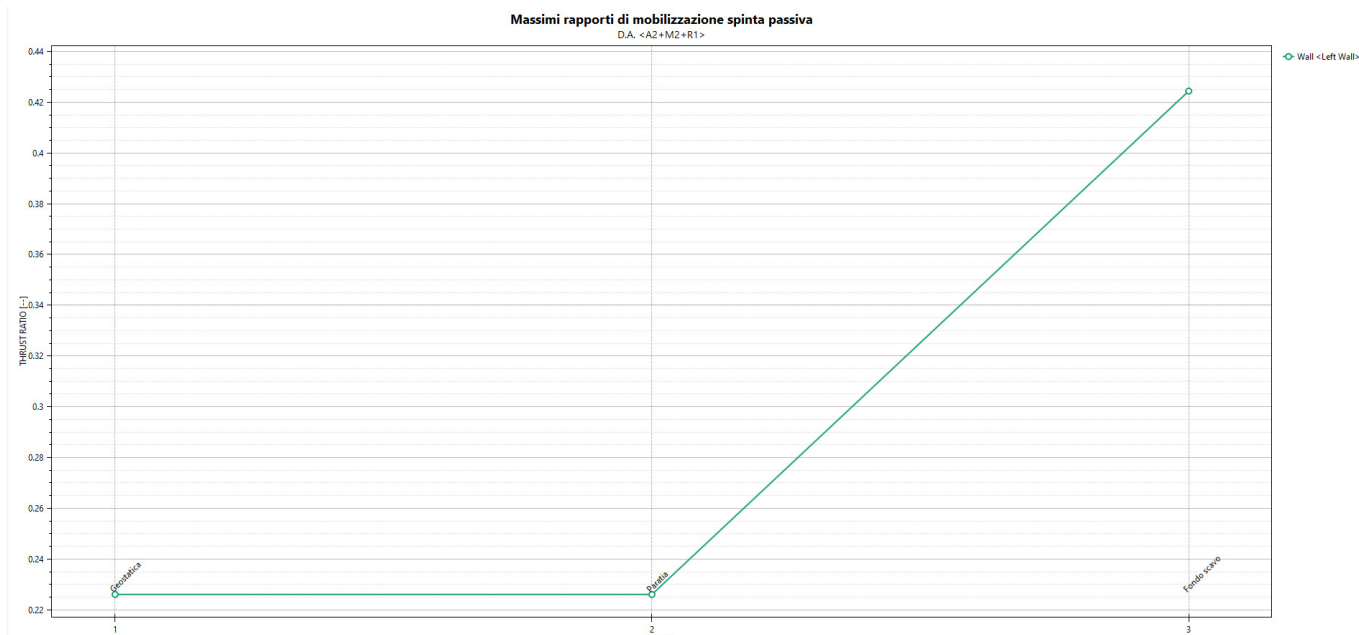


Figura 12-13 – Massimi rapporti di mobilitazione della spinta passiva nelle diverse fasi in condizione statica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 42 di 68

12.5 REAZIONE NEL VINCOLO

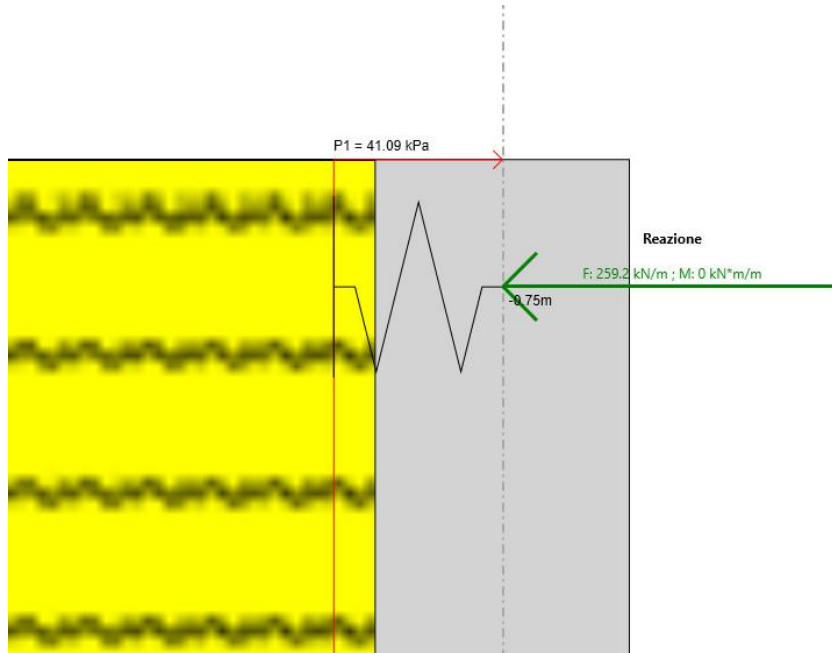


Figura 12-16 – Reazione nel vincolo elastico SLU

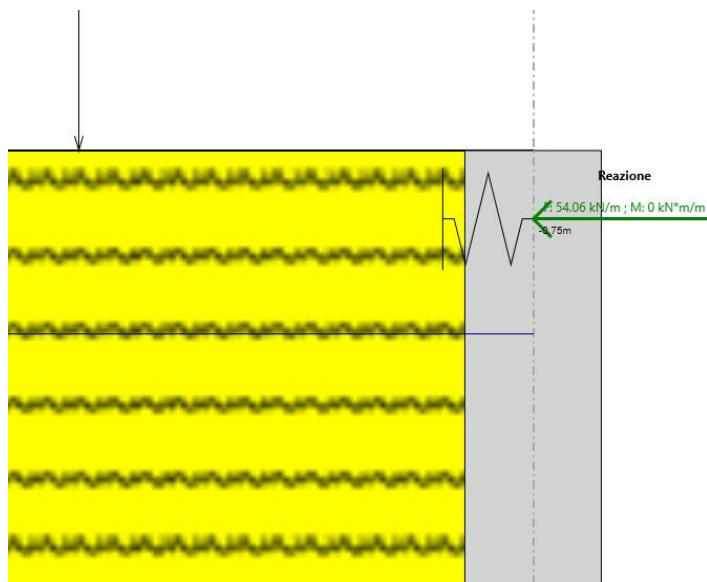


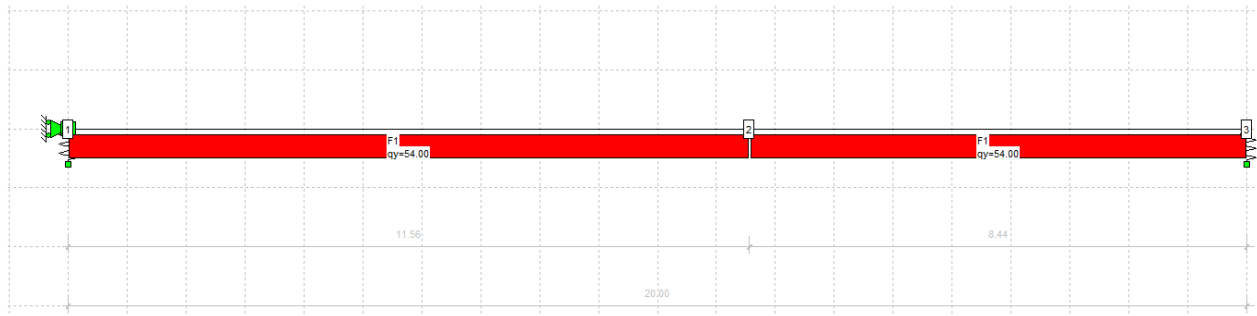
Figura 12-17 – Reazione nel vincolo elastico SLE

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>NV1105 281</td> <td>A</td> <td>43 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	43 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	43 di 68								

12.6 AZIONI NELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO

Una volta determinata la reazione nel vincolo in condizione SLE e in condizione SLU si sono determinate le azioni interne nella trave di collegamento per entrambe le condizioni tramite il modello SIGMAc SOFT.

12.6.1 Azioni interne SLE



Coordinate nodali e vincoli fissi :

nodo	X	Y	Wx	Wy	Rz
1	0.00	0.00	1	0	1
2	11.56	0.00	0	0	0
3	20.00	0.00	0	0	0

Vincoli elastici :

nodo	Wx	Wy	Rz
1	0	77835	0
3	0	79051	0

Caratteristiche delle aste

Trave di collegamento :

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	
1	1	2	11.56	
2	2	3	8.44	
asta	sezione	area	modulo J	modulo E
1	1	3.0000	1.000000	3.5E7
2	1	3.0000	1.000000	3.5E7

Geometria delle sezioni

Sezione 1 : base =1.50 altezza =2.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="0" 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;">NV1105 281</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">44 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	44 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	44 di 68								

Carichi applicati alla struttura

F1

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	referim.
F1 1	0.00	0.00	54.00	54.00	LL	
F1 2	0.00	0.00	54.00	54.00	LL	

Spostamenti e reazioni

Condizione : F1

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.000000	0.008224	0.00000 0.00	-640.10	-2002.00	
2	0.000000	0.008485	-0.000160.00	0.00	0.00	
3	0.000000	0.005565	-0.000460.00	-439.90	0.00	
		-----	-----	-----		
Reazioni totali		0.00	-1080.00-2002.00			

Sollecitazioni

Condizione : F1

Trave di collegamento :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	2002.00	-640.10	0.00	
	0.50	1688.70	-613.10	0.00	
	1.00	1388.90	-586.10	0.00	
	1.50	1102.60	-559.10	0.00	
	2.00	829.80	-532.10	0.00	
	2.50	570.50	-505.10	0.00	
	3.00	324.70	-478.10	0.00	
	3.50	92.40	-451.10	0.00	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 45 di 68

4.00	-126.40	-424.10	0.00	
4.50	-331.70	-397.10	0.00	
5.00	-523.50	-370.10	0.00	
5.50	-701.80	-343.10	0.00	
6.00	-866.60	-316.10	0.00	
6.50	-1017.90	-289.10	0.00	
7.00	-1155.70	-262.10	0.00	
7.50	-1280.00	-235.10	0.00	
8.00	-1390.80	-208.10	0.00	
8.50	-1488.10	-181.10	0.00	
9.00	-1571.90	-154.10	0.00	
9.50	-1642.20	-127.10	0.00	
10.00	-1699.00	-100.10	0.00	
10.50	-1742.30	-73.10	0.00	
11.00	-1772.10	-46.10	0.00	
11.50	-1788.40	-19.10	0.00	
11.56	-1789.45	-15.86	0.00	
2	0.00	-1789.45	-15.86	0.00
	0.50	-1790.63	11.14	0.00
	1.00	-1778.31	38.14	0.00
	1.50	-1752.49	65.14	0.00
	2.00	-1713.17	92.14	0.00
	2.50	-1660.35	119.14	0.00
	3.00	-1594.03	146.14	0.00
	3.50	-1514.21	173.14	0.00
	4.00	-1420.89	200.14	0.00
	4.50	-1314.07	227.14	0.00
	5.00	-1193.75	254.14	0.00
	5.50	-1059.93	281.14	0.00
	6.00	-912.61	308.14	0.00
	6.50	-751.79	335.14	0.00
	7.00	-577.47	362.14	0.00
	7.50	-389.65	389.14	0.00
	8.00	-188.33	416.14	0.00
	8.44	0.00	439.90	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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;">NV1105 281</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">46 di 68</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	46 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	46 di 68													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo																		

Diagramma Momento flettente

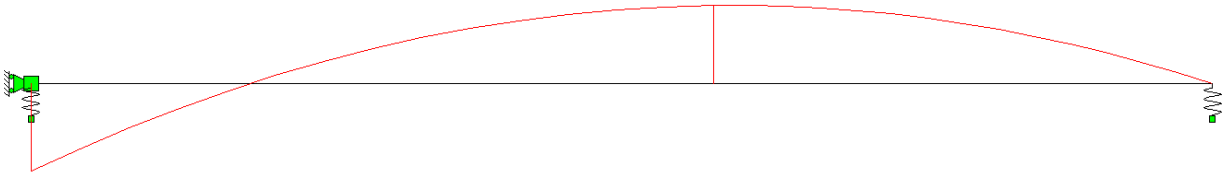
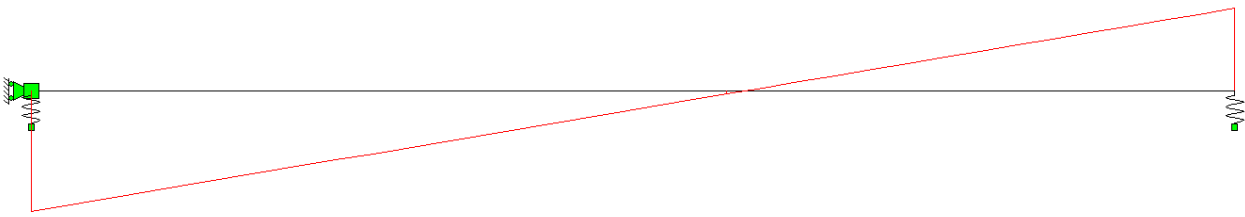
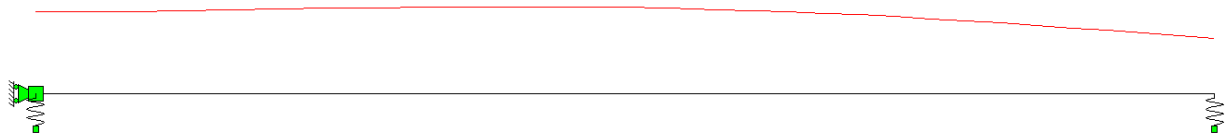


Diagramma Taglio



Deformazioni



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 47 di 68

12.6.2 Azioni interne SLU

Coordinate nodali e vincoli fissi :

nodo	X	Y	Wx	Wy	Rz
1	0.00	0.00	1	0	1
2	11.56	0.00	0	0	0
3	20.00	0.00	0	0	0

Vincoli elastici :

nodo	Wx	Wy	Rz
1	0	77835	0
3	0	79051	0

Caratteristiche delle aste

Trave di collegamento :

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	
1	1	2	11.56	
2	2	3	8.44	
asta	sezione	area	modulo J	modulo E
1	1	3.0000	1.000000	3.5E7
2	1	3.0000	1.000000	3.5E7

Geometria delle sezioni

Sezione 1 : base =1.50 altezza =2.00

Carichi applicati alla struttura

F1

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	referim.
F1	1	0.00	0.00	260.00	260.00	LL
F1	2	0.00	0.00	260.00	260.00	LL

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 48 di 68

Spostamenti e reazioni

Condizione : F1

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.000000	0.039596	0.00000 0.00	-3081.96-9639.26		
2	0.000000	0.040854	-0.000790.00	0.00 0.00		
3	0.000000	0.026793	-0.002200.00	-2118.040.00		
		-----	-----	-----		
Reazioni totali		0.00	-5200.00-9639.26			

Sollecitazioni

Condizione : F1

Trave di collegamento :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	9639.26	-3081.960.00		
	0.50	8130.78	-2951.960.00		
	1.00	6687.30	-2821.960.00		
	1.50	5308.82	-2691.960.00		
	2.00	3995.34	-2561.960.00		
	2.50	2746.85	-2431.960.00		
	3.00	1563.37	-2301.960.00		
	3.50	444.89	-2171.960.00		
	4.00	-608.59	-2041.960.00		
	4.50	-1597.07	-1911.960.00		
	5.00	-2520.55	-1781.960.00		
	5.50	-3379.04	-1651.960.00		
	6.00	-4172.52	-1521.960.00		
	6.50	-4901.00	-1391.960.00		
	7.00	-5564.48	-1261.960.00		
	7.50	-6162.96	-1131.960.00		
	8.00	-6696.44	-1001.960.00		
	8.50	-7164.92	-871.96 0.00		
	9.00	-7568.41	-741.96 0.00		

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 49 di 68

	9.50	-7906.89-611.96	0.00
	10.00	-8180.37-481.96	0.00
	10.50	-8388.85-351.96	0.00
	11.00	-8532.33-221.96	0.00
	11.50	-8610.81-91.96	0.00
	11.56	-8615.86-76.36	0.00
2	0.00	-8615.86-76.36	0.00
	0.50	-8621.5553.64	0.00
	1.00	-8562.23183.64	0.00
	1.50	-8437.91313.64	0.00
	2.00	-8248.59443.64	0.00
	2.50	-7994.27573.64	0.00
	3.00	-7674.95703.64	0.00
	3.50	-7290.63833.64	0.00
	4.00	-6841.32963.64	0.00
	4.50	-6327.001093.64	0.00
	5.00	-5747.681223.64	0.00
	5.50	-5103.361353.64	0.00
	6.00	-4394.041483.64	0.00
	6.50	-3619.721613.64	0.00
	7.00	-2780.411743.64	0.00
	7.50	-1876.091873.64	0.00
	8.00	-906.77 2003.64	0.00
	8.44	0.00 2118.04	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 50 di 68

13 VERIFICHE

13.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo e riassunti di seguito, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione ed il fattore di sicurezza calcolato con il metodo dell'equilibrio limite soddisfa i requisiti di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno sia in condizioni statiche che in quelle sismiche.

Le percentuali di utilizzo della resistenza passiva a valle ottenute dalle analisi sono di seguito elencate: per la sezione A è pari al 33% in condizione statica ed al 82% in condizione sismica, per la sezione B risultano 30% e 83%, per la condizione statica e sismica rispettivamente; pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Le verifiche effettuate mediante il codice VPS utilizzando il metodo di Morgestern e Price permettono di ricavare i coefficienti di sicurezza nei confronti della stabilità globale da confrontare con quelli minimi previsto da normativa:

$FS > R2 = 1.2$ in condizione statica

$FS > R2 = 1.1$ in condizione sismica

I fattori di sicurezza ottenuti sono i seguenti

- $FS_{MIN} = 2.82$ in condizione statica;
- $FS_{MIN} = 2.07$ in condizione sismica;

pertanto, la verifica risulta soddisfatta.

Inoltre, gli spostamenti ottenuti garantiscono i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfano le verifiche agli SLE.

13.2 VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEI PALI

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali soggetti a flessione e taglio, le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *ParatiePlus*.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Tipologia Sezione	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-12m	12m	Sezione 1	18 Φ 20	Φ 10 / 20
Gabbia 2	10-22m	12m	Sezione 1	18 Φ 20	Φ 10 / 20

Le verifiche SLU e SLE, mostrate nel seguente paragrafo, sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC. .

Le verifiche SLU sono state eseguite in riferimento alla condizione SLV che prevede le massime sollecitazioni di momento flettente e taglio (vedi Figura 12-9 e Figura 12-10). Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici al par. 13.2.1 e 13.2.2 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

La verifica agli Stati Limite di Esercizio è stata verificata nei confronti del massimo momento ottenuto in tale condizione:

$$M_{MAX(SLE)} = 274 \text{ kNm}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 51 di 68

13.2.1 Momento flettente

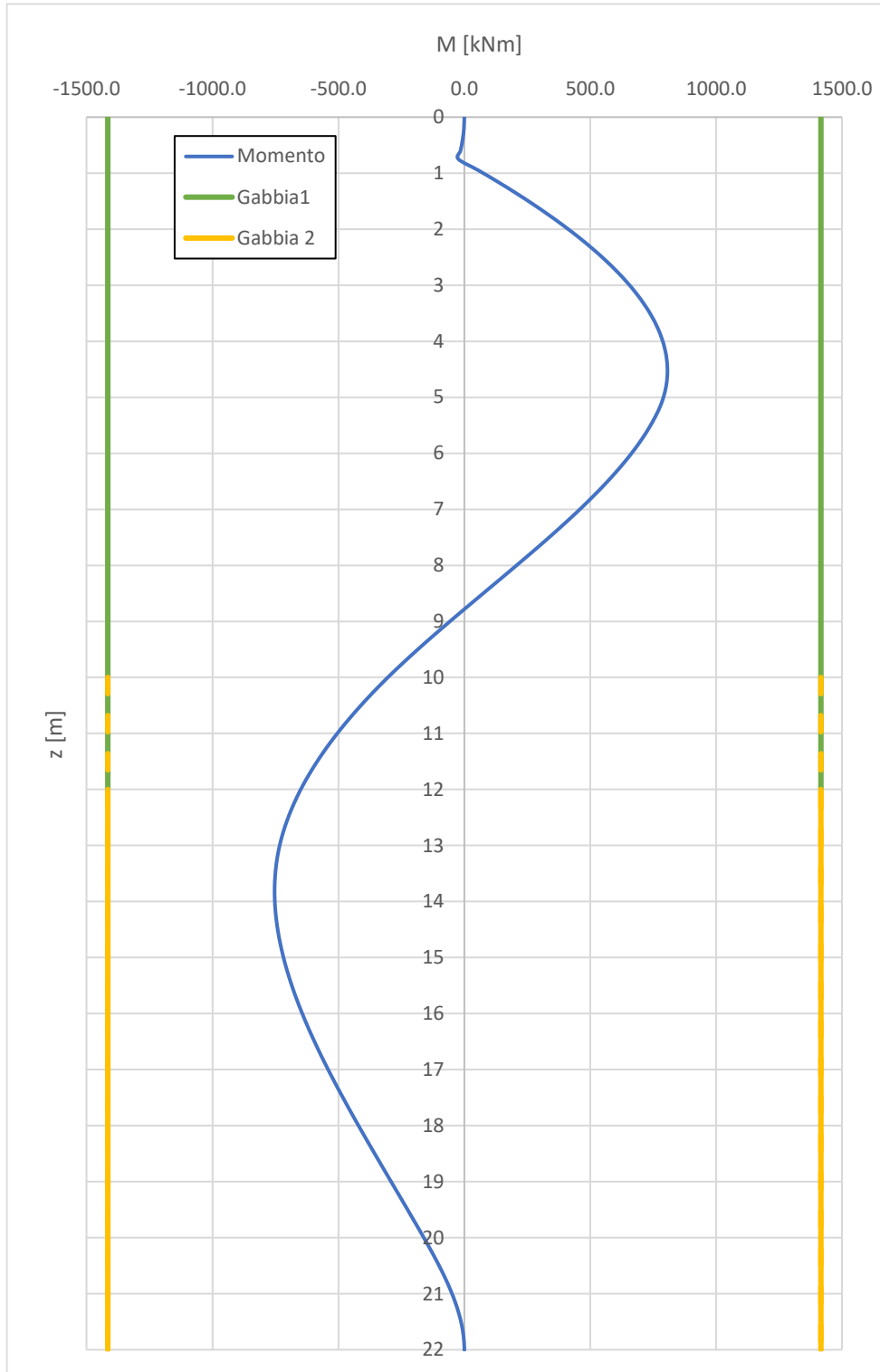


Figura 13-1 – Diagramma copertura del momento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 52 di 68

13.2.2 Azione di taglio

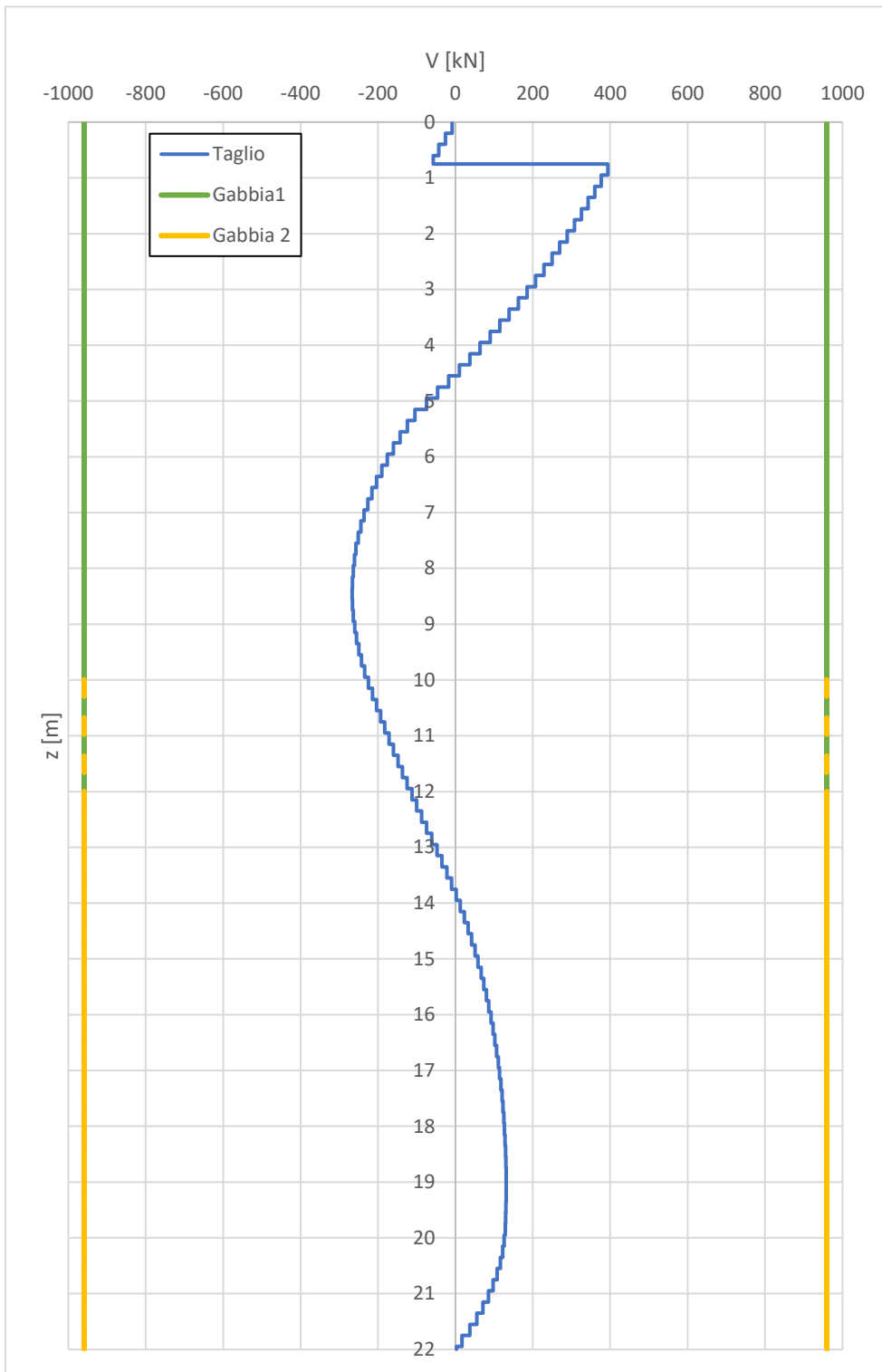


Figura 13-2 – Diagramma copertura del taglio

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>NV1105 281</td> <td>A</td> <td>53 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	53 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	53 di 68								

13.2.3 Verifiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZC_L22_gabbia_1811

(Percorso File: C:\Users\GST1\Desktop\GM\NV11-Apicelrpinia\SEZC_L22_gabbia_1811.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 54 di 68

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

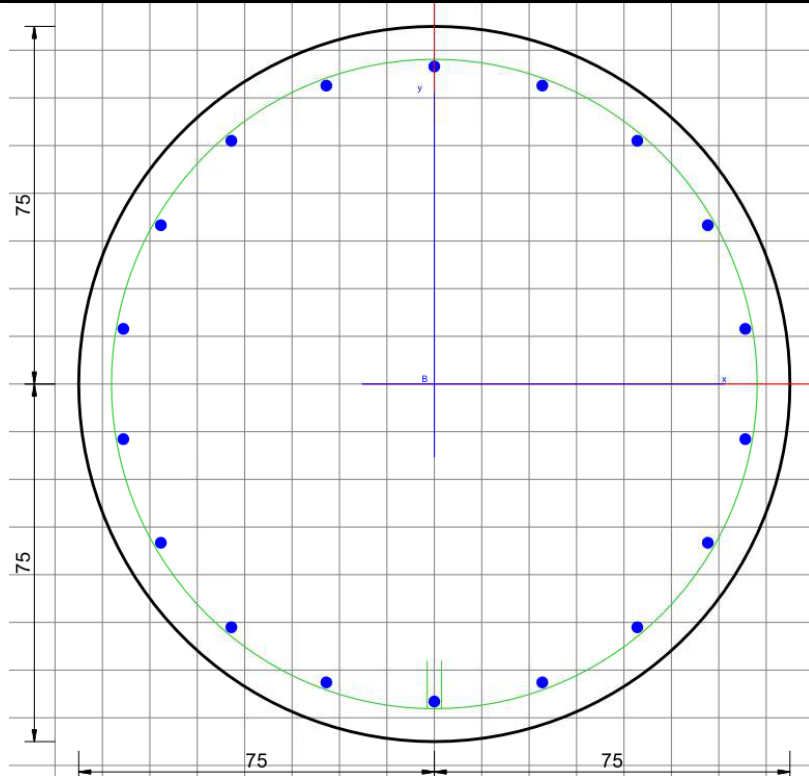
N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.6	18	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 55 di 68



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
- Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	810.00	400.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 56 di 68
1	0.00	274.00	0.00			

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.1	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	810.00	0.00	1415.38	1.75	56.5(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00199	0.0	66.6	-0.02193	0.0	-66.6

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO NV1105 281</td> <td style="text-align: center;">REV. A</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 57 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 57 di 68
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 57 di 68		

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000179561	-0.009967081		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 20 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con $L=lungh.legat.proietta-$
 ta sulla direz. del taglio e $d_{max} =$ massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	400.00	3032.22	959.151332	124.8	99.5	2.500	1.000	3.3	7.9(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO NV1105 281</td> <td style="text-align: center;">REV. A</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 58 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 58 di 68
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 58 di 68		

Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.77	0.0	0.0	-10.2	0.0	-66.6	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	912.44	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>NV1105 281</td> <td>A</td> <td>59 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	59 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	NV1105 281	A	59 di 68								

13.3 VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DELLA TRAVE

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche della sezione rettangolare della trave di collegamento soggetta a flessione e taglio, le azioni interne sono state estratte dal modello di interazione terreno-struttura mostrato nel Capitolo 12.6.

Le verifiche SLU e SLE, mostrate nel seguente paragrafo, sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

13.3.1 Verifiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVE_SLU+SLE

(Percorso File: C:\Users\IGST1\Desktop\GMNV11-Apice\Irpina\TRAVE_SLU+SLE.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 60 di 68

Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	200.0
3	75.0	200.0
4	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-66.3	8.7	30
2	-66.6	191.6	24
3	66.6	191.6	24
4	66.3	8.7	30
5	-66.3	14.7	30
6	66.3	14.7	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 61 di 68

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	4	24
2	1	4	6	30
3	5	6	6	30

ARMATURE A TAGLIO

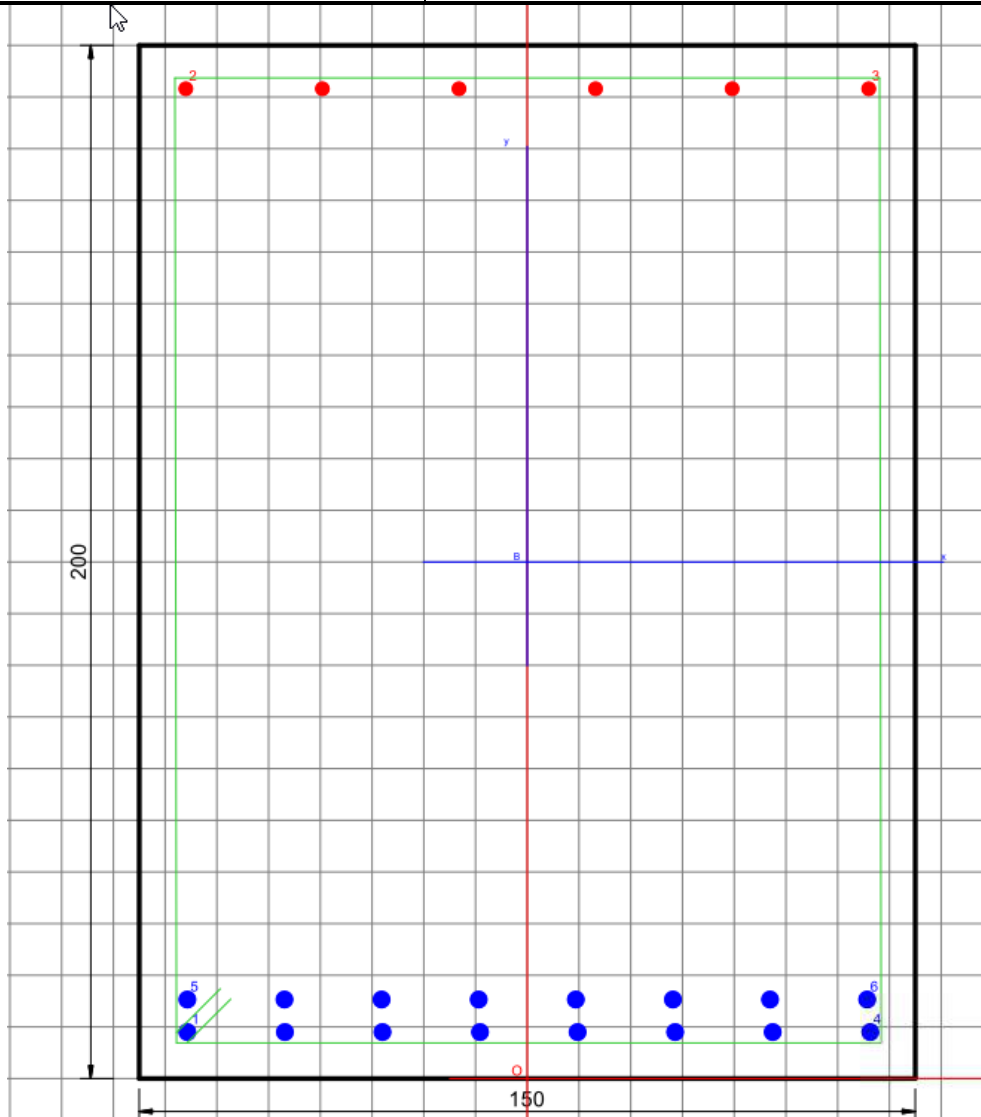
Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	3	4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 62 di 68



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
- Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	6940.00	3100.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO NV1105 281</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 63 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 63 di 68
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 63 di 68		

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2002.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	6940.00	0.00	7970.15	1.15	113.1(60.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO NV1105 281</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 64 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 64 di 68
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 64 di 68		

Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.102	-75.0	200.0	0.00200	-66.6	191.6	-0.03073	-66.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000178954	-0.032290809	0.102	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna. I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO NV1105 281</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 65 di 68</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 65 di 68
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 65 di 68		

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3100.00	6304.98	3809.69	191.3	150.0	2.500	1.000	18.4	22.6(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.78	-75.0	200.0	-22.7	47.4	8.7	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	3084.46	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 66 di 68

13.4 CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE ARMATURE

13.4.1 Paratia

Di seguito si riporta il calcolo delle incidenze delle armature dei pali.

L'incidenza totale dei pali è pari a 45 kg/m³.

gabbia 1 (0-12m) sez1

Lunghezza Totale Palo	22
Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale	
n. barre	18
diametro (mm)	20
peso barre (kg/m)	2.466
peso barre gabbia (kg)	532.656

Palo	
diametro (m)	1.5
area sezione (m ²)	1.767
volume cls (m ³ /m)	21.206

Incidenza armatura long. (kg/m³) 25.1

Staffe	
diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
peso barre gabbia (kg)	314.2

Incidenza staffe (kg/m³) 14.8

Incidenza totale (kg/m³) 39.9

gabbia 2 (10-22m) sez1

Lunghezza Totale Palo	22
Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale	
n. barre	18
diametro (mm)	20
peso barre (kg/m)	2.466
peso barre gabbia (kg)	532.656

Palo	
diametro (m)	1.5
area sezione (m ²)	1.767
volume cls (m ³ /m)	21.206

Incidenza armatura long. (kg/m³) 25.1

Staffe	
diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
peso barre gabbia (kg)	314.2

Incidenza staffe (kg/m³) 14.8

Incidenza totale (kg/m³) 39.9

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO NV1105 281	REV. A	FOGLIO 67 di 68

13.4.2 Trave di testa

Trave Cordolo						
B	1.5	m	V trave	3.00	m ³	
H	2	m	L	1	m	
	diametro [mm]	Area [mm ²]	numero	L [mm]	passo [mm]	peso [Kg]
Armatura longitudinale inferiore	24	452	14	1000	-	50.7
Armatura longitudinale superiore	24	452	14	1000	-	50.7
Staffe	12	113	1	-	200	31.7
Spilli	12	113	2	-	200	18.1
Incidenza calcolata						55.4
						kg/m³

L'incidenza totale della trave è pari a 60 kg/m³

<p>APPALTATORE:</p> <p><u>Consorzio</u> <u>Soci</u></p> <p>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</p> <p>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</p>											
<p>PROGETTAZIONE:</p> <p><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u></p> <p>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="719 293 847 394"> <p>COMMESSA</p> <p>IF28</p> </td> <td data-bbox="847 293 959 394"> <p>LOTTO</p> <p>01</p> </td> <td data-bbox="959 293 1102 394"> <p>CODIFICA</p> <p>V ZZ CL</p> </td> <td data-bbox="1102 293 1278 394"> <p>DOCUMENTO</p> <p>NV1105 281</p> </td> <td data-bbox="1278 293 1358 394"> <p>REV.</p> <p>A</p> </td> <td data-bbox="1358 293 1481 394"> <p>FOGLIO</p> <p>68 di 68</p> </td> </tr> </table>						<p>COMMESSA</p> <p>IF28</p>	<p>LOTTO</p> <p>01</p>	<p>CODIFICA</p> <p>V ZZ CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV1105 281</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>68 di 68</p>
<p>COMMESSA</p> <p>IF28</p>	<p>LOTTO</p> <p>01</p>	<p>CODIFICA</p> <p>V ZZ CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV1105 281</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>68 di 68</p>							
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</p> <p>VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 – Opere di sostegno – Relazione di calcolo</p>												

ALLEGATI