

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA **rpa** MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

VARIANTE AMBIENTALE

Relazione di calcolo opera provvisoria

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO D'Agostino Angela Antonio Costruzioni Generali s.r.l. (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI (data e firma)	---

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

IA3S 01 V ZZ CL IM0000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Continisio	Ott 2021	F. Lomurno	Ott 2021	M. Rasimelli	Ott 2021	
B	Rdv IA3S-RV-0000000307	F. Continisio	Feb 2022	F. Lomurno	Feb 2022	M. Rasimelli	Feb 2022	
C	Rdv IA3S-RV-0000000445	F. Continisio	Lug 2022	F. Lomurno	Lug 2022	M. Rasimelli	Lug 2022	
								Lug 2022

File: IA3S01EZZCLIM0000001C n. Elab.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	2 DI 55

INDICE

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.1 Normativa tecnica di riferimento	7
2.1.1 Materiali	7
2.1.2 Costruzioni in c.a. e acciaio	7
2.1.3 Geotecnica	8
2.1.4 Sismica	8
2.2 Normativa tecnica nazionale	9
2.3 Bibliografia e altri riferimenti	9
3. MATERIALI.....	10
3.1 Jet grouting	10
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	11
4.1 Parametri geotecnici.....	11
4.2 Jet grouting	11
5. CRITERI DI CALCOLO	12
5.1 Software di calcolo	12
5.1.1 Calcolo muri di sostegno a gravità	13
5.2 Validazione del programma di calcolo	14
5.2.1 Calcolo muri di sostegno a gravità	14
5.2.2 Tipo di analisi svolta.....	14
5.2.3 Affidabilità dei codici di calcolo.....	15
5.2.4 Modalità di presentazione dei risultati	15
5.2.5 Informazioni generali sull'elaborazione	15
5.2.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	15
6. VERIFICHE DEI MURI	16
6.1 Criteri di verifica	16
6.1.1 Combinazioni statiche.....	16
6.2 Verifica a ribaltamento (SLU EQU).....	17
6.2.1 Risultati verifiche MAX	17
6.3 Verifica a scorrimento (SLU EQU).....	18
6.3.1 Risultati verifiche MAX	18
6.4 Verifica a capacità portante della fonazione diretta (SLU GEO).....	20
6.4.1 Risultati verifiche MAX	20
6.5 Verifica di stabilità globale del complesso terreno-opera (SLU GEO)	22
6.5.1 Risultati verifiche MAX	22
6.6 Elementi in jet grouting.....	23
6.6.1 Verifiche tensionali (SLE).....	23

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	3 DI 55

7.	ANALISI DEI CARICHI MURI	24
7.1	Azioni permanenti strutturali (G ₁).....	24
7.2	Peso proprio.....	24
7.3	Azioni permanenti non strutturali (G ₂).....	24
7.4	Spinta del terreno (G ₃).....	24
7.4.1	Spinta a riposo.....	24
7.4.2	Spinta attiva.....	25
7.4.3	Pressioni idrostatiche.....	27
7.4.4	Pressioni idrodinamiche.....	27
7.5	Azione accidentali da traffico ferroviario (Q)	28
7.5.1	Azioni variabili verticali.....	28
7.6	Azione accidentali da traffico veicolare generico (Q)	28
7.6.1	Automezzi portata ridotta	29
8.	ANALISI MURO A GRAVITÀ.....	30
8.1	Schema di calcolo	30
8.1.1	Materiale jet grouting	30
8.1.2	Geometria profilo terreno a monte del muro.....	31
8.1.3	Geometria muro	31
8.1.4	Descrizione terreni	32
8.1.5	Stratigrafia	33
8.1.6	Condizioni di carico.....	33
8.1.7	Descrizione delle combinazioni di carico.....	35
8.1.8	Opzioni di calcolo.....	40
8.2	Risultato delle analisi – Approccio 1	41
8.2.1	Verifiche strutturali	41
8.2.2	Verifiche geotecniche (SLU GEO, SLV).....	43
8.2.3	Verifica a scorrimento fondazione	44
8.2.4	Verifica a carico limite	44
8.2.5	Verifica a ribaltamento	45
8.2.6	Verifica stabilità globale muro + terreno	46
8.3	Risultato delle analisi – Approccio 2	48
8.3.1	Verifiche strutturali	48
8.3.2	Verifiche geotecniche (SLU GEO, SLV).....	50
8.3.3	Verifica a scorrimento fondazione	51
8.3.4	Verifica a carico limite	51
8.3.5	Verifica a ribaltamento	52
8.3.6	Verifica stabilità globale muro + terreno	53
9.	MONITORAGGIO	55

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	4 DI 55

1. PREMESSA

La presente relazione fa seguito al Progetto esecutivo degli interventi di bonifica e messa in sicurezza operativa del sito manutentivo/stazione FSE "Bari Sud Est.

L'area della Stazione Bari Sud-Est si trova a circa 600 m dalla costa, nella parte sud-orientale della città di Bari, ove ha sede l'impianto ferroviario delle FSE.

A seguito delle risultanze delle indagini svolte negli anni, le quali hanno rivelato la presenza di inquinanti quali idrocarburi e metalli pesanti, è emersa la necessità di attivare una procedura di bonifica dell'area in cui ricadono gli opifici di manutenzione FSE.

Il presente progetto esecutivo riguarda:

1. Bonifica dei terreni e rimozione totale del surnatante

- A. La bonifica dei terreni tramite rimozione come da elaborati grafici;
- B. Scavo del suolo superficiale -1.50 m e del suolo profondo a - 4.50 m propedeutico alla rimozione del surnatante oleoso;
- C. Estrazione e smaltimento delle fasi separate intercettate durante gli scavi;
- D. Rinterro ad opera di materiale da cava e terreni idonei provenienti dagli scavi.

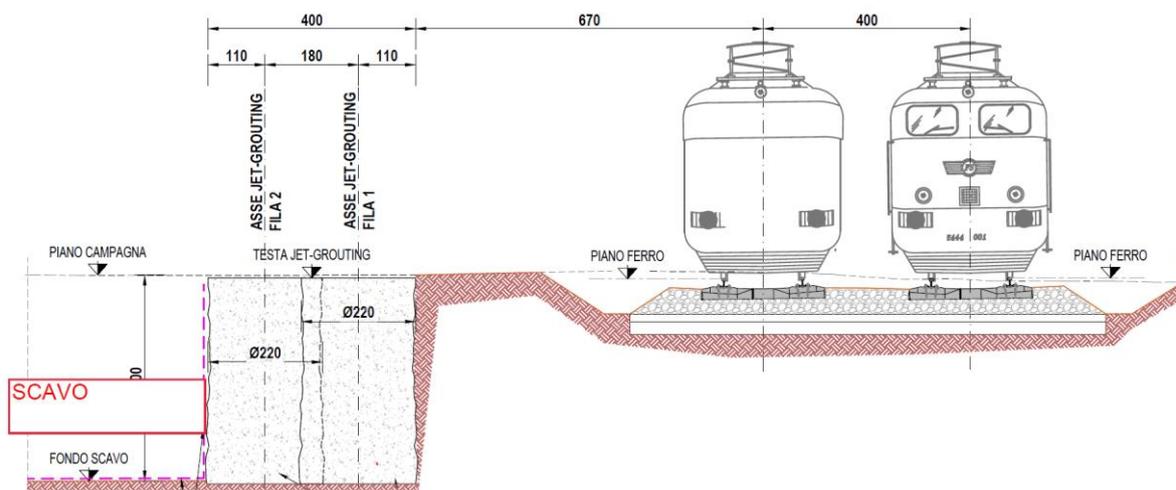
2. Messa in Sicurezza Permanente del sito

3. Messa in Sicurezza Operativa delle acque di falda

Oggetto della presente relazione di calcolo è il dimensionamento delle opere di consolidamento a monte degli scavi previsti nella fase 1 dell'elenco sopra riportato.

In particolare, per lo scavo profondo a meno 4.50 m dal piano campagna e per la necessità di mantenere attivo il traffico ferroviario si rende necessario un pre-consolidamento del fronte di scavo per ottimizzare la geometria dello scavo

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	5 DI 55



La presenza del substrato roccioso di Calcarea di Bari ha limitato la scelta delle modalità di esecuzione e di modellazione dell'opera di sostegno. Difatti, con l'ipotesi funzionamento a paratia, sono stati scartati i pali trivellati di grande o medio diametro per l'impossibilità di immorsarsi nel substrato roccioso. In alternativa i micropali avrebbero comportato la realizzazione di tiranti interferenti con la seconda fase di scavo. In tutti i casi non sono realizzabili opere che intaccano e interessano il fondo scavo e la concomitante falda.

Alla luce di quanto sopra si è optato per eseguire un tampone di terreno consolidato con jet grouting e di verificarne la stabilità e il comportamento come opera a gravità. Inoltre, la distanza del consolidamento è tale da non interferire con le strutture esistenti.

Questa soluzione evita qualsiasi interazione con la falda del terreno consolidato sia in fase di realizzazione che di esercizio in quando si attesta sull'interfaccia tra calcarea compatto e calcarenite/materiale sciolto leggermente al di sopra della quota di affioramento della falda. Inoltre questa soluzione non interferisce in alcun modo con i sistemi di impermeabilizzazione del fondo scavo.

In virtù della distanza tra il consolidamento e l'asse ferroviario, la funzione del jet grouting è prettamente di compartimentazione più che di sostegno.

Si precisa che lo strato da consolidare tramite jet grouting è limitato alla Calcarenite di Gravina alterata (GRAalt). Qualora lo strato di Calcarea di Bari (CBA) fosse più superficiale, si realizzerà uno scavo in trincea come previsto in Relazione Geotecnica Generale.

Per il jet grouting si è scelto un diametro delle colonne trattate pari a 2200mm con interasse a quinconce pari a 1.95 x 1.50m. La dimensione del muro a gravità risulta di 4.00 m in altezza e 4.00 m di spessore.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.**

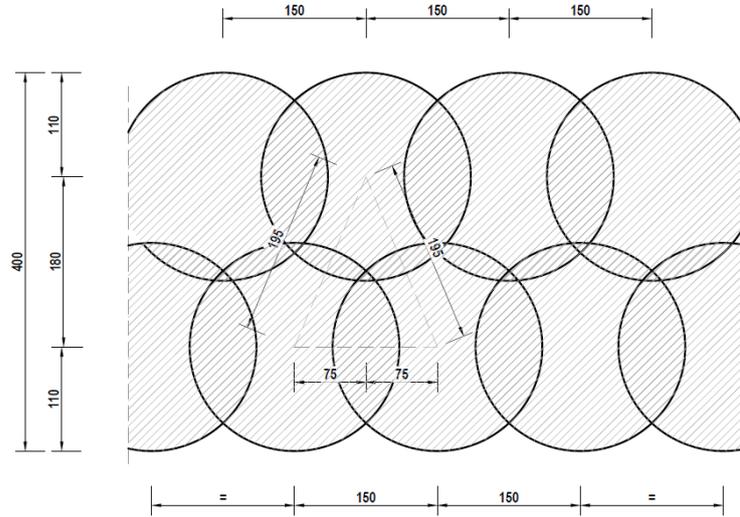
RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione di calcolo opera provvisoria

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	6 DI 55



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 7 DI 55

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa tecnica di riferimento

2.1.1 Materiali

- [N.1]. UNI EN 206-1 marzo 2006 – “Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- [N.2]. UNI EN 197-1 marzo 2006 – “Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- [N.3]. UNI EN 197-2 marzo 2001 – “Cemento - Valutazione della conformità”;
- [N.4]. UNI 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1”;
- [N.5]. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 07/02/2003 – “Linee guida per il calcestruzzo strutturale, Linee guida per il calcestruzzo strutturale ad alta resistenza, Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato”;
- [N.6]. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 05/04/2013 – “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”;
- [N.7]. D.M. 16/02/2007 – “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”;
- [N.8]. “Regolamento UE n°305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio” Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;

2.1.2 Costruzioni in c.a. e acciaio

2.1.2.1 Eurocodice 0 – “Criteri generali di progettazione strutturale”

- [N.9]. UNI EN 1990:2006

2.1.2.2 Eurocodice 1 – “Azioni sulle strutture”

- [N.10]. UNI EN 1991-1-1:2004 – “Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- [N.11]. UNI EN 1991-1-2:2004 – “Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco”;
- [N.12]. UNI EN 1991-1-3:2004 – “Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve”;
- [N.13]. UNI EN 1991-1-4:2005 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;
- [N.14]. UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;
- [N.15]. UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 8 DI 55

2.1.2.3 Eurocodice 2 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

[N.16]. UNI EN 1992-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[N.17]. UNI EN 1992-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;

[N.18]. UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;

2.1.2.4 Eurocodice 3 – “Progettazione delle strutture in acciaio”

[N.19]. UNI EN 1993-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[N.20]. UNI EN 1993-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;

[N.21]. UNI EN 1993-1-5:2007 – “Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra”;

[N.22]. UNI EN 1993-1-8:2005 – “Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti”;

[N.23]. UNI EN 1993-1-9:2005 – “Parte 1-9: Fatica”;

[N.24]. UNI EN 1993-1-10:2005 – “Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore”;

[N.25]. UNI EN 1993-2:2007 – “Parte 2: Ponti di acciaio”;

[N.26]. UNI EN 1993-3-1:2007 – “Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere - Torri e pali”;

[N.27]. UNI EN 1993-5:2007 – “Parte 5: Pali e palancole”

2.1.2.5 Eurocodice 4 – “Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”

[N.28]. UNI EN 1994-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[N.29]. UNI EN 1994-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;

[N.30]. UNI EN 1994-2:2006 – “Parte 2: Regole generali e regole per i ponti”;

2.1.3 Geotecnica

2.1.3.1 Eurocodice 7 – “Progettazione geotecnica”

[N.31]. UNI EN 1997-1:2005 – “Parte 1: Regole generali”;

2.1.4 Sismica

2.1.4.1 Eurocodice 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”

[N.32]. UNI EN 1998-1:2005 – “Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;

[N.33]. UNI EN 1998-2:2009 – “Parte 2: Ponti”;

[N.34]. UNI EN 1998-5:2003 – “Parte 5: Fondazioni, opere di sostegno e geotecniche”

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	9 DI 55

2.2 Normativa tecnica nazionale

- [N.35]. D.M. Min. II. TT. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [N.36]. Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- [N.37]. CNR DT 207/2008 - “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- [N.38]. D.M. 31/07/2012 – “Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l’applicazione degli Eurocodici”;
- [N.39]. D.P.R. n°380 06/06/2001 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia”;

2.3 Bibliografia e altri riferimenti

- [D1]. Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [D2]. Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985
- [D3]. C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987
- [D4]. R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987
- [D5]. Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- [D6]. Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam
- [D7]. Lunardi P.: “Il consolidamento del terreno mediante jet-grouting”
- [D8]. Croce P.: “Jet grouting: tecnica, progetto e controllo”

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	10 DI 55

3. MATERIALI

3.1 Jet grouting

Il cemento utilizzato potrà essere pozzolanico (CEM IV/A) o Portland (CEMII/A-L), di classe 32,5 o 42,5.

La miscela standard utilizzata deve avere la seguente composizione (per m³):

- Cemento (kg) 600÷1000
- Acqua (l) 650÷800
- Bentonite o fluidificanti (kg) 0÷14

Il dosaggio della bentonite dei fluidificanti dipende dal tipo di cemento. I parametri fisici caratteristici di tale miscela sono i seguenti:

- Viscosità Marsh (secondi) 28÷45
- Densità (kg/cm³) 1.5÷1.7
- Resa volumetrica (%) >75

La resistenza a rottura ad espansione laterale libera di tali miscele dopo maturazione di 28 giorni deve essere fra i 25 e i 35 MPa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 11 DI 55

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Parametri geotecnici

I parametri geotecnici costitutivi dei terreni che interessano le opere in oggetto, utilizzati nelle analisi svolte, sono stati desunti dalla relazione geotecnica. La tabella seguente riporta i parametri di progetto utilizzati nei calcoli.

Materiale	γ_N [kN/m ³]	Parametri di resistenza	Parametri di deformabilità Evc	Parametri di deformabilità Eur
Riperto antropico	19.0	$c' = 0$ kPa $\phi = 30^\circ$	Evc = 30 MPa	Eur = 90 MPa
Calcareniti di Gravina	20.0	$c' = 5$ kPa $\phi = 30^\circ$	Evc = 20 MPa	Eur = 60 MPa
Calcere di Bari	24.0	$c' = 40$ kPa $\phi = 38^\circ$	Evc = 40 MPa	Eur = 120 MPa

dove:

- γ_N peso di volume
- c' coesione
- ϕ angolo di resistenza al taglio
- $E_{vc/ur}$ modulo elastico compressione vergine / scarico-ricarico

4.2 Jet grouting

Con riferimento a [D7] e [D8], nel seguito si riportano le modalità di esecuzione del jet grouting.

P_{aria} [MPa]	Ugelli acqua	P_{acqua} [MPa]	Q_{acqua} [l/s]	A/C	Ugelli boiacca	$P_{boiacca}$ [MPa]	$Q_{boiacca}$ [l/min]	$V_{risalita}$ [cm/min]	D_{reso} [mm]
0.2÷1.7	2x2mm	39	110	>0.5	1x5mm	40÷60	60÷400	15÷50	2200

Per il jet grouting si considerano i seguenti parametri.

Materiale	γ_N [kN/m ³]	Parametri di resistenza	Parametri di deformabilità Evc	Parametri di deformabilità Eur
Jet grouting	19.0	$c' = 150$ kPa $\phi = 34^\circ$	Evc = 2500 MPa	Eur = 7500 MPa

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	12 DI 55

5. CRITERI DI CALCOLO

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14/01/08 “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 5-1: Valori minimi della Vita Nominale V_N di progetto per diversi tipi di costruzione

Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 2$ anni (§ 2.4.1 “Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva”)
Classe d’uso	II (§ 2.4.2, “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”)
Coefficiente d’uso	$C_U = 1.0$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U = 2$ anni $\rightarrow < 35$ anni

5.1 Software di calcolo

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito. La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l’affidabilità e soprattutto l’idoneità al caso specifico.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	13 DI 55

Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati. Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.1.1 Calcolo muri di sostegno a gravità

Titolo:



Caratteristiche: Programma per l'analisi e il calcolo dei muri di sostegno
Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza
Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.
Versione: 16.01A

5.1.1.1 Ipotesi generali di calcolo

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno sull'opera e valutazione di tutti i carichi agenti sulla stessa (pesi propri, sovraccarichi, azioni sismiche, etc.);
- Verifiche di equilibrio del muro (ribaltamento e scorrimento) e di rottura del terreno di fondazione (capacità portante);
- Verifica di stabilità del complesso muro-terreno (rotazione circolare della superficie instabile);
- Calcolo delle sollecitazioni in elevazione e in fondazione, a seconda della tipologia di muro scelta:
 - Muro senza contrafforti con fondazione superficiale e senza tiranti

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 14 DI 55

Calcolo a mensola classico considerando una striscia di un metro sia per il paramento del muro che per la fondazione di monte e di valle.

- Muro senza contrafforti con fondazione su pali e senza tiranti

Calcolo a mensola classico per il paramento, mentre per la fondazione calcolo a piastra FEM.

- Muro senza contrafforti con fondazione superficiale e con tiranti

Calcolo a mensola classico per la fondazione, mentre per il paramento calcolo a piastra FEM.

- Muro con contrafforti

Calcolo a piastra FEM sia per la fondazione che per il paramento, ovvero si implementano due modelli a piastra separati.

Calcolo a mensola classico

Il paramento viene considerato caricato dal diagramma delle pressioni dovuto alla spinta (in condizioni statiche ed in condizioni sismiche) dalla forza d'inerzia del paramento stesso e dalla componente tangenziale della spinta (se l'angolo d'attrito terra-muro è diverso da zero). Il calcolo delle armature viene eseguito considerando la sezione alla generica quota soggetta a pressoflessione. Nel calcolo delle sollecitazioni per la fondazione di valle, questa viene considerata caricata dal basso dalla reazione del terreno (diagramma di tipo lineare) e dall'alto dal peso proprio e dall'eventuale terreno posto sopra la fondazione stessa. Nel calcolo delle sollecitazioni per la fondazione di monte questa viene considerata caricata dal basso dalla reazione del terreno (diagramma di tipo lineare) e dall'alto dal peso proprio e dal carico dovuto al terrapieno e agli eventuali sovraccarichi sul terrapieno.

5.2 Validazione del programma di calcolo

5.2.1 Calcolo muri di sostegno a gravità

Ai sensi del §10.2 delle NTC2008 si dichiara quanto segue.

5.2.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	15 DI 55

5.2.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.2.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

5.2.5 Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

5.2.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 16 DI 55

6. VERIFICHE DEI MURI

6.1 Criteri di verifica

6.1.1 Combinazioni statiche

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche strutturali (SLU STR) e geotecniche (SLU GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Approccio 1

Le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (γ_F), la resistenza dei materiali (γ_M) ed eventualmente la resistenza globale del sistema (γ_R). In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti della colonna A1 per una Combinazione 1 e i coefficienti della colonna A2 per una Combinazione 2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale che per quello geotecnico si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Approccio 2

Le verifiche si conducono con un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) ed eventualmente per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
- scorrimento sul piano di posa
- collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno
- ribaltamento

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6-1: Coefficienti parziali di sicurezza per le verifiche SLU geotecniche statiche (NTC 2008) – Muri di sostegno

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 17 DI 55

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Tabella 6-2: Coefficienti parziali di sicurezza per le verifiche SLU geotecniche (NTC 2008) – Opere in materiali sciolti

SLU di tipo strutturale

- raggiungimento della resistenza negli elementi

La verifica a stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

- Approccio 1:
 - Combinazione 1: (A1+M1+R1)
 - Combinazione 2: (A2+M2+R2)
- Approccio 2:

$$(A1+M1+R3)$$

Si specifica che le analisi sono state condotte secondo entrambi gli approcci. Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 2.6.I e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

6.2 Verifica a ribaltamento (SLU EQU)

6.2.1 Risultati verifiche MAX

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante rispetto allo spigolo a valle della fondazione di tutte le forze che tendono a far ribaltare il muro e di tutte le forze che tendono a stabilizzarlo, verificando che:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 18 DI 55

$$M_{stab} / M_{rib} \geq \gamma_R$$

M_{rib} momento ribaltante

M_{stab} momento stabilizzante

γ_R coefficiente di sicurezza a ribaltamento

Il momento ribaltante M_{rib} è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

6.3 Verifica a scorrimento (SLU EQU)

6.3.1 Risultati verifiche MAX

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se:

$$F_r / F_s \geq \gamma_R$$

F_r forze resistenti allo scivolamento

F_s forze che tendono a fare scorrere il muro

γ_R coefficiente di sicurezza a scorrimento

Le forze che intervengono nella F_s sono tutte le componenti orizzontali delle forze sollecitanti (spinte terreno e carichi) le strutture del muro:

$$F_s = S_{h,t} + S_{h,q} + \Delta S_h$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 19 DI 55

$S_{h,t}$ componente orizzontale della spinta del terreno

$S_{h,q}$ componente orizzontale della spinta dei sovraccarichi sul terreno

ΔS_h componente orizzontale delle sovraspinte sismiche

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione:

$$F_r = N \cdot \tan \delta_f + c_a \cdot B_r$$

N componente normale risultante dei carichi in fondazione

δ_f angolo d'attrito terreno-fondazione

c_a adesione terreno-fondazione

B_r larghezza reagente (compressa) della fondazione

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

$$F_r = (N-Q) \cdot \tan \delta_f + S_p + c_a \cdot L_r$$

Q aliquota di carico gravante sul cuneo passivo

S_p resistenza passiva

L_c ampiezza del cuneo

$$L_r = B_r - L_c$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 20 DI 55



Figura 6-1: Calcolo del cuneo di scivolamento passivo nel caso di dente di fondazione

Con riferimento al §6.5.3.1.1 delle NTC 2008, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, a meno di casi particolari e per un'aliquota massima del 50%. Tale resistenza è subordinata all'assunzione di effettiva permanenza di tale contributo, è da giustificare per le caratteristiche meccaniche dei terreni e delle modalità costruttive, nonché se gli spostamenti necessari alla sua mobilitazione siano compatibili con le prestazioni attese dell'opera.

6.4 Verifica a capacità portante della fonazione diretta (SLU GEO)

6.4.1 Risultati verifiche MAX

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere:

$$Q_u / R \geq \gamma_R$$

Q_u carico limite della fondazione
 R risultante verticale dei carichi in fondazione
 γ_R coefficiente di sicurezza a scorrimento

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, cambia solo il fattore N_γ e l'espressione di alcuni coefficienti:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma \quad \text{caso generale } \phi > 0$$

$$q_u = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q \quad \text{terreno puramente coesivo } \phi = 0$$

N fattori di capacità portante
 s fattori di forma
 d fattori di profondità
 i fattori di inclinazione del carico
 b fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata), con η inclinazione del piano di posa
 g fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio), con β pendenza del pendio

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$		

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI				
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. FOGLIO C 21 DI 55

	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$	$s_v = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 0.4k$		
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.4k$	$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$	$d_v = 1$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = 1 - \frac{mH}{A_f c_a N_c}$		
	$\varphi > 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \cot \varphi}\right)^m$	$i_v = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \cot \varphi}\right)^{m+1}$
Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = (1 - \eta \tan \varphi)^2$	$b_v = (1 - \eta \tan \varphi)^2$
Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - \tan \beta)^2$	$g_v = (1 - \tan \beta)^2$

$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ coefficiente di spinta passiva

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctan \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} > 1$$

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B} \quad \text{per terreni coesivi}$$

$$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}} \quad \text{per terreni incoerenti}$$

e eccentricità del carico
 B dimensione minore della fondazione

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_v del solo termine sul peso di volume ($0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_v$) quando B supera i 2 m.

$$r_v = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 22 DI 55

6.5 Verifica di stabilità globale del complesso terreno-opera (SLU GEO)

Si fa ricorso ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Tale approccio consente di definire un fattore di sicurezza di stabilità globale η , convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio τ_f potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio τ effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.):

$$\eta = \tau_f / \tau$$

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.

6.5.1 Risultati verifiche MAX

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Nel caso di muri su pali vengono analizzate due famiglie di cerchi: la prima passante per l'estremità inferiore dei pali e l'altra tangente al profilo del muro mettendo in conto la resistenza a taglio dei pali.

Nel caso di muri tirantati viene valutata l'influenza dei tiranti sulla stabilità del pendio. In particolare, si considera per ogni striscia l'aliquota di sforzo trasmessa dai tiranti e si scompone tale aliquota nelle due componenti normali e tangenziali alla base della striscia. Tali componenti entrano nelle espressioni dei coefficienti di sicurezza riportati nei paragrafi seguenti.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop. Il coefficiente di sicurezza a stabilità globale nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i (c_i \cdot b_i + (W_i - u_i \cdot b_i) \cdot \text{tg}\phi_i)}{\sum_i W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

$$m = \left(1 + \frac{\text{tg}\phi_i \cdot \text{tg}\alpha_i}{\eta} \right) \cdot \cos \alpha_i$$

n numero delle strisce considerate

b_i larghezza della base della striscia _iesima rispetto all'orizzontale

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	23 DI 55

- α_i inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale
- W_i peso della striscia i_{esima}
- C_i coesione efficace del terreno lungo la base della striscia i_{esima}
- ϕ_i angolo di attrito del terreno lungo la base della striscia i_{esima}
- u_i pressione neutra lungo la base della striscia i_{esima}

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La verifica alla stabilità globale del complesso opera+terreno è superata se:

$$\eta \leq \gamma_R$$

γ_R coefficiente di sicurezza a stabilità globale

6.6 Elementi in jet grouting

6.6.1 Verifiche tensionali (SLE)

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 delle NTC08, la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; \alpha_d) \quad \text{Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione}$$

$$C_d = C(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; \alpha_d) \quad \text{Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate}$$

Le verifiche agli SLE si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai limiti di normativa.

Jet grouting compresso
Combinazione rara

$$\sigma_c < 0.60 \cdot f_{ck}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 24 DI 55

7. ANALISI DEI CARICHI MURI

7.1 Azioni permanenti strutturali (G₁)

I valori delle azioni vengono computati automaticamente dal programma di calcolo secondo le ipotesi seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale del software.

Nome	Tipo	γ_{G1} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP	Permanente strutturale	EQU 0.90 / 1.10 (A1) 1.00 / 1.30 (A2) 1.00 / 1.00	-	-	-

7.2 Peso proprio

Per gli elementi in j.g. si considera un peso specifico $\gamma_c = 19 \text{ kN/m}^3$.

7.3 Azioni permanenti non strutturali (G₂)

Queste azioni non sono presenti nel caso in oggetto.

7.4 Spinta del terreno (G₃)

I valori delle spinte vengono computati automaticamente dai software secondo le metodologie seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale d'uso.

Nome	Tipo	γ_{G1} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TERRENO, FALDA	Permanente strutturale	EQU 0.90 / 1.10 (A1) 1.00 / 1.30 (A2) 1.00 / 1.00	-	-	-

7.4.1 Spinta a riposo

La spinta statica totale sulla parete S_{0h} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$$

Spinta a riposo statica totale sul muro

$$\sigma_h(z) = \sigma_h(z) \cdot k_0$$

Pressione orizzontale di spinta del terreno

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 25 DI 55

Per piano campagna orizzontale si fa riferimento alla seguente correlazione (Jaky, 1944 e Schmidt, 1966):

$$k_0 = 1 - \sin \varphi' \cdot OCR^\alpha$$

$$OCR = 1 \quad \text{Grado di sovraconsolidazione}$$

$$\alpha = 0.5$$

Per pendio inclinato (β) si può considerare che la spinta a riposo sia parallela al p.c. e che il coefficiente k_0 valga:

$$k_0 = (1 - \sin \varphi' \cdot OCR^\alpha) \cdot (1 + \sin \beta)$$

$$\beta = 0 \quad \text{Angolo di inclinazione tra profilo e piano orizzontale}$$

7.4.2 Spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva (K_a) viene valutato ricorrendo alla correlazione generale di Mueller-Breslau basata sulla teoria di Coulomb e riferita a superfici di rottura piane. In questo caso l'approssimazione (rispetto a quanto si sarebbe ottenuto considerando superfici di rottura di geometria complessa) risulta molto contenuta e a favore di sicurezza.

La spinta attiva statica totale sulla parete S_{ah} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$$S_{ah} = \int_0^H \sigma_h(z) dz \quad \text{Spinta attiva statica totale sulla paratia}$$

$$K_a = \frac{\sin^2(\Psi + \varphi)}{\sin^2 \Psi \cdot \sin(\Psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\Psi - \delta) \cdot \sin(\Psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Coefficiente di spinta attiva}$$

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \quad \text{Pressione orizzontale di spinta del terreno}$$

$$\sigma_v(z) \quad \text{Pressione verticale del terreno}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	26 DI 55

H	Altezza della parete di spinta
φ	Angolo di resistenza al taglio del terreno
$\delta = 0.50 \cdot \varphi$	Attrito tra terreno e paratia
ψ	Angolo tra la parete di spinta e il piano orizzontale
β	Angolo di inclinazione tra profilo e piano orizzontale
c	Coesione del terreno

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni, viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	Peso di volume alleggerito del terreno
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori)
γ_w	Peso di volume dell'acqua
$S_{ah} = \int_0^H \sigma'_h(z) dz + E_{ws}$	Spinta attiva statica totale efficace del terreno
$\sigma'_h(z) = \sigma'_v(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$	Pressione orizzontale di spinta efficace del terreno
$\sigma'_v(z)$	Pressione verticale efficace del terreno
E_{ws}	Spinta idrostatica

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 28 DI 55

7.5 Azione accidentali da traffico ferroviario (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
AZIONI VERTICALI	Variabili	EQU 0.00 / 1.45	Singole	0.80	0.80 0.00
	da traffico	(A1) 0.00 / 1.45	gr.1	0.80	0.80 0.00
	ferroviario	(A2) 0.00 / 1.25	gr.2	0.80	0.80 -
			gr.3	0.80	0.80 0.00
			gr.4	1.00	1.00 0.00

7.5.1 Azioni variabili verticali

Si considerano i sovraccarichi ferroviari in accordo al §5.2.2.2 delle NTC2008, per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle tipologie di traffico ferroviario, normale o pesante. I valori dei suddetti carichi saranno poi moltiplicati per un coefficiente di adattamento α , variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

7.5.1.1 Modello di carico SW

Per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni, il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (utilizzato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71), il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

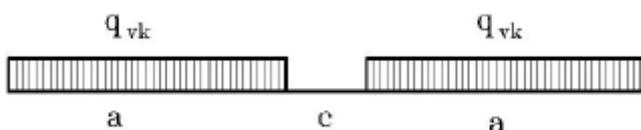


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Figura 7-2: Schema treno di carico SW

7.6 Azione accidentali da traffico veicolare generico (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TRAFFICO (cat. G)	Variabile	EQU 0.00 / 1.50	0.70	0.50	0.30

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 29 DI 55

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		(A1) 0.00 / 1.50			
		(A2) 0.00 / 1.30			

7.6.1 Automezzi portata ridotta

Nel caso in esame, date le ridotte dimensioni geometriche della via di transito che comporta il passaggio di automezzi di portata ridotta, secondo il §3.1.4 ci si riferisce alla categoria "G" (rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso).

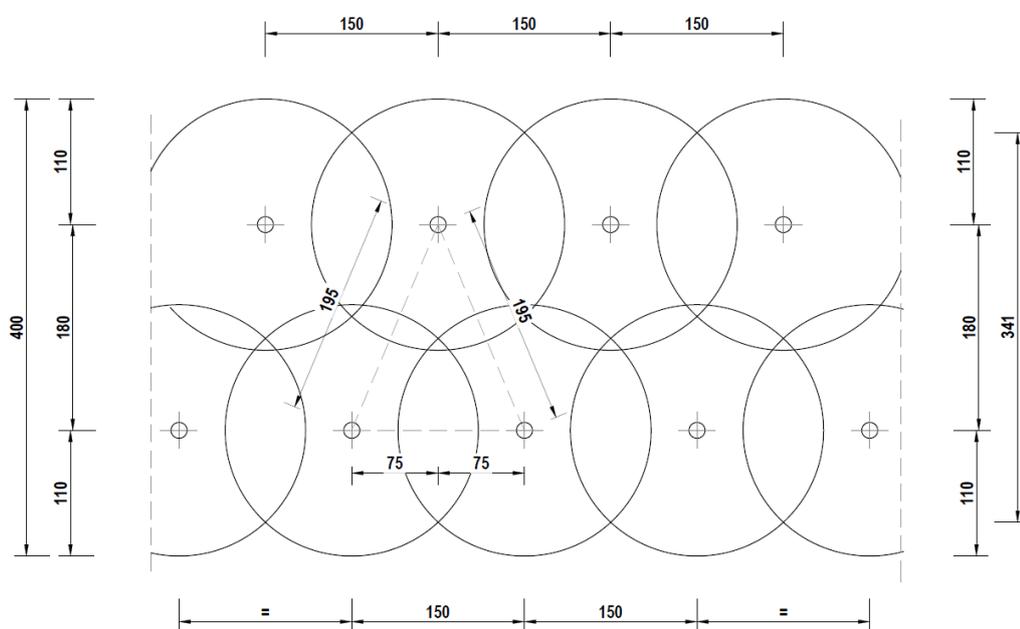
Si tiene pertanto conto di un sovraccarico stradale di 20 kPa distribuito su tutto il profilo.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	30 DI 55

8. ANALISI MURO A GRAVITÀ

L'intervento prevede la realizzazione di consolidamenti di porzioni di terreno per mezzo di colonne in jet grouting di altezza pari allo spessore del terreno da bonificare. La porzione di terreno così consolidato diventa un'opera di sostegno a gravità consentendo le operazioni di scavo a valle della stessa.

Per il jet grouting, al fine di ottimizzare i tempi di esecuzione ed in considerazione della natura dei terreni, si è scelto un diametro delle colonne trattate pari a 2200mm con interasse a quinconce pari a 1.95 x 1.50m.



A favore di sicurezza si considera una sezione trasversale pari alla porzione continua di terreno consolidata pari a 3.41m, escludendo pertanto le zone di prive di sovrapposizione.

8.1 Schema di calcolo

8.1.1 Materiale jet grouting

Simbologia adottata

n° *Indice materiale*

Descr *Descrizione del materiale*

Calcestruzzo non armato

C *Classe di resistenza*

γ *Peso specifico, espresso in [kN/mc]*

R_{ck} *Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]*

E *Modulo elastico, espresso in [kPa]*

ntc *Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso*

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 31 DI 55

n°	Descr	C	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ntc
3	jet grouting	jet grouting	19.0000	25000	2500000	0.50

8.1.2 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	8.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

8.1.3 Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale jet grouting

Altezza paramento 4.00 [m]

Altezza paramento libero 4.00 [m]

Spessore in sommità 3.41 [m]

Spessore all'attacco con la fondazione 3.41 [m]

Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]

Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Fondazione

Materiale jet grouting

Lunghezza mensola di valle 0.00 [m]

Lunghezza mensola di monte 0.00 [m]

Lunghezza totale 3.41 [m]

Inclinazione piano di posa 0.00 [°]

Spessore 0.00 [m]

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 32 DI 55

Spessore magrone 0.00 [m]

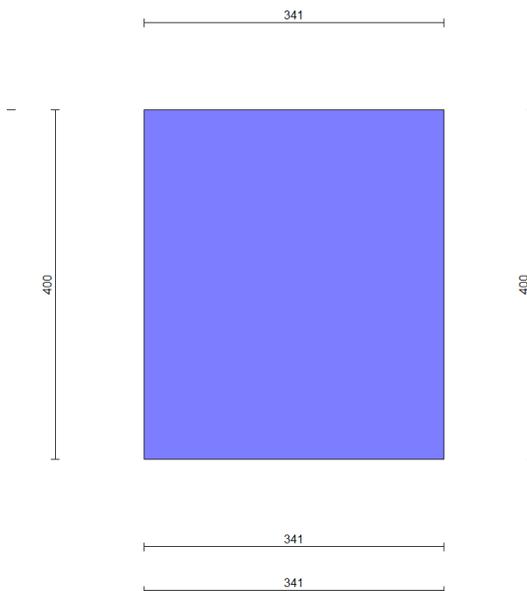


Figura 8-1: Sezione quotata del muro

8.1.4 Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	RA	19.0000	19.0000	30.000	20.000	0	0	---	---
2	CBA	24.0000	24.0000	38.000	38.000	40	0	---	---
3	GRA	20.0000	20.0000	30.000	30.000	5	0	---	---

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 33 DI 55

8.1.5 Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in $\text{Kg}/\text{cm}^2/\text{cm}$

K_s Coefficiente di spinta

C_{esp} Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

$K_{st,sta}$, $K_{st,sis}$ Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K_w [Kg/cm^3]	K_s	C_{esp}	$K_{st,sta}$	$K_{st,sis}$
1	2.00	0.000	RA	---	---	---	---	---
2	3.50	0.000	GRA	---	---	---	---	---
3	6.00	0.000	CBA	---	---	---	---	---

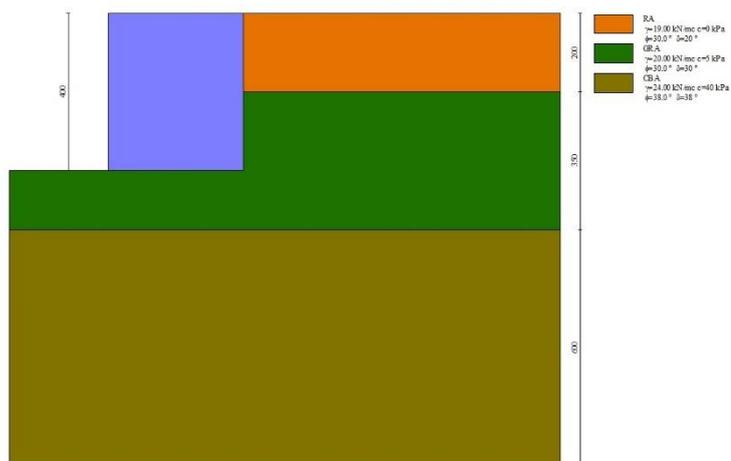


Figura 8-2: Stratigrafia

8.1.6 Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 34 DI 55

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (SW/2) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.80 - \Psi_1=0.80 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					6.00	7.50	150.0000	150.0000

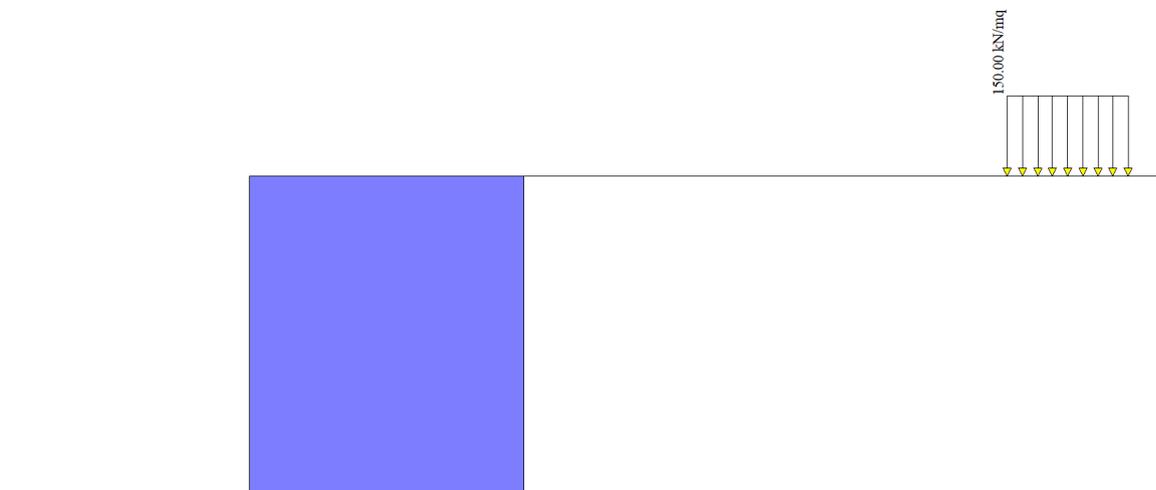


Figura 8-3: Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (mezzo) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.70 - \Psi_1=0.50 - \Psi_2=0.30$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	8.00	20.0000	20.0000

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	35 DI 55

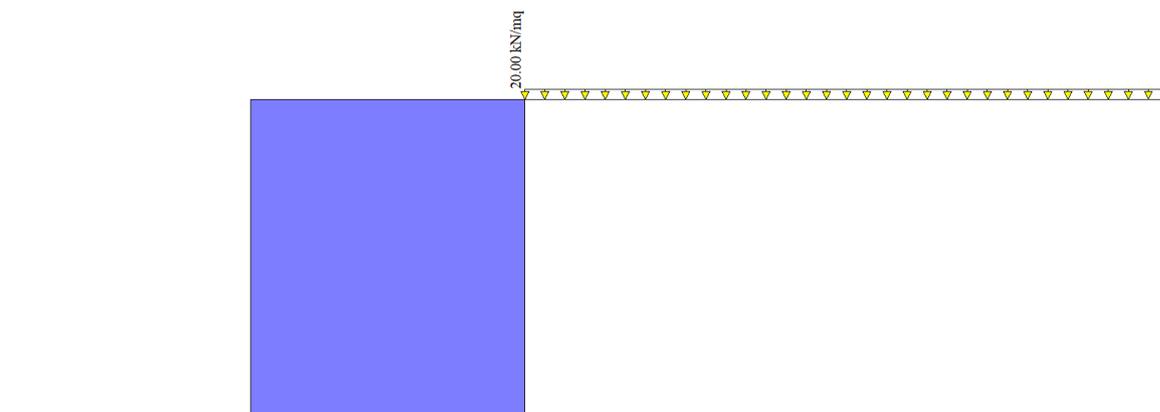


Figura 8-4: Carichi sul terreno

8.1.7 Descrizione delle combinazioni di carico

8.1.7.1 Approccio 1

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R1)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 36 DI 55

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	37 DI 55

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
SW/2	1.15	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.30	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
SW/2	1.15	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

8.1.7.2 Approccio 2

Simbologia adottata

γ *Coefficiente di partecipazione della condizione*

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 38 DI 55

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 39 DI 55

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
SW/2	1.15	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.30	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
SW/2	1.15	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 40 DI 55

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	1.00	Sfavorevole
mezzo	1.50	0.70	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
SW/2	1.35	0.80	Sfavorevole
mezzo	1.50	1.00	Sfavorevole

8.1.8 Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof	
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_r$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 41 DI 55

8.2 Risultato delle analisi – Approccio 1

8.2.1 Verifiche strutturali

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° *Indice della sezione*

X *Posizione della sezione, espresso in [m]*

N *Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.*

T *Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle*

M *Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)*

La posizione delle sezioni di verifica fa riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	T_{min} [kN]	T_{max} [kN]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	6.48	8.42	1.24	1.58	0.06	0.08
3	-0.20	12.96	16.85	2.55	3.23	0.25	0.32
4	-0.30	19.44	25.27	3.93	4.95	0.57	0.73
5	-0.40	25.92	33.69	5.37	6.74	1.04	1.31
6	-0.50	32.40	42.11	6.87	8.60	1.65	2.08
7	-0.60	38.87	50.54	8.45	10.52	2.41	3.03
8	-0.70	45.35	58.96	10.09	12.52	3.34	4.18
9	-0.80	51.83	67.38	11.79	14.58	4.43	5.54
10	-0.90	58.31	75.80	13.57	16.72	5.70	7.10
11	-1.00	64.79	84.23	15.40	18.92	7.15	8.88
12	-1.10	71.27	92.65	17.31	21.19	8.78	10.89
13	-1.20	77.75	101.07	19.28	23.53	10.61	13.12
14	-1.30	84.23	109.50	21.32	25.94	12.64	15.60
15	-1.40	90.71	117.92	23.42	28.42	14.88	18.31
16	-1.50	97.19	126.34	25.60	30.96	17.33	21.28
17	-1.60	103.66	134.76	27.83	33.58	20.00	24.51
18	-1.70	110.14	143.19	30.14	36.26	22.90	28.00
19	-1.80	116.62	151.61	32.51	39.02	26.03	31.76
20	-1.90	123.10	160.03	34.94	41.84	29.40	35.81
21	-2.00	129.58	168.45	37.45	44.73	33.02	40.13
22	-2.10	136.06	176.88	39.48	47.07	36.87	44.73
23	-2.20	142.54	185.30	41.51	49.41	40.92	49.55
24	-2.30	149.02	193.72	43.61	51.81	45.17	54.61
25	-2.40	155.50	202.14	45.77	54.28	49.64	59.91
26	-2.50	161.98	210.57	48.00	56.81	54.33	65.47
27	-2.60	168.45	218.99	50.29	59.42	59.25	71.28
28	-2.70	174.93	227.41	52.65	62.09	64.39	77.35
29	-2.80	181.41	235.84	55.08	64.82	69.78	83.70

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 42 DI 55

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
30	-2.90	187.89	244.26	57.56	67.63	75.41	90.32
31	-3.00	194.37	252.68	60.12	70.50	81.29	97.23
32	-3.10	200.85	261.10	62.73	73.43	87.44	104.42
33	-3.20	207.33	269.53	65.42	76.44	93.84	111.92
34	-3.30	213.81	277.95	68.16	79.51	100.52	119.71
35	-3.40	220.29	286.37	70.98	82.65	107.48	127.82
36	-3.50	226.77	294.79	73.85	85.85	114.72	136.24
37	-3.60	233.24	303.22	76.79	89.12	122.25	144.99
38	-3.70	239.72	311.64	79.80	92.46	130.08	154.07
39	-3.80	246.20	320.06	82.87	95.86	138.21	163.49
40	-3.90	252.68	328.49	86.01	99.34	146.66	173.25
41	-4.00	259.16	336.91	89.21	102.87	155.42	183.36

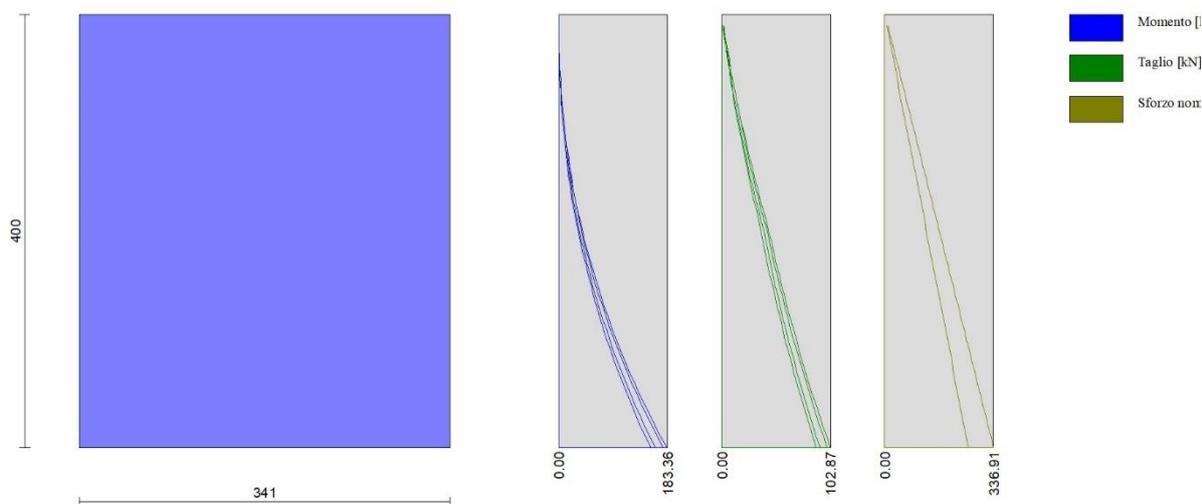


Figura 8-5: Diagramma sollecitazioni – Involuppo SLU/SLE

Paramento in cls non armato

Simbologia adottata

n° *indice sezione*

Y *ordinata sezione espressa in [m]*

A *Area sezione reagente espresso in [cmq]*

e *eccentricità espresso in [cm]*

σ_{max} *Tensione di compressione massima, espressa in [kPa]*

σ_{med} *Tensione di compressione media, espressa in [kPa]*

τ *Tensione tangenziale, espressa in [kPa]*

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	43 DI 55

n°	Y [m]	As [cmq]	e [m]	σ_{max} [kPa]	σ_{med} [kPa]	τ [kPa]
2	-0.10	0	0.000	0	2	1
3	-0.20	0	0.000	0	5	1
4	-0.30	0	0.000	0	7	2
5	-0.40	0	0.000	0	10	2
6	-0.50	0	0.000	0	12	3
7	-0.60	0	0.000	0	15	3
8	-0.70	0	0.000	0	17	4
9	-0.80	0	0.000	0	20	5
10	-0.90	0	0.000	0	22	5
11	-1.00	0	0.000	0	25	6
12	-1.10	0	0.000	0	27	7
13	-1.20	0	0.000	0	30	7
14	-1.30	0	0.000	0	32	8
15	-1.40	0	0.000	0	35	9
16	-1.50	0	0.000	0	37	10
17	-1.60	0	0.000	0	40	11
18	-1.70	0	0.000	0	42	11
19	-1.80	0	0.000	0	44	12
20	-1.90	0	0.000	0	47	13
21	-2.00	0	0.000	0	49	14
22	-2.10	0	0.000	0	52	15
23	-2.20	0	0.000	0	54	16
24	-2.30	0	0.000	0	57	16
25	-2.40	0	0.000	0	59	17
26	-2.50	0	0.000	0	62	18
27	-2.60	0	0.000	0	64	19
28	-2.70	0	0.000	0	67	20
29	-2.80	0	0.000	0	69	21
30	-2.90	0	0.000	0	72	22
31	-3.00	0	0.000	0	74	23
32	-3.10	0	0.000	0	77	25
33	-3.20	0	0.000	0	79	26
34	-3.30	0	0.000	0	82	28
35	-3.40	0	0.000	0	84	30
36	-3.50	0	0.000	0	86	32
37	-3.60	0	0.000	0	89	34
38	-3.70	0	0.000	0	91	36
39	-3.80	0	0.000	0	94	39
40	-3.90	0	0.000	0	96	41
41	-4.00	0	0.000	0	99	44

8.2.2 Verifiche geotecniche (SLU GEO, SLV)

Simbologia adottata

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 44 DI 55

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R1)		1.886		8.718			
2 - STR (A1-M1-R1)		1.735		7.657			
3 - STR (A1-M1-R1)		2.368		8.836			
4 - STR (A1-M1-R1)		1.886		8.718			
5 - STR (A1-M1-R1)		2.368		8.836			
6 - STR (A1-M1-R1)		2.171		7.981			
7 - STR (A1-M1-R1)		1.735		7.657			
8 - STR (A1-M1-R1)		2.171		7.981			
9 - GEO (A2-M2-R2)		1.522		3.625	1.429		
10 - GEO (A2-M2-R2)		1.380		3.113	1.364		
11 - EQU			3.093				
12 - EQU			2.787				

8.2.3 Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R Resistenza allo scorrimento (somma di *Rsa+Rpt+Rps+Rp*), espresso in [kN]
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
10 - GEO (A2-M2-R2)	137.59	0.00	0.00	--	--	137.59	99.71	1.380

8.2.4 Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 45 DI 55

Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
10 - GEO (A2-M2-R2)	297.89	927.23	927.23	3.113

8.2.4.1 Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

i_c, i_q, i_γ Fattori di inclinazione del carico

d_c, d_q, d_γ Fattori di profondità del piano di posa

g_c, g_q, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico

b_c, b_q, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa

s_c, s_q, s_γ Fattori di forma della fondazione

p_c, p_q, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof

Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic

r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$, viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Vesic).

n°	Nc Nq N γ	i _c i _q i _{γ}	d _c d _q d _{γ}	g _c g _q g _{γ}	b _c b _q b _{γ}	s _c s _q s _{γ}	p _c p _q p _{γ}	Ir	Irc	Re	r γ
10	26.212 15.058 17.226	0.455 0.491 0.327	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.674	0.942

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
10	0.00	3.41	2.85	21.89	28.21	17

8.2.5 Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 46 DI 55

n° *Indice combinazione*
 M_s *Momento stabilizzante, espresso in [kNm]*
 M_r *Momento ribaltante, espresso in [kNm]*
 FS *Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)*
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M_s [kNm]	M_r [kNm]	FS
12 - EQU	546.67	196.13	2.787

8.2.6 Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I_c *Indice/Tipo combinazione*
 C *Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]*
 R *Raggio, espresso in [m]*
 FS *Fattore di sicurezza*

I_c	C [m]	R [m]	FS
10 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 2.50	7.39	1.364

8.2.6.1 Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W *peso della striscia espresso in [kN]*
 Q_y *carico sulla striscia espresso in [kN]*
 Q_f *carico acqua sulla striscia espresso in [kN]*
 α *angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)*
 ϕ *angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia*
 c *coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]*
 b *larghezza della striscia espressa in [m]*
 u *pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]*
 $T_x; T_y$ *Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]*

n°	W [kN]	Q_y [kN]	Q_f [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	$T_x; T_y$ [kN]
1	3.72	10.93	0.00	3.47 - 0.42	65.739	24.791	0	0.0	
2	10.25	10.93	0.00	0.42	59.157	24.791	0	0.0	
3	15.32	10.93	0.00	0.42	53.256	24.791	0	0.0	
4	19.61	10.93	0.00	0.42	48.094	24.791	4	0.0	
5	23.24	10.93	0.00	0.42	43.413	24.791	4	0.0	

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI				
PROGETTISTA: Mandataria: <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. FOGLIO C 47 DI 55

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
6	26.35	10.93	0.00	0.42	39.073	24.791	4	0.0	
7	29.02	10.93	0.00	0.42	34.987	24.791	4	0.0	
8	31.32	10.93	0.00	0.42	31.097	24.791	4	0.0	
9	32.67	2.75	0.00	0.42	27.361	24.791	4	0.0	
10	34.15	0.00	0.00	0.42	23.748	24.791	4	0.0	
11	35.57	0.00	0.00	0.42	20.233	24.791	4	0.0	
12	36.76	0.00	0.00	0.42	16.796	24.791	4	0.0	
13	37.71	0.00	0.00	0.42	13.421	24.791	4	0.0	
14	38.45	0.00	0.00	0.42	10.092	24.791	4	0.0	
15	38.97	0.00	0.00	0.42	6.798	24.791	4	0.0	
16	39.29	0.00	0.00	0.42	3.526	24.791	4	0.0	
17	19.20	0.00	0.00	0.42	0.266	24.791	4	0.0	
18	7.39	0.00	0.00	0.42	-2.994	24.791	4	0.0	
19	7.10	0.00	0.00	0.42	-6.263	24.791	4	0.0	
20	6.61	0.00	0.00	0.42	-9.553	24.791	4	0.0	
21	5.91	0.00	0.00	0.42	-12.875	24.791	4	0.0	
22	4.99	0.00	0.00	0.42	-16.242	24.791	4	0.0	
23	3.85	0.00	0.00	0.42	-19.668	24.791	4	0.0	
24	2.46	0.00	0.00	0.42	-23.169	24.791	4	0.0	
25	0.82	0.00	0.00	-7.04 - 0.42	-25.790	24.791	4	0.0	

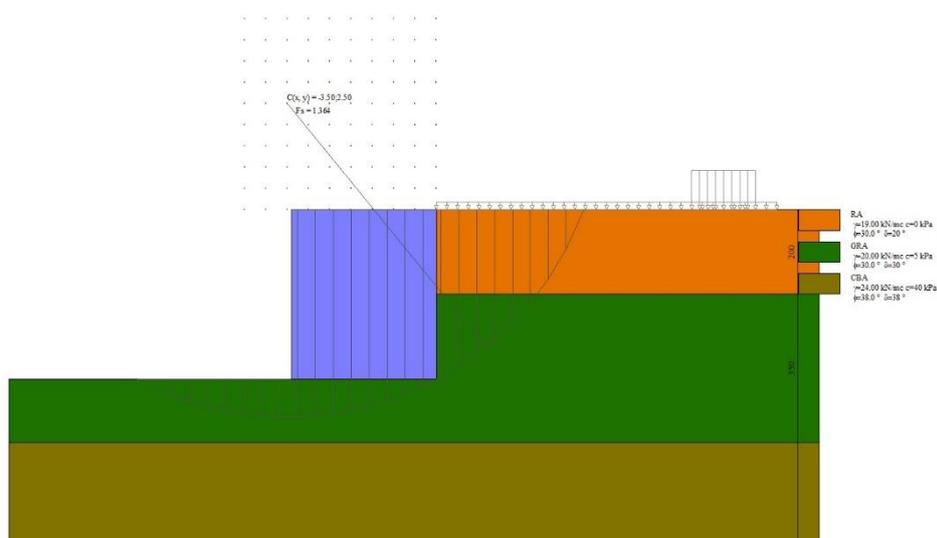


Figura 8-6: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 10)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 48 DI 55

8.3 Risultato delle analisi – Approccio 2

8.3.1 Verifiche strutturali

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° *Indice della sezione*

X *Posizione della sezione, espresso in [m]*

N *Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.*

T *Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle*

M *Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)*

La posizione delle sezioni di verifica fa riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	T_{min} [kN]	T_{max} [kN]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	6.48	8.42	1.33	1.58	0.07	0.08
3	-0.20	12.96	16.85	2.73	3.23	0.27	0.32
4	-0.30	19.44	25.27	4.20	4.95	0.61	0.73
5	-0.40	25.92	33.69	5.74	6.74	1.11	1.31
6	-0.50	32.40	42.11	7.34	8.60	1.76	2.08
7	-0.60	38.87	50.54	9.02	10.52	2.58	3.03
8	-0.70	45.35	58.96	10.76	12.52	3.57	4.18
9	-0.80	51.83	67.38	12.57	14.58	4.73	5.54
10	-0.90	58.31	75.80	14.45	16.72	6.09	7.10
11	-1.00	64.79	84.23	16.40	18.92	7.63	8.88
12	-1.10	71.27	92.65	18.42	21.19	9.37	10.89
13	-1.20	77.75	101.07	20.51	23.53	11.31	13.12
14	-1.30	84.23	109.50	22.67	25.94	13.47	15.60
15	-1.40	90.71	117.92	24.90	28.42	15.85	18.31
16	-1.50	97.19	126.34	27.19	30.96	18.45	21.28
17	-1.60	103.66	134.76	29.56	33.58	21.29	24.51
18	-1.70	110.14	143.19	31.99	36.26	24.37	28.00
19	-1.80	116.62	151.61	34.49	39.02	27.69	31.76
20	-1.90	123.10	160.03	37.06	41.84	31.27	35.81
21	-2.00	129.58	168.45	39.70	44.73	35.11	40.13
22	-2.10	136.06	176.88	41.81	47.07	39.18	44.73
23	-2.20	142.54	185.30	43.91	49.41	43.47	49.55
24	-2.30	149.02	193.72	46.08	51.81	47.97	54.61
25	-2.40	155.50	202.14	48.32	54.28	52.69	59.91
26	-2.50	161.98	210.57	50.63	56.81	57.64	65.47
27	-2.60	168.45	218.99	53.00	59.42	62.82	71.28
28	-2.70	174.93	227.41	55.44	62.09	68.24	77.35
29	-2.80	181.41	235.84	57.94	64.82	73.91	83.70

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	49 DI 55

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
30	-2.90	187.89	244.26	60.51	67.63	79.83	90.32
31	-3.00	194.37	252.68	63.15	70.50	86.01	97.23
32	-3.10	200.85	261.10	65.86	73.43	92.46	104.42
33	-3.20	207.33	269.53	68.63	76.44	99.19	111.92
34	-3.30	213.81	277.95	71.47	79.51	106.19	119.71
35	-3.40	220.29	286.37	74.38	82.65	113.48	127.82
36	-3.50	226.77	294.79	77.35	85.85	121.07	136.24
37	-3.60	233.24	303.22	80.39	89.12	128.95	144.99
38	-3.70	239.72	311.64	83.50	92.46	137.15	154.07
39	-3.80	246.20	320.06	86.67	95.86	145.66	163.49
40	-3.90	252.68	328.49	89.91	99.34	154.48	173.25
41	-4.00	259.16	336.91	93.22	102.87	163.64	183.36

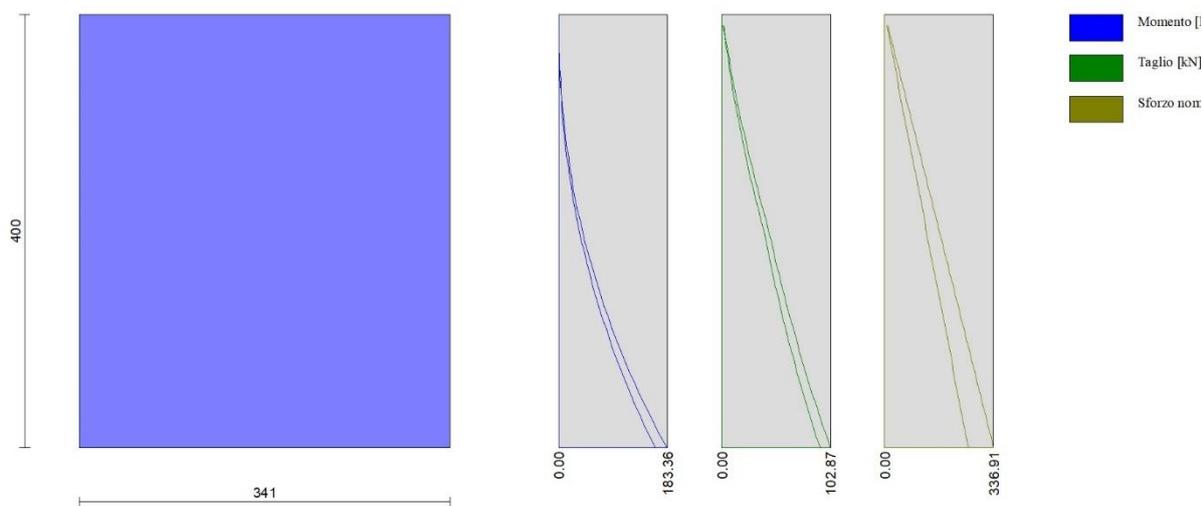


Figura 8-7: Diagramma sollecitazioni – Inviluppo SLU/SLE

Paramento in cls non armato

Simbologia adottata

n° indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

A Area sezione reagente espresso in [cm²]

e eccentricità espresso in [cm]

σ_{max} Tensione di compressione massima, espressa in [kPa]

σ_{med} Tensione di compressione media, espressa in [kPa]

τ Tensione tangenziale, espressa in [kPa]

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	IM0000 001	C	50 DI 55

n°	Y [m]	As [cmq]	e [m]	σ_{max} [kPa]	σ_{med} [kPa]	τ [kPa]
2	-0.10	0	0.000	0	2	1
3	-0.20	0	0.000	0	5	1
4	-0.30	0	0.000	0	7	2
5	-0.40	0	0.000	0	10	2
6	-0.50	0	0.000	0	12	3
7	-0.60	0	0.000	0	15	3
8	-0.70	0	0.000	0	17	4
9	-0.80	0	0.000	0	20	5
10	-0.90	0	0.000	0	22	5
11	-1.00	0	0.000	0	25	6
12	-1.10	0	0.000	0	27	7
13	-1.20	0	0.000	0	30	7
14	-1.30	0	0.000	0	32	8
15	-1.40	0	0.000	0	35	9
16	-1.50	0	0.000	0	37	10
17	-1.60	0	0.000	0	40	11
18	-1.70	0	0.000	0	42	11
19	-1.80	0	0.000	0	44	12
20	-1.90	0	0.000	0	47	13
21	-2.00	0	0.000	0	49	14
22	-2.10	0	0.000	0	52	15
23	-2.20	0	0.000	0	54	16
24	-2.30	0	0.000	0	57	16
25	-2.40	0	0.000	0	59	17
26	-2.50	0	0.000	0	62	18
27	-2.60	0	0.000	0	64	19
28	-2.70	0	0.000	0	67	20
29	-2.80	0	0.000	0	69	21
30	-2.90	0	0.000	0	72	22
31	-3.00	0	0.000	0	74	23
32	-3.10	0	0.000	0	77	25
33	-3.20	0	0.000	0	79	26
34	-3.30	0	0.000	0	82	28
35	-3.40	0	0.000	0	84	30
36	-3.50	0	0.000	0	86	32
37	-3.60	0	0.000	0	89	34
38	-3.70	0	0.000	0	91	36
39	-3.80	0	0.000	0	94	39
40	-3.90	0	0.000	0	96	41
41	-4.00	0	0.000	0	99	44

8.3.2 Verifiche geotecniche (SLU GEO, SLV)

Simbologia adottata

Cmb *Indice/Tipo combinazione*

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 51 DI 55

S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)

FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento

FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento

FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite

FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale

FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento

FS_{UPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.886		8.718			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.735		7.657			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.368		8.836			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.886		8.718			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.368		8.836			
6 - STR (A1-M1-R3)		2.171		7.981			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.735		7.657			
8 - STR (A1-M1-R3)		2.171		7.981			
9 - GEO (A2-M2-R2)					1.429		
10 - GEO (A2-M2-R2)					1.364		
11 - EQU			3.093				
12 - EQU			2.787				

8.3.3 Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

R_{sa} Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]

R_{pt} Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]

R_{ps} Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]

R_p Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]

R_t Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]

R Resistenza allo scorrimento (somma di $R_{sa}+R_{pt}+R_{ps}+R_p$), espresso in [kN]

T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R_{sa} [kN]	R_{pt} [kN]	R_{ps} [kN]	R_p [kN]	R_t [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
2 - STR (A1-M1-R3)	178.40	0.00	0.00	--	--	178.40	102.85	1.735

8.3.4 Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]

Q_u carico limite del terreno, espresso in [kN]

Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 52 DI 55

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3)	309.00	2366.05	1690.04	7.657

8.3.4.1 Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

i_c, i_q, i_γ Fattori di inclinazione del carico

d_c, d_q, d_γ Fattori di profondità del piano di posa

g_c, g_q, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico

b_c, b_q, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa

s_c, s_q, s_γ Fattori di forma della fondazione

p_c, p_q, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

R_e Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof

I_r, I_{rc} Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic

r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$, viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Vesic).

n°	Nc Nq N γ	i _c i _q i _{γ}	d _c d _q d _{γ}	g _c g _q g _{γ}	b _c b _q b _{γ}	s _c s _q s _{γ}	p _c p _q p _{γ}	I _r	I _{rc}	R _e	r _{γ}
2	43.217 30.456 42.880	0.476 0.493 0.329	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.701	0.942

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[kPa]
2	0.00	3.41	3.23	22.14	34.28	24

8.3.5 Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 53 DI 55

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M_s [kNm]	M_r [kNm]	FS
12 - EQU	546.67	196.13	2.787

8.3.6 Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

l_c Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

l_c	C [m]	R [m]	FS
10 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 2.50	7.39	1.364

8.3.6.1 Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kN]
 Q_y carico sulla striscia espresso in [kN]
 Q_f carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 $T_x; T_y$ Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Q_y [kN]	Q_f [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	$T_x; T_y$ [kN]
1	3.72	10.93	0.00	3.47 - 0.42	65.739	24.791	0	0.0	
2	10.25	10.93	0.00	0.42	59.157	24.791	0	0.0	
3	15.32	10.93	0.00	0.42	53.256	24.791	0	0.0	
4	19.61	10.93	0.00	0.42	48.094	24.791	4	0.0	
5	23.24	10.93	0.00	0.42	43.413	24.791	4	0.0	
6	26.35	10.93	0.00	0.42	39.073	24.791	4	0.0	

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI				
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. FOGLIO C 54 DI 55

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
7	29.02	10.93	0.00	0.42	34.987	24.791	4	0.0	
8	31.32	10.93	0.00	0.42	31.097	24.791	4	0.0	
9	32.67	2.75	0.00	0.42	27.361	24.791	4	0.0	
10	34.15	0.00	0.00	0.42	23.748	24.791	4	0.0	
11	35.57	0.00	0.00	0.42	20.233	24.791	4	0.0	
12	36.76	0.00	0.00	0.42	16.796	24.791	4	0.0	
13	37.71	0.00	0.00	0.42	13.421	24.791	4	0.0	
14	38.45	0.00	0.00	0.42	10.092	24.791	4	0.0	
15	38.97	0.00	0.00	0.42	6.798	24.791	4	0.0	
16	39.29	0.00	0.00	0.42	3.526	24.791	4	0.0	
17	19.20	0.00	0.00	0.42	0.266	24.791	4	0.0	
18	7.39	0.00	0.00	0.42	-2.994	24.791	4	0.0	
19	7.10	0.00	0.00	0.42	-6.263	24.791	4	0.0	
20	6.61	0.00	0.00	0.42	-9.553	24.791	4	0.0	
21	5.91	0.00	0.00	0.42	-12.875	24.791	4	0.0	
22	4.99	0.00	0.00	0.42	-16.242	24.791	4	0.0	
23	3.85	0.00	0.00	0.42	-19.668	24.791	4	0.0	
24	2.46	0.00	0.00	0.42	-23.169	24.791	4	0.0	
25	0.82	0.00	0.00	-7.04 - 0.42	-25.790	24.791	4	0.0	

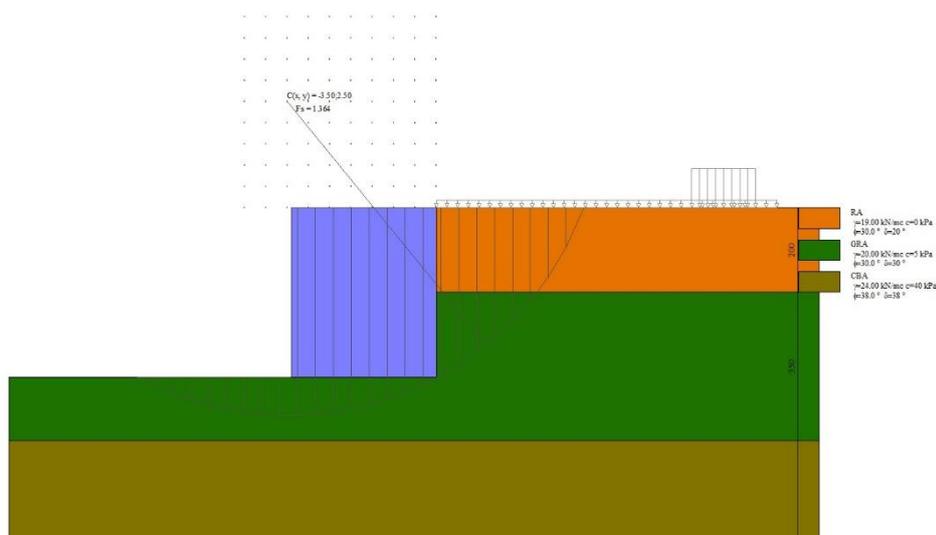


Figura 8-8: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 10)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo opera provvisoria	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IM0000 001	REV. C	FOGLIO 55 DI 55

9. MONITORAGGIO

Come evidenziato in premessa, l'opera di consolidamento del fronte di scavo è geometricamente non interferente con la struttura esistente per cui lo svolgimento dell'esercizio ferroviario non risente dello svolgimento delle attività oggetto del documento.

A scopo precauzionale, si suggerisce il monitoraggio delle strutture esistenti in accordo con il § 3.10.3.2.2 del Manuale di Progettazione RFI DTC SI CS MA IFS 001:

“Per i lavori e le opere da realizzare in prossimità di linee ferroviarie già in esercizio, le verifiche agli SLE dovranno essere condotte assumendo come limite degli spostamenti indotti durante la costruzione sui binari in esercizio i valori limite dei difetti riferiti al secondo livello di qualità descritti nella specifica tecnica RFI TCAR ST AR 01 001 “Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h” e relativi allegati.

Qualora vengano superati i limiti riferiti al primo livello di qualità, il progetto dovrà prevedere l'esecuzione di un monitoraggio del binario durante la costruzione al fine di controllare l'effettivo andamento delle deformazioni.”