

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 RELAZIONE

IN – INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE  
IN08 – COLLETTORE C TOMBINO SCATOLARE AL KM 0+497  
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

APPALTATORE	PROGETTAZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI

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

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

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	TRAPANESE	14/06/18	MARTUSCELLI	15/06/18	PIAZZA	15/06/18	MARTUSCELLI	30/06/18
B	EMISSIONE PER RdV	TRAPANESE	10/09/18	MARTUSCELLI	11/09/18	PIAZZA	11/09/18	MARTUSCELLI	
									12/09/18

File: IF1M .0.0.E.ZZ.CL.IN.08.0.0.002-B.DOC

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B
				PAGINA 2 di 89		

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI</b> .....	<b>7</b>
3.1	CALCESTRUZZO C25/30 (MURO REGGISPINTA, PLATEA DI VARO, MICROPALI E CORDOLI PARATIE) .....	7
3.2	ACCIAIO PER TUBOLARI DI ARMATURA DEI MICROPALI (S275) .....	7
3.3	ACCIAIO B450C .....	8
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>9</b>
4.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	9
<b>5</b>	<b>ANALISI E VERIFICA DELLE STRUTTURE</b> .....	<b>12</b>
5.1	ANALISI DEI CARICHI.....	12
5.1.1	<i>Peso propri strutturali e non strutturali</i> .....	12
5.1.2	<i>Sovraccarichi accidentali</i> .....	12
<b>6</b>	<b>PARATIA DI MICROPALI PUNTONATA</b> .....	<b>13</b>
6.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE E DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE.....	15
6.1.1	<i>Terreni</i> .....	16
6.1.2	<i>Geometria di calcolo</i> .....	16
6.1.3	<i>Fasi</i> .....	17
6.2	ANALISI DEI CARICHI.....	23
6.2.1	<i>Carichi permanenti</i> .....	23
6.2.2	<i>Sovraccarichi variabili</i> .....	24

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 3 di 89

<b>6.3</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>24</b>
6.3.1	<i>Combinazioni di carico SLU.....</i>	24
6.3.2	<i>Combinazioni di carico SLE.....</i>	25
<b>6.4</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE.....</b>	<b>26</b>
6.4.1	<i>Criterio di verifica di stabilità del tratto infisso (GEO) .....</i>	28
6.4.2	<i>Criterio di verifica delle sezioni in acciaio (STR) .....</i>	28
<b>6.5</b>	<b>VERIFICHE .....</b>	<b>29</b>
6.5.1	<i>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....</i>	29
6.5.2	<i>Verifiche trave di coronamento .....</i>	32
6.5.3	<i>Verifiche Puntoni A1+M1+R1 (R3 per tiranti).....</i>	34
6.5.4	<i>Verifiche Puntoni A2+M2+R1 .....</i>	35
<b>6.6</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....</b>	<b>36</b>
<b>6.7</b>	<b>VERIFICHE GALLEGGIAMENTO JET-GROUTING .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>PARATIA REGGISPINTA .....</b>	<b>38</b>
7.1	MODELLAZIONE PARATIA REGGISPINTA.....	39
7.1.1	<i>VERIFICHE GEO.....</i>	45
7.1.2	<i>VERIFICHE STR.....</i>	48
<b>8</b>	<b>PLATEA DI VARO.....</b>	<b>49</b>
8.1	IPOTESI DI CALCOLO.....	49
8.2	RISULTATI DI CALCOLO.....	49
<b>9</b>	<b>CAMPO POZZI PER LA POSA DELLA TUBAZIONE NEL TRATTO B-D.....</b>	<b>50</b>
9.1	ANALISI FEM DEL MOTO DI FILTRAZIONE INDOTTO DALL'EMUNGIMENTO	51

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 4 di 89

9.1.1	<i>Modello numerico .....</i>	52
9.1.2	<i>Analisi n.1 : valutazione delle portate e dell'abbassamento della falda .</i>	56
9.1.3	<i>Analisi n.2 : tempi necessari al raggiungimento delle condizioni stazionarie .....</i>	59
9.2	<b>STIMA DEGLI ABBASSAMENTI DEL RILEVATO FERROVIARIO .....</b>	61
9.2.1	<i>Aumento delle tensioni verticali efficaci dovuto all'abbassamento di falda</i>	62
9.2.2	<i>Spostamenti verticali e distorsioni del rilevato ferroviario .....</i>	63
9.3	<b>MONITORAGGIO .....</b>	68
10	<b>ALLEGATI .....</b>	69
10.1	<b>FILE DI PARATIE – PARATIA PUNTONATA - FILE DI INPUT .....</b>	69
10.2	<b>FILE DI PARATIE – PARATIA REGGISPINTA - FILE DI INPUT .....</b>	81

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV.      PAGINA <b>B            5 di 89</b>

## **1    PREMESSA**

Il presente documento fa parte degli elaborati tecnici a corredo della "Progettazione esecutiva della Linea Ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le PK. 0+000 e PK 15+585".

In particolare, l'opera oggetto del presente documento è la deviazione planimetrica del collettore "C" costituito da una tubazione in c.a.  $\phi 1800$  nei pressi della PK 0+500 per risolvere l'interferenza con le strutture della galleria Casalnuovo "GA01".

Il tratto in deviazione è realizzato mediante una tubazione in c.a.  $\phi 2000$  per una lunghezza di circa 150 m comprendente tre tratti denominati "AB", "BC" e "CD", ciascuno avente lunghezza di circa 50 m e raccordati da appositi pozzetti.

La posa della tubazione è prevista secondo diverse modalità esecutive e considera l'esecuzione di opere provvisionali e di sostegno in considerazione delle caratteristiche del territorio e delle infrastrutture circostanti.

Nel seguito è riportato il calcolo delle suddette opere provvisionali e di sostegno e, in particolare:

- Tappo di fondo in jet-grouting e paratia di micropali;
- Trave reggispinta e platea di varo;
- Campo pozzi per la posa della tubazione nel tratto B-D;

La paratia di micropali è da intendersi come opera provvisoria, essendo previsto il completo rinterro del tratto dopo la posa della tubazione. Su di essa, pertanto, non verrà eseguita alcuna verifica sismica, come consentito dalle NTC 2008 alla nota 1 della Tabella 2.4.I.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV.    PAGINA <b>B        6 di 89</b>

## **2    *NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

Si riporta nel seguito l'elenco delle normative e delle specifiche, assunti come riferimento per la progettazione:

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 30.12.2016;
- RFI DTC INC PO SP IFS-001-A “Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A “Specifiche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e nei cavalcavia”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 006 A “Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”;
- Regolamento (UE) N.129912014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità (STI) per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Carichi ferroviari conformi alle STI e di conseguenza alle EN 1991-2:2003/AC:2010.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 7 di 89

### 3 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C25/30, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

#### 3.1 CALCESTRUZZO C25/30 (muro reggispinta, platea di varo, micropali e cordoli paratie)

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C$	=	31447	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	=	$10 \times 10^{-6}$	[C <sup>-1</sup> ]
Coefficiente di Poisson	$\nu$	=	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c$	=	1.60	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	=	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	=	30.0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	=	24.9	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm}$	=	32.9	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	=	2.56	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk}$	=	1.79	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm}$	=	3.07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk}$	=	2.15	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk}$	=	4.03	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	=	13.2	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd}$	=	1.12	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctd}$	=	1.34	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd}$	=	2.52	[MPa]

#### 3.2 ACCIAIO PER TUBOLARI DI ARMATURA DEI MICROPALI (S275)

- $f_{yk} = 275$  MPa                      resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 430$  MPa                      resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000$  MPa                    modulo elastico

##### Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 239.13$  MPa      ;  $\gamma_s = 1.15$       resistenza di progetto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>8 di 89</b>

### 3.3 ACCIAIO B450C

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s$	=	210000	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s$	=	1.15	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	=	450	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	540	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k}$	≥	7.50%	[-]
Resistenza di calcolo	$f_{yd}$	=	391.3	[MPa]

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 9 di 89

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 4.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e dal profilo geotecnico:

#### Unità Rv – coltre vegetale

$\gamma = 17\div 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E' = 10\div 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione.

#### Unità Ra – riporto antropico dei rilevati esistenti e delle viabilità secondarie in progetto

$\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 300\div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni.

#### Unità Ra – riporto antropico dei rilevati ferroviari in progetto

$\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 300\div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

#### Unità DI – Piroclastiti rimaneggiate sabbioso limose

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>10 di 89</b>

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 30 \div 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$k = 7E-09 \div 1.5 E-04 \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$V_s = 160 \div 270 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 40 \div 120 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 100 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Unità Po – Piroclastiti recenti sabbioso limose**

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 33 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$k = 7E-09 \div 1.5 E-04 \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$V_s = 200 \div 400 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 65 \div 260 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 170 \div 680 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Unità Ts – Tufo sfatto**

$\gamma = 15 \div 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 37^\circ$	angolo di resistenza al taglio

---

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>11 di 89</b>

$V_s = 580 \div 660$  m/s

velocità delle onde di taglio

$E'o = 1400 \div 1800$  MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

La stratigrafia ricavata dal profilo geologico, ed utilizzata nel progetto strutturale, è la seguente:

Strato 1: Spessore da 0 a 1.65 m Rv+Riporto

Strato 2: Spessore da 1.65 a 5.00 m Di

Strato 3: Spessore da 5.00 m Po

I dati a disposizione sulla falda, restituiscono un valore in quota assoluta di 15.40 m.s.m.m.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B
				PAGINA 12 di 89		

## 5 ANALISI E VERIFICA DELLE STRUTTURE

### 5.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

Materiali	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
calcestruzzo armato	25
terreno di ricoprimento	16
terreno di fondazione	16

Tabella 5-1 - Caratteristiche materiali e terreno

#### 5.1.1 *Peso propri strutturali e non strutturali*

Il *peso proprio* delle strutture viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $g = 25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 5.1.2 *Sovraccarichi accidentali*

Per quanto riguarda i sovraccarichi accidentali assunti nel calcolo della paratia, è stato considerato un carico di  $20 \text{ kN/m}^2$  agente sul piano campagna.

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 13 di 89

## 6 PARATIA DI MICROPALI PUNTONATA

Lo scavo per la posa della tubazione nel tratto "AB" avviene previa realizzazione di un tappo di fondo in jet-grouting di h=2.50 m e successiva realizzazione di una paratia di micropali  $\phi 250$  a passo  $i=0.30$  m, armati con tubo  $\phi 168.5 \times 10$ , lunghi 10 m e puntonata in testa con lo stesso tubolare di armatura dei micropali posto a interasse 6 m.

Si riportano una vista planimetrica del tratto, una sviluppata della paratia e una sezione trasversale.

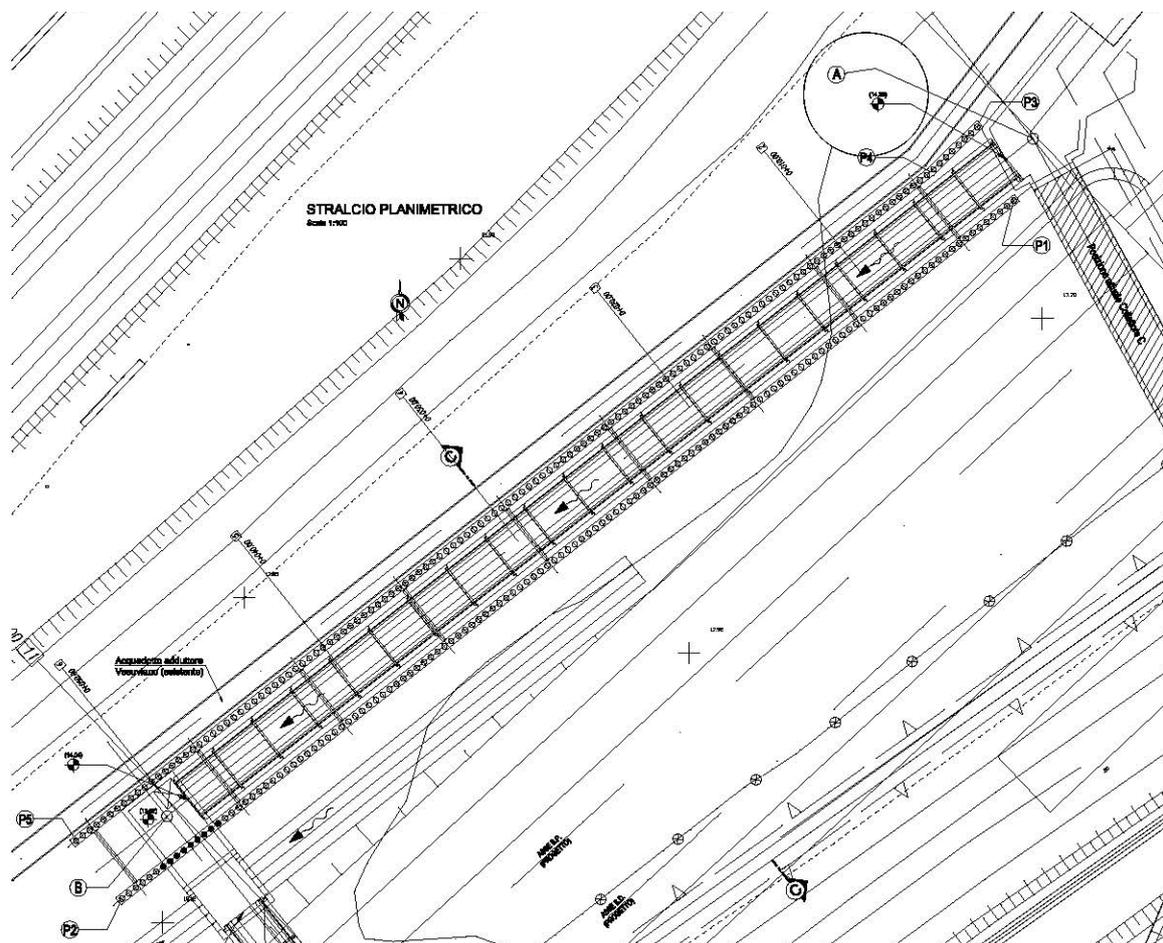


Figura 6-1 - Opera IN08 – Tratto A-B - Vista planimetrica

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B 14 di 89

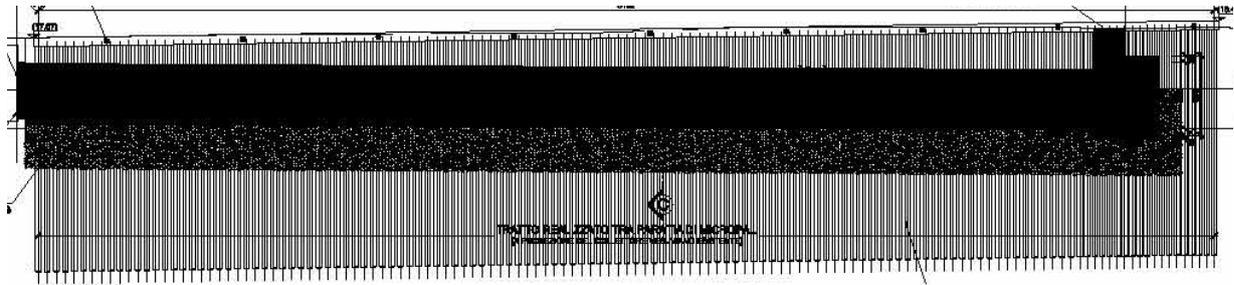


Figura 6-2 - Opera IN08 – Tratto A-B - Sviluppata paratia

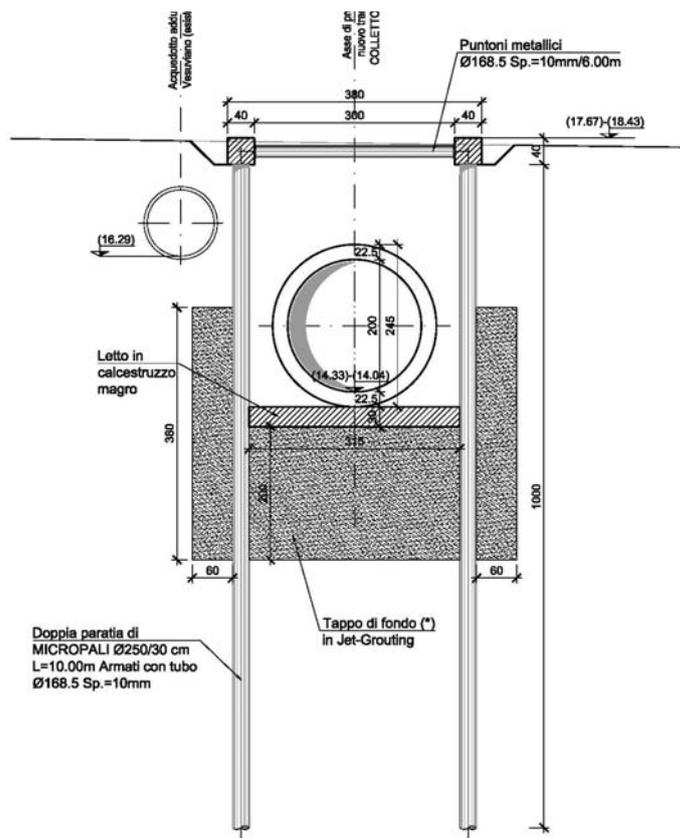


Figura 6-3 - Opera IN08 - Sezione Trasversale tratto A-B

Per ulteriori dettagli geometrici si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 15 di 89

## 6.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE E DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE

Per l'analisi dell'interazione terreno-paratia ai fini delle verifiche geotecniche e strutturali si è proceduto alla modellazione delle opere mediante il codice di calcolo agli elementi finiti "Paratie Plus" ver. 18 della Ceas s.r.l., Milano.

Nel codice di calcolo "Paratie" la schematizzazione del fenomeno fisico di interazione avviene considerando la paratia come una serie di elementi trave il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali connessi ai nodi della paratia.

La differenza rispetto ai metodi tradizionali consiste essenzialmente nella legge costitutiva delle molle che anziché elastica o elastica-perfettamente plastica, è assunta essere elastoplastica inelastica, in migliore accordo con il comportamento meccanico del terreno.

Il programma consente di seguire tutte le varie fasi di esecuzione dell'opera eseguendo un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico (step), coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da una ben precisa disposizione dei carichi applicati e dalla situazione tensio-deformativa dei singoli elementi.

Poiché il comportamento degli elementi finiti di terreno (elementi *soil*) è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi.

Per quanto riguarda il modello del terreno, i parametri che identificano la legge costitutiva, possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $k_a$  ed il coefficiente di spinta passiva  $k_p$ . Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo e viene stimato dall'equazione di Alpan (1967) ipotizzando un grado di sovraconsolidazione OCR pari a 1 (terreno normalmente consolidato). I coefficienti di spinta attiva e passiva possono essere valutati con le note espressioni della letteratura tenendo conto dell'attrito terreno-paratia e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. In particolare, tale rigidità viene valutata tramite la seguente espressione:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 16 di 89</b>
<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

dove E è il modulo di rigidità del terreno,  $\Delta$  il passo della discretizzazione della struttura ed L una grandezza geometrica caratteristica diversa tra monte e valle perché diversa è la zona di terreno coinvolta nel movimento in zona attiva e passiva.

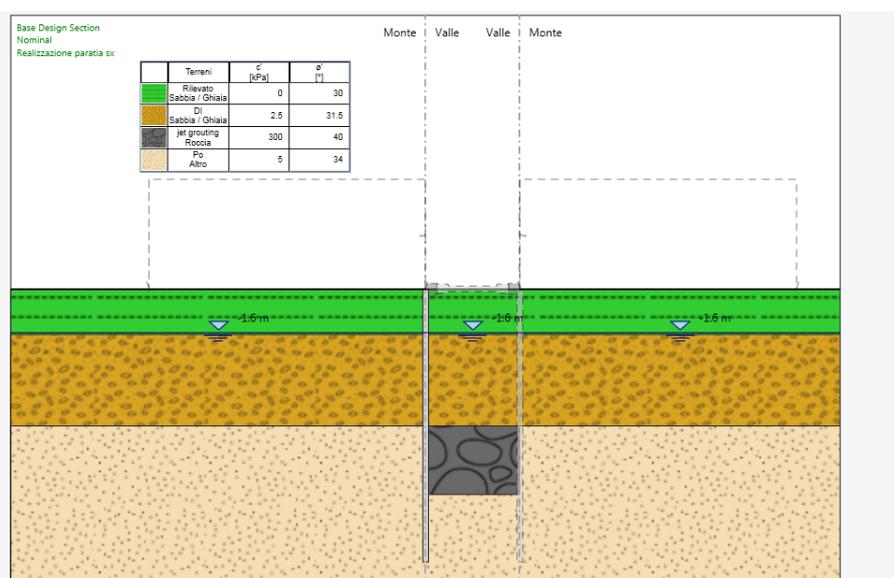
Il programma così sinteticamente descritto è stato utilizzato per svolgere una analisi parametrica al fine di individuare la lunghezza di infissione sulla base della valutazione delle sollecitazioni e della deformata della stessa paratia.

### 6.1.1 Terreni

In accordo all'inquadramento geotecnico riportato al paragrafo 4.1, i terreni considerati nel calcolo della paratia sono lo strato DI fino a q.ta fondo scavo, e lo strato P0 per il restante volume significativo, oltre al tappo di fondo in jet-grouting.

### 6.1.2 Geometria di calcolo

La geometria di calcolo a cui si è fatto riferimento e inquadrata nell'immagine seguente:



**Figura 6-4 - Geometria di calcolo della Paratia**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>17 di 89</b>

Si considera un dominio in cui l'origine è collocato in corrispondenza della testa palo (quota piano campagna), i limiti del dominio sono posti a +/-30m a destra/sinistra dell'origine e si considera una profondità di 30 m.

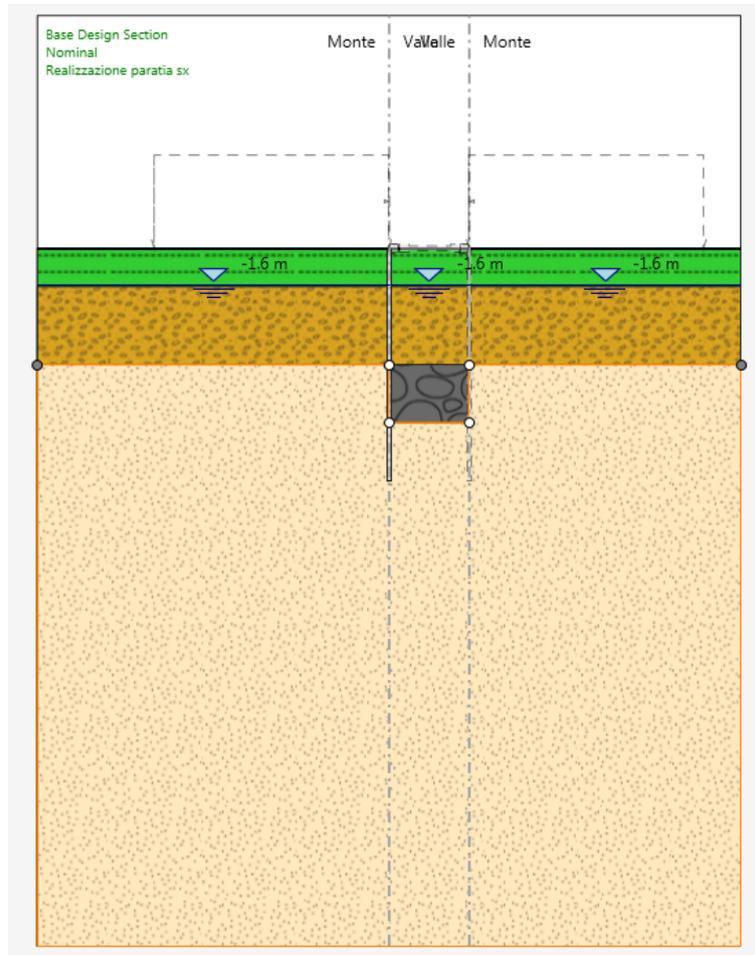
### **6.1.3 Fasi**

La verifica degli elementi è stata condotta facendo riferimento ad un'analisi per fasi al fine di rispecchiare il più fedelmente l'interazione tra terreno e struttura.

Di seguito vengono elencati i passi di calcolo (step) considerati:

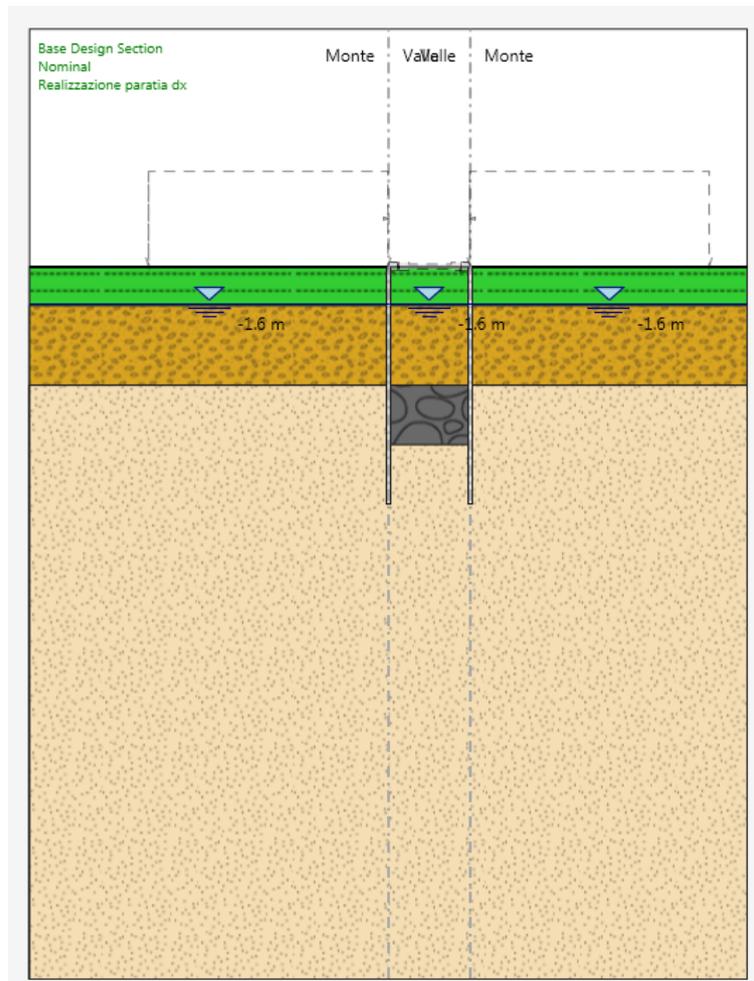
- Step 1: condizione geostatica, per la valutazione delle tensioni verticali e delle tensioni orizzontali in assenza di deformazioni (spinta in quiete), prima della realizzazione della paratia;
- Step 2: condizione geostatica, per la valutazione delle tensioni verticali e delle tensioni orizzontali in assenza di deformazioni (spinta in quiete), successivamente alla realizzazione della paratia e dei puntoni;
- Step 3: realizzazione scavo a quota fondo scavo, -4.4 m dal piano campagna;
- Step 4: applicazione dei sovraccarichi accidentali;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>18 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								



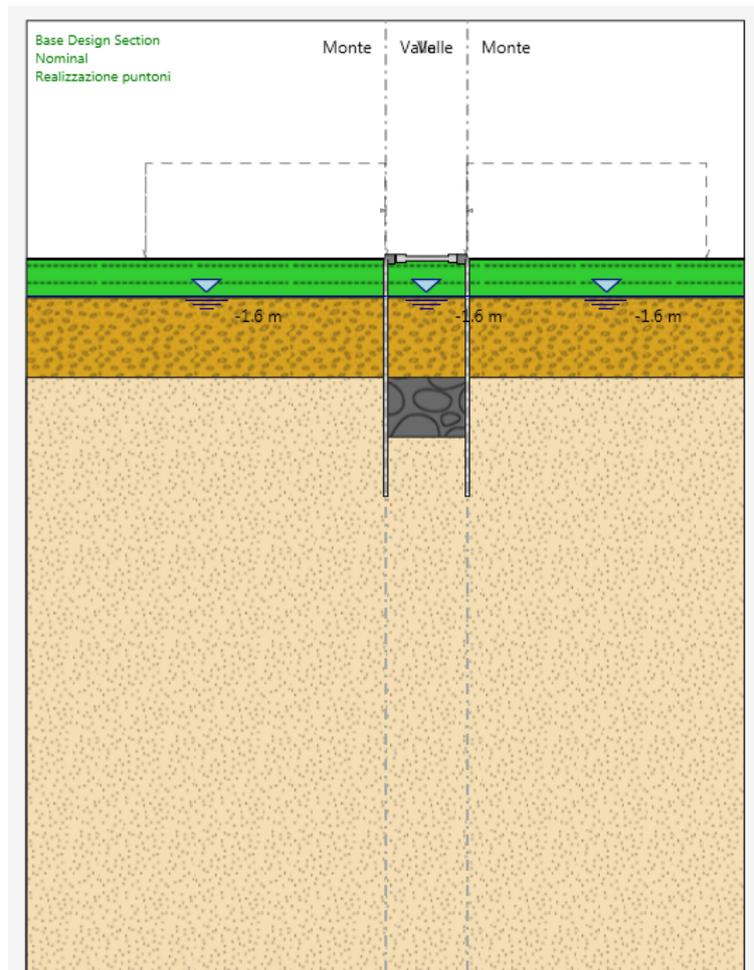
**Figura 6-5 - Fase 1: Realizzazione paratia sx**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>19 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								



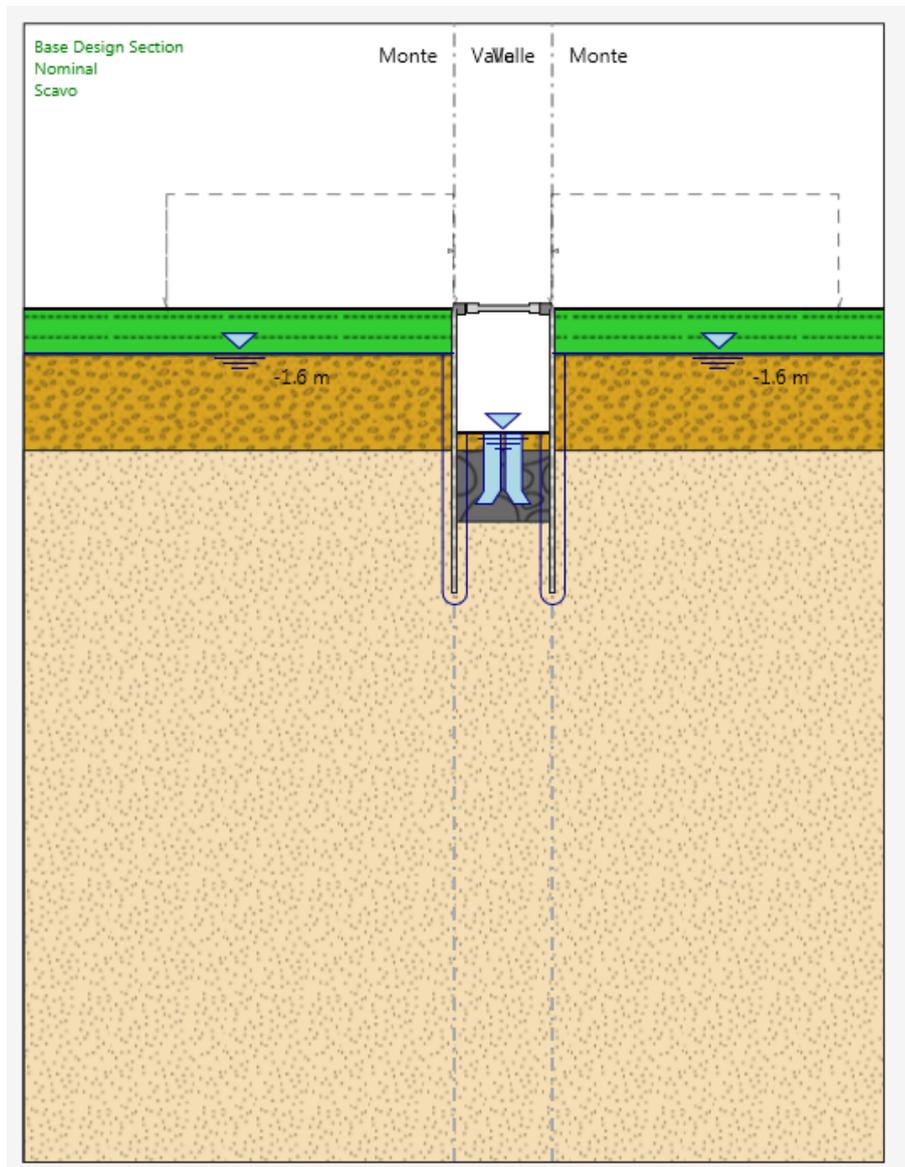
**Figura 6-6 - Fase 2: Realizzazione paratia dx**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>20 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								



**Figura 6-7 - Fase 3: Realizzazione puntone**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>21 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								



**Figura 6-8 - Fase 4: Scavo a q.ta -4.40m**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>22 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								

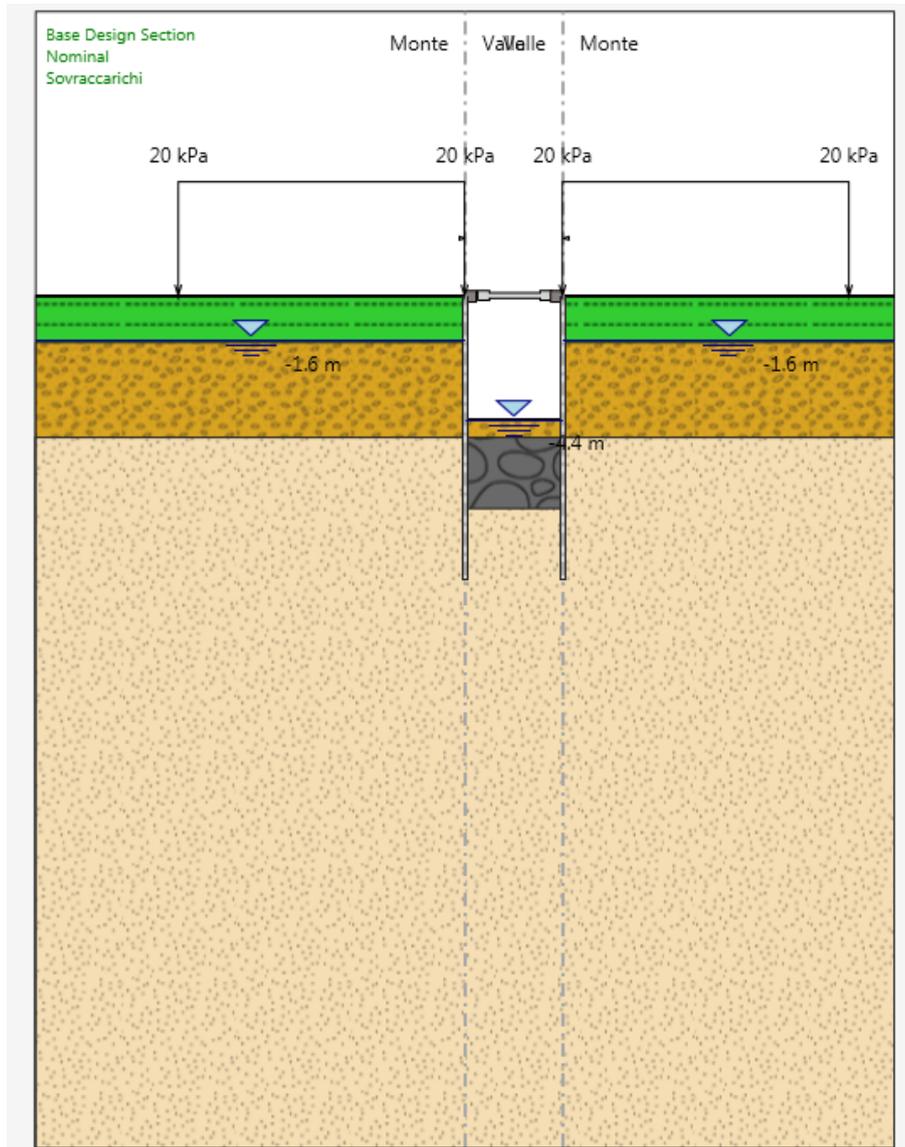


Figura 6-9 – Applicazione sovraccarico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 23 di 89</b>

## 6.2 ANALISI DEI CARICHI

### 6.2.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono stati tenuti in conto inputando nel codice di calcolo i corretti valori dei pesi per unità di volume dei materiali costruttivi e del terreno alle spalle della paratia.

E' stata eseguita una valutazione automatica dei coefficienti di spinta attiva  $k_a$  e di spinta passiva  $k_p$ . si ricorda che tali coefficienti dipendono dall'angolo di attrito, dall'attrito parete e terreno e dalla geometria del terreno.

The screenshot shows the 'Proprietà Analisi' window with the following settings:

- Densità mesh: 0.2 m
- Max Iterazioni: 40
- Controlla solo percorso degli sforzi totali (TSP):
- Calcolo coefficienti di spinta: **Opzioni avanzate Paratie** (selected)
- Usa  $K_a$  e  $K_p$  definiti nella finestra dei terreni:  No
- $\delta/\phi$  parameters:
  - default  $\delta/\phi$  muro sx (monte): 0.5
  - default  $\delta/\phi$  muro dx (mon): 0.5
  - default  $\delta/\phi$  muro sx (valle): 0.5
  - default  $\delta/\phi$  muro dx (valle): 0.5
- Table of  $\delta/\phi$  values for different stages:
 

Stage	$\delta/\phi$ sx (m)	$\delta/\phi$ sx (v)	$\delta/\phi$ dx (m)	$\delta/\phi$ dx (v)
Stage 1	default	default	default	default
Stage 2	default	default	default	default
Stage 3	default	default	default	default
Stage 4	default	default	default	default
- Opzioni coefficienti di spinta:
  - $K_a$** :
    - Dipendenza da  $\beta$ :  Sempre
    - Mai
    - Solo se conservativo ( $\beta > 0$ )
    - Dipendenza da  $\delta$ :  Mai
    - Sempre
  - $K_p$** :
    - Dipendenza da  $\beta$ :  Sempre
    - Mai
    - Solo se conservativo ( $\beta < 0$ )
    - Dipendenza da  $\delta$ :  Sempre
    - Mai
- Contributo della superficie inclinata lato monte:
  - Sovraccarichi di superficie da superficie inclinata (0.4 m)
  - Pendenza equivalente della superficie inclinata

Di default viene tenuto in conto l'attrito terra-muro (angolo  $\delta$ ) solo nel calcolo di  $k_p$  che viene valutato tramite la correlazione di Lancellotta (2007). Il coefficiente  $k_a$  viene sempre valutato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 24 di 89</b>

con le formule di Coulomb, ignorando, di default, l'effetto di  $\delta$ . L'angolo d'attrito  $\delta$  all'interfaccia tra parete e terreno è posto cautelativamente pari a  $0.5 \phi'$ .

### 6.2.2 Sovraccarichi variabili

È stato considerato un sovraccarico variabile da traffico veicolare pari a  $20.00 \text{ kN/m}^2$ .

## 6.3 COMBINAZIONI DI CARICO

### 6.3.1 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

$G_1$  : azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

$G_2$  : azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

$P$  : azioni dovute ai carichi di precompressione;

$Q_{ik}$  : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

$E$  : azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[ Q_k + \sum_i (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F$ ( $\gamma_E$ )	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0,9÷1,1	1,0÷1,3	1,0÷1,0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 25 di 89</b>

Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3

**Tabella 6-1- Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli**

$\gamma_p = 1.00$  (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0\div 1.00$  (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria  $Q_{ik}$  )

### **6.3.2 Combinazioni di carico SLE**

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[ \sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo  $\Psi_{2i}$  pari a 1 per la combinazione rara considerata nelle verifiche di deformabilità.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 26 di 89

#### 6.4 CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed  $R_d$  l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso. A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a seconda si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti. In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	$\gamma_{G1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	$\gamma_{G2}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

**Tabella 6-2 - Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli**

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza $\phi'$	$\tan \gamma'_K$	$\gamma_F$	1.00	1.25
Coesione efficace	$c'_K$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. PAGINA B 27 di 89

Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_g$	1.00	1.00
---------------------------	----------	------------	------	------

**Tabella 6-3 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare avremo:

Per quanto riguarda le paratie, la definizione dei coefficienti di resistenza R in relazione all'approccio e alla combinazione considerati, fa riferimento alle indicazioni contenute nelle tabelle seguenti, relative alle verifiche degli elementi costituenti la paratia.

Verifica	Coefficiente parziale R1	Coefficiente parziale R2	Coefficiente parziale R3
Resistenza del terreno posto a valle	$\gamma_R = 1.00$	$\gamma_R = 1.00$	$\gamma_R = 1.40$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.00$	$\gamma_R = 1.00$	$\gamma_R = 1.10$

**Tabella 6-4 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi per opere di contenimento**

Le verifiche sulle paratie, riportate nel seguito della presente, saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite e con gli approcci metodologici di fianco riportati.

*SLU di tipo Geotecnico (GEO) – Approccio 1*

Stabilità del tratto di paratia infissa e/o collasso

per rotazione rigida al piede

**A2+M2+R1** (Comb. 2)

Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

**A2+M2+R1** (Comb. 2)

*SLU di tipo Strutturale (STR) – Approccio 1*

Resistenza elementi strutturali (micropali e trave di testa) **A1+M1+R1** (Comb. 1)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	28 di 89

#### 6.4.1 Criterio di verifica di stabilità del tratto infisso (GEO)

Il codice di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle paratie consente un'affidabile determinazione del fattore di sicurezza relativo alla stabilità del tratto infisso, espresso attraverso il rapporto (FRP) tra la spinta passiva massima – relativa alle condizioni di collasso - e quella effettivamente mobilitata nello scavo:

$$FRP = R_{a,max}/R_a$$

#### 6.4.2 Criterio di verifica delle sezioni in acciaio (STR)

Le verifiche dei tubi di armatura dei micropali e delle travi di correa sono state condotte in campo elastico. I profili tubolari laminati a caldo sono di classe 1, pertanto le verifiche possono essere condotte trascurando gli effetti d'instabilità locale.

Per la verifica in campo elastico delle sezioni in acciaio allo SLU, occorre che sia rispettata la seguente condizione:

$$\sigma_{id} \leq \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

in cui il valore del moltiplicatore  $\gamma_{Mi}$  è riportato di seguito, in funzione della tipologia di verifica.

Resistenza delle Sezioni classe 1, 2, 3 e 4  $\gamma_{M0} = 1.05$

Resistenza all'instabilità delle membrature  $\gamma_{M1} = 1.05$

Resistenza delle sezioni tese indebolite da fori  $\gamma_{M2} = 1.25$

Per la determinazione di  $\sigma_{id}$  si ha:

- nel riferimento generico: 
$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$$

- nel riferimento principale: 
$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$$

In particolare nel caso piano di sollecitazione di pressoflessione e taglio risulta essere:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 29 di 89</b>

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

mentre nel caso di tensione tangenziale pura:

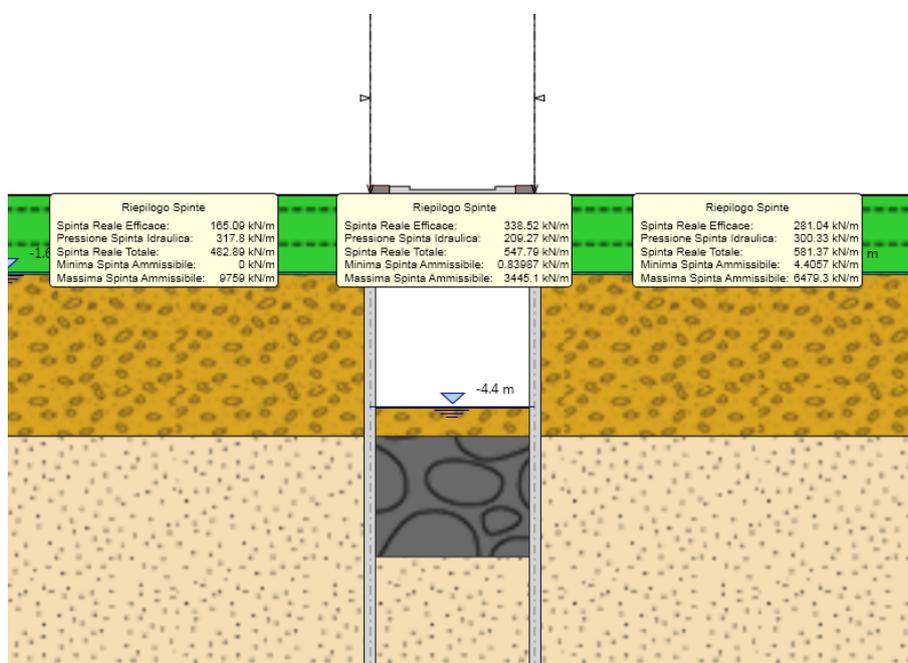
$$\sigma_{id} = \pm\sqrt{3} \cdot \tau_{xy}$$

## 6.5 VERIFICHE

### 6.5.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

#### 6.5.1.1 Verifica di stabilità del tratto infisso (GEO)

Il fattore di sicurezza relativo alla stabilità del tratto infisso, descritto nel par. 6.4.1, è pari per le due paratie a:



FRP = 5.93

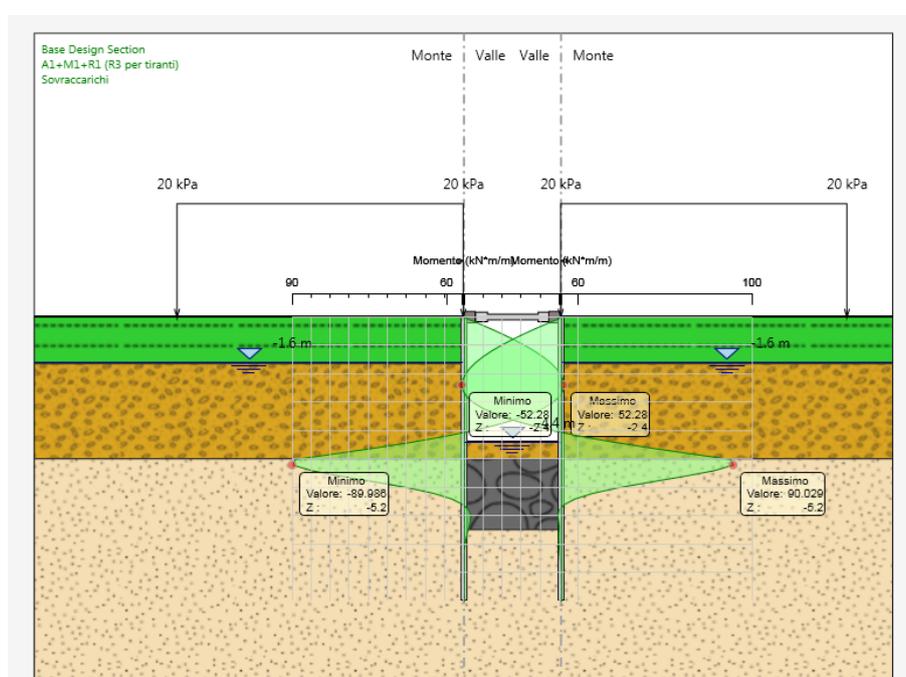
#### 6.5.1.2 Verifica delle sezioni in acciaio dei micropali (STR)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>30 di 89</b>

Dall'analisi del modello riferito alla combinazione A1+M1, la sezione più sollecitata si riscontra nello step 5 (scavo completato con sovraccarico accidentale). Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni:

$$M_{SLU} = 90.09 \times 0.30 = 27.03 \text{ kNm/palo}$$

$$z = -5.20 \text{ m da p.c.}$$

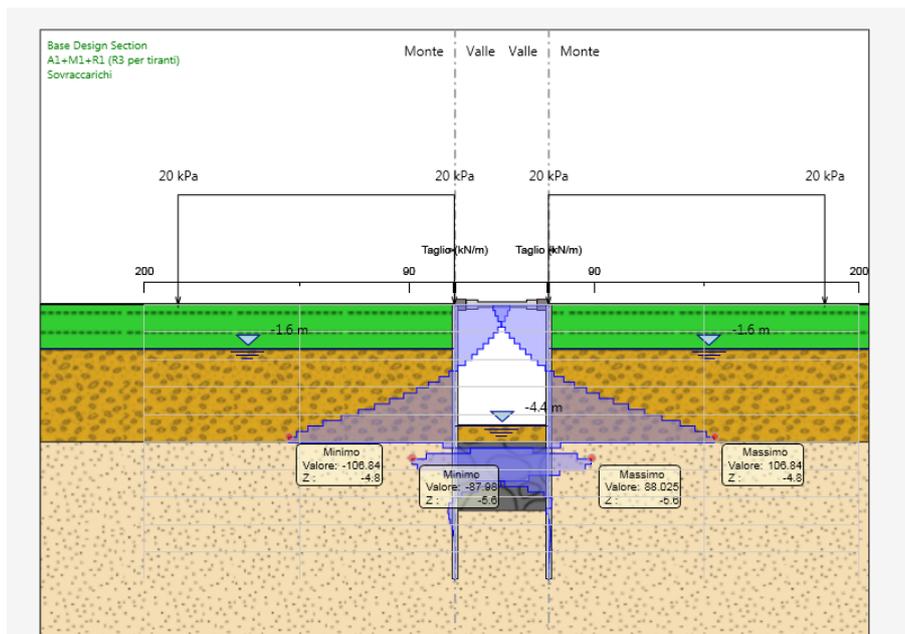


**Figura 10** – Diagramma sollecitazione flessionale lungo la paratia [kNm/m]

$$T_{SLU} = 106.8 \times 0.30 = 32.04 \text{ kN/palo}$$

$$z = -4.80 \text{ m da p.c.}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b> PAGINA <b>31 di 89</b>



**Figura 11 – Diagramma sollecitazione tagliante lungo la paratia [kN/m]**

Lo sforzo normale nel singolo micropalo è stato ricavato come somma del peso della trave testa paratia e del micropalo stesso fino alla quota in oggetto, applicando il coefficiente di amplificazione  $\gamma = 1.3$  previsto dalla combinazione A1+M1 per carichi permanenti:

Peso del tubo di armatura:  $0.39 \text{ kN/m} \times 4.60 \text{ m} = 1.80 \text{ kN}$

Peso del calcestruzzo del micropalo:  $(0.04521-0.00497)\text{m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3 \times 4.60 \text{ m} = 4.44 \text{ kN}$

Peso della trave di testa:  $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.3\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 = 1.875 \text{ kN}$

$$N_{sd} = 1.3 \times (1.80 + 4.44 + 1.875) = 10.55 \text{ kN}$$

Il profilato tubolare utilizzato ( $\varnothing 168.5\text{mm} \times 10\text{mm}$ ), è caratterizzato da:

$A = \text{Area totale} = 4970\text{mm}^2$

$A_v = \text{Area resistente a taglio} = 2A/\pi = 3165 \text{ mm}^2$

$W_{el} = \text{modulo di resistenza elastico} = 250000 \text{ mm}^3$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 32 di 89</b>

Il calcolo delle tensioni normale e tangenziali massime restituisce:

$$\sigma_z = N_{sd}/A + M_{sd}/W_{el} = 10550/4970 + 27030000 / 250000 = 2.12 + 108.12 = 110.24 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = V_{sd}/A_v = 32040/3165 = 10.12 \text{ MPa}$$

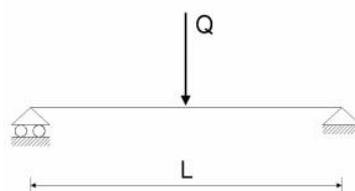
La tensione ideale vale:

$$\sigma_{id} = ((110.24)^2 + 3 (10.12)^2)^{1/2} = 111.63 \text{ MPa}$$

Poiché  $\sigma_{id} < f_{yk}/\gamma_{Mo} = 275/1.05 = 270.89 \text{ MPa}$ , la verifica risulta soddisfatta.

### 6.5.2 Verifiche trave di coronamento

Per quanto riguarda il calcolo dei cordoli senza tiranti l'esperienza mostra che il cordolo (se molto rigido) si muove rigidamente con la testa dei pali e risulta poco sollecitato. Lo schema di riferimento che si adotta in questo caso è quello di una trave su 2 appoggi con carico concentrato in mezzera:



dove:

$$Q = \frac{S_p \cdot L}{n_c} \quad L = \begin{cases} 2 \cdot i_p & \text{per paratie di pali o micropali} \\ 1 \text{ metro} & \text{per paratie a setti in c.a. o sezioni a T} \end{cases}$$

$S_p$ : Spinta sulla paratia;

$n_c$ : numero di cordoli;

$i_p$ : interasse dei pali/micropali;

La spinta sulla paratia è stata valutata per il solo tratto fuori terra, ed è pari a  $234 \text{ KN/m} \times 0.3 = 70.20 \text{ KN/palo}$ . Pertanto le massime sollecitazioni sulla trave di coronamento sono:

$$M_{sd} = QL/4 = 10.53 \text{ kNm}; \quad V_{sd} = Q/2 = 35.10 \text{ KN}$$

APPALTATORE: Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    IN.08.00.002    B    33 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	

Il cordolo viene armato con 4+4  $\phi 16$  longitudinali e staffe  $\phi 12/30$ . Di seguito le verifiche strutturali:

The screenshot shows a software interface for structural analysis. It includes several data tables and control panels:

- Section Properties:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8.04	4
2	8.04	44
- Materials:**

Material	Property	Value
B450C	$\epsilon_{su}$	67.5 ‰
	$f_{yd}$	391.3 N/mm²
	$E_s$	200.000 N/mm²
	$\epsilon_s / \epsilon_c$	15 ‰
C25/30	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
	$f_{cd}$	14.17
	$f_{cc} / f_{cd}$	0.8
- Calculation Parameters:**

$M_{xRd}$	131.3 kNm
$\alpha_c$	-14.17 N/mm²
$\alpha_s$	391.3 N/mm²
$\epsilon_c$	3.5 ‰
$\epsilon_s$	31.02 ‰
d	44 cm
x	4.461
x/d	0.1014
$\delta$	0.7

### Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali		Geometria sezione		Armatura longitudinale		Solllecitazioni di calcolo	
<b>Calcestruzzo</b>		b [mm]	500	n° barre	4	$N_{Ed}$ [kN]	0
Rck [Mpa]	30	h [mm]	500	diametro	16	$V_{Ed}$ [kN]	0
fck [Mpa]	24.9	c [mm]	40	Area [mm²]	803.84		
fcd [Mpa]	14.1	d [mm]	460				
<b>Acciaio</b>				<b>Armatura trasversale</b>		<b>VERIFICA</b>	
fyk [Mpa]	450			Staffe $\Phi$	12	<b>Sezione non armata a taglio</b>	
fyd [Mpa]	391.3			n° bracci	1	$V_{Rsd}$ [kN]	94.20
				$A_{sw}$ [mm²]	113.04		Verificato
				s [mm]	300	<b>Sezione armata a taglio</b>	
						<b>Crisi armatura a taglio</b>	
k	1.66					$V_{Rsd}$ [kN]	152.60
$v_{min}$	0.37					$V_{Red}$ [kN]	503.58
$\rho_l$	0.0035						
$\sigma_{cp}$	0.0000					$V_{Rd}$ [kN]	152.60
							Verificato
$\nu$	0.5						
$(\sigma_{cp})^*$	0						
$\alpha_c$	1						
$\omega_{sw}$	0.021						
cotg $\theta$	4.788						
cotg $\theta^*$	2.500						

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>										
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>34 di 89</b>					

#### Geometria della sezione

Altezza geometrica della sezione h	=	50 cm
Base della sezione b	=	50 cm
Copriferro d'	=	4 cm
Altezza utile della sezione d	=	46 cm

#### Armatura tesa

N° ferri	Diametro	Area
9	16	18.10 cm <sup>2</sup>
0	0	0.00 cm <sup>2</sup>
0	0	0.00 cm <sup>2</sup>
		<b>18.10 cm<sup>2</sup></b>

#### Staffe

Passo	Diametro	Area
30	12	652.80 cm <sup>2</sup>
0	0	0.00 cm <sup>2</sup>
0	0	0.00 cm <sup>2</sup>
		<b>652.80 cm<sup>2</sup></b>

#### Incidenza

kg/mc

**81.42**

Nel calcolo dell'incidenza si considera un 10-15% aggiuntivo per tener conto di sovrapposizione e staffe di ritegno.

### 6.5.3 Verifiche Puntoni A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tipo Risultato: Verifiche Puntoni	NTC2008 (ITA)											
Sezione	Mate	i	L	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	λ y	λ z	λ laterale
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	3	0	0	0	0.002	0	0	0	0
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	4	-25.80	-154.85	0.119	0.002	0.151	61	61	0
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	5	-36.49	-218.94	0.168	0.002	0.21	61	61	0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>										
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>35 di 89</b>					

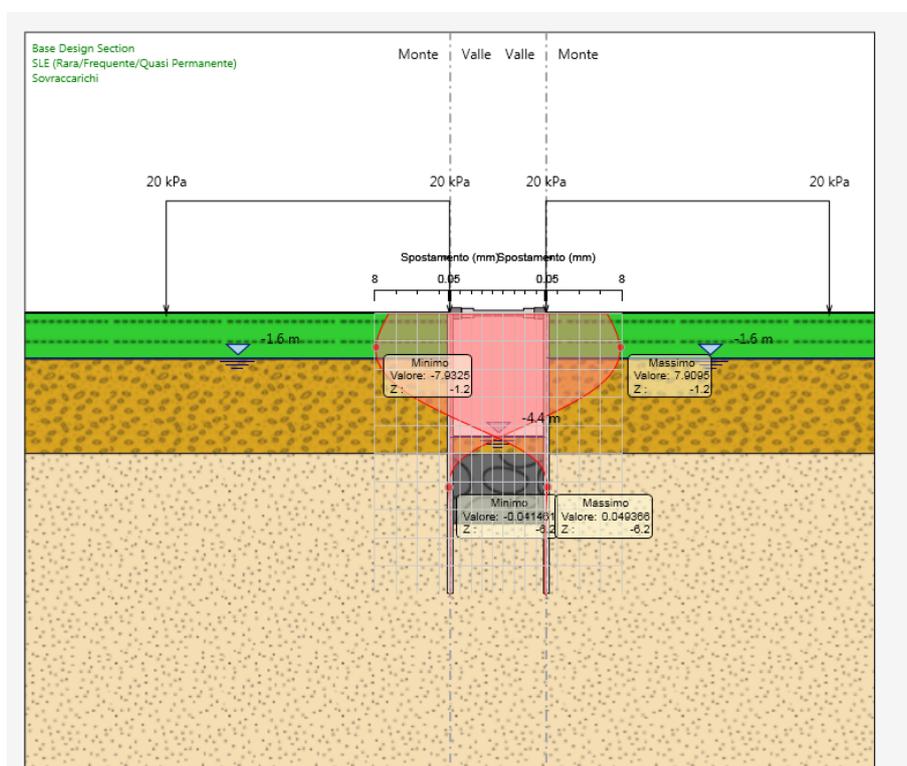
#### 6.5.4 Verifiche Puntoni A2+M2+R1

Tipo Risultato: Verifiche Puntoni	NTC2008 (ITA)												
Sezione	Materiale	i	L	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	$\lambda y$	$\lambda z$	$\lambda$ laterale	
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	3	0	0	0	0.001	0	0	0	0	
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	4	-23.411	-140.4	0.108	0.001	0.136	61	61	0	
CHS168.3 *10	S275	6	3.4	5	-33.488	-200.93	0.154	0.001	0.191	61	61	0	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>36 di 89</b>

## 6.6 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per ogni parte d'opera analizzata, sono stati realizzati dei modelli di calcolo per la valutazione dei cedimenti in esercizio. Si riportano di seguito le deformate più significative.



*Figura 12 – Diagramma spostamenti orizzontali lungo la paratia [mm]-SLE*

Lo spostamento massimo alla quota del piano campagna è pari a circa 7.35 mm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. PAGINA <b>B 37 di 89</b>
		<b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				

## 6.7 VERIFICHE GALLEGGIAMENTO JET-GROUTING

Nel seguito si effettua la verifica del tappo di fondo in jet-grouting di altezza minima  $H=2.50\text{m}$ , considerando un'altezza di falda posta a  $15.10\text{m.s.m.m.}$  e una quota di fondo del jet-grouting pari a  $11.00$ .

Si considera una larghezza di sezione pari a  $3.15\text{ m}$ , comprensiva del tratto tra paratie.

La sottospinta idraulica alla base del jet-grouting è pari a:

$$S_{H2O} = 1.1 \times \gamma_{H2O} \times H_{H2O} \times L = 1.1 \times 10 \times (15.10 - 11.00) \times 3.15 = 142.06 \text{ kN/m}^2$$

Il volume di jet-grouting della sezione rappresentata a lato è di seguito calcolato considerando una q.ta di fondo di  $11.04\text{ m.s.m.m.}$

$$V_{\text{jet-grouting}} = 3.15 \times 2.50 = 7.87 \text{ m}^3$$

Il peso del volume di jet-grouting che si oppone alla sottospinta idraulica è pari a:

$$G_{\text{jet-grouting}} = 0.90 \times V_{\text{jet-grouting}} \times \gamma_{\text{jet-grouting}} = 0.90 \times 7.87 \times 21 = 148.75$$

Il coefficiente di sicurezza al galleggiamento è quindi pari a:

$$FS = 148.75 / 142.06 = 1.04, \text{ la verifica è soddisfatta.}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>38 di 89</b>

## 7 PARATIA REGGISPINTA

La massima spinta necessaria alla posa del collettore  $\phi 2000$  al di sotto del rilevato esistente, si ricava dalla relazione:

$$S = L \times \pi \times D \times \sigma \times \operatorname{tg}\phi$$

L= lunghezza del tratto da infilare = 30.00m

D = diametro esterno tubazione = 2.40m

$$\sigma = \text{tensione normale alla tubazione alla quota media (h= 6.00m)} = [(\gamma \times h) + (k_0 \times \gamma \times h)] / 2 \\ = [(16 \times 6.0) + (0.384 \times 16 \times 6.0)] / 2 = 66.43 \text{ kN/m}^2$$

$\operatorname{tg}\phi$  = angolo attrito tubazione terreno (si assume pari a  $2/3\phi = 2/3 \times 38 = 25^\circ$ ) =  $\operatorname{tg}25^\circ = 0.466$

$$S = 30 \times 3.14 \times 2.40 \times 66.43 \times 0.466 = 6998 \text{ kN}$$

La trave reggispinta è costituita da una trave in c.a. 1.00x1.00 fondata su n.11 micropali di lunghezza 7.50m e disposti a quinconce ad interasse 0.30m con quattro micropali inclinati  $20^\circ$  posti a tergo della trave.

### *Trave reggispinta*

Per le verifiche del muro reggispinta, si utilizzano i seguenti approcci:

*SLU di tipo Geotecnico (GEO) – Approccio 1*

Stabilità del tratto di paratia infissa e/o collasso

per rotazione rigida al piede

**A2+M2+R1 (Comb. 2)**

*SLU di tipo Strutturale (STR) – Approccio 1*

Resistenza elementi strutturali  
(Comb. 1)

**A1+M1+R1**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>39 di 89</b>

## 7.1 Modellazione paratia reggispinta

Per l'analisi dell'interazione terreno-paratia ai fini delle verifiche geotecniche e strutturali si è proceduto alla modellazione del medesimo mediante il codice di calcolo agli elementi finiti "Paratie Plus" ver. 18 della Ceas s.r.l., Milano già descritto al par.6.1.

Allo stesso modo, si richiamano qui tutti i criteri di analisi e di verifica descritti ai paragrafi precedenti per il calcolo della paratia.

Per modellare il micropalo/puntone, viene introdotta una molla nodale (ipotizzata perfettamente elastica) che rappresenta la rigidezza estensionale dell'elemento di contrasto considerando il solo tubolare di armatura e che può essere calcolata come:

$$k=EA/L_i$$

in cui

E = modulo elastico del materiale = 210000 MPa

A = area dell'elemento puntone = 0.0049637 m<sup>2</sup>

L<sub>i</sub> = lunghezza del tratto deformabile = 15 m

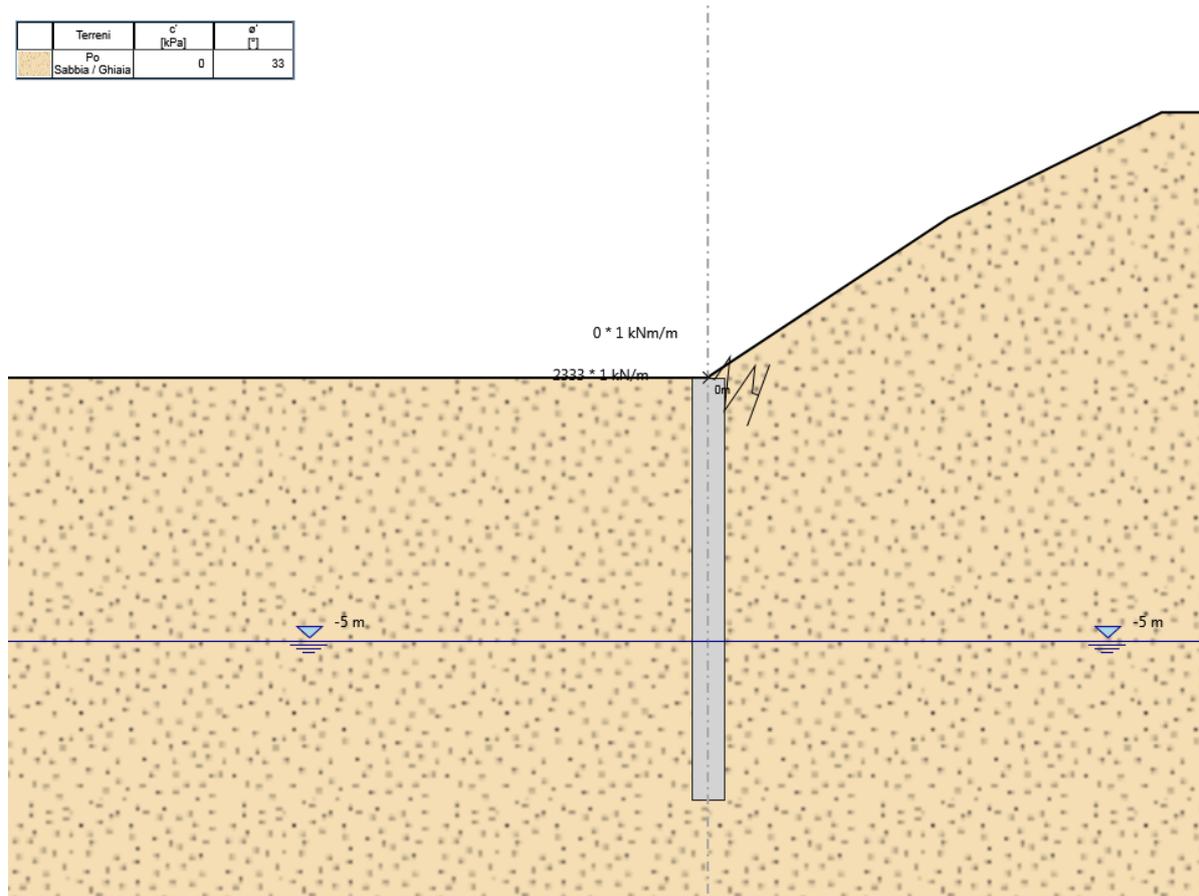
In definitiva:

$$k = 210000000 \times 0.0049637 / 15 = 69491 \text{ kN/m}$$

La stratigrafia ipotizzata è costituita dal solo litotipo P0 descritto al paragrafo 4.1.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b> PAGINA <b>40 di 89</b>

Terreni	c' [kPa]	φ° [°]
Po Sabbia / Ghiaia	0	33



**Figura 7-1 - Modellazione della paratia reggispinta**

I risultati in fase di spinta massima sono riportati in forma grafica nelle figure seguenti:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>41 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								

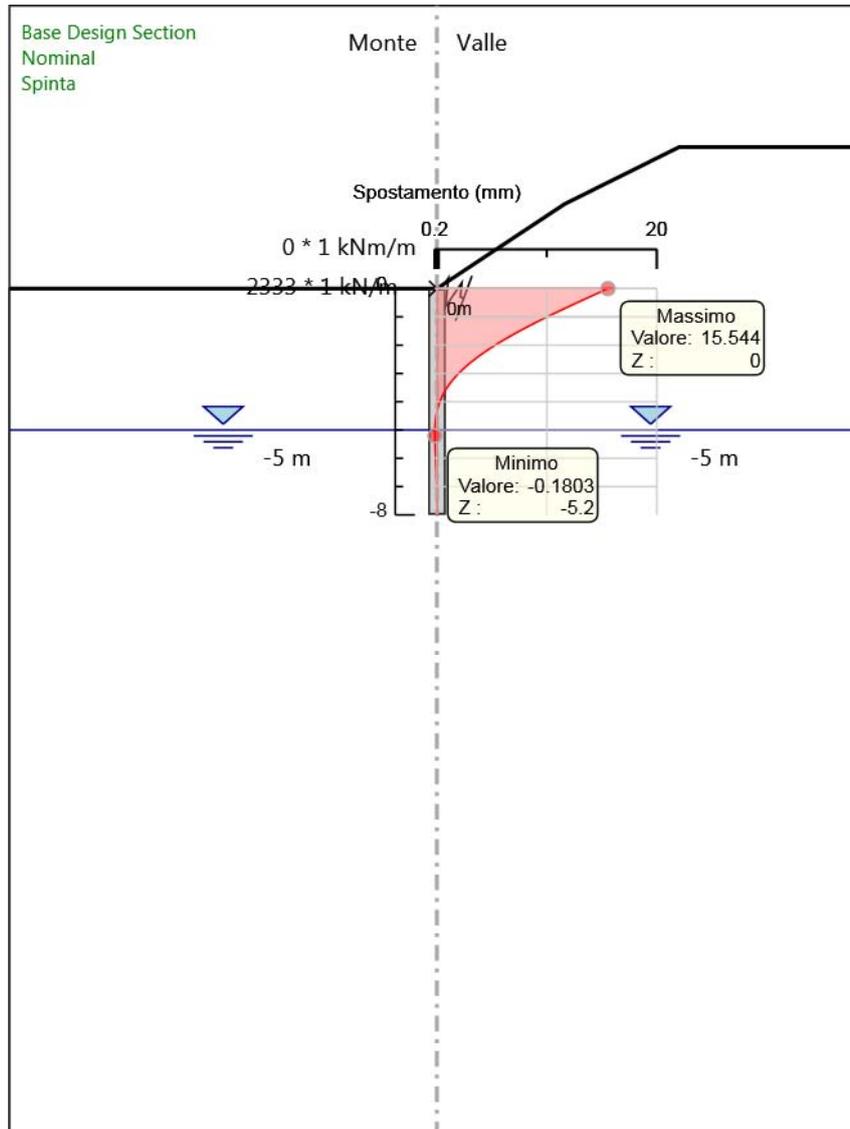


Figura 7-2 - Spostamento massimo in fase di spinta

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>42 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								

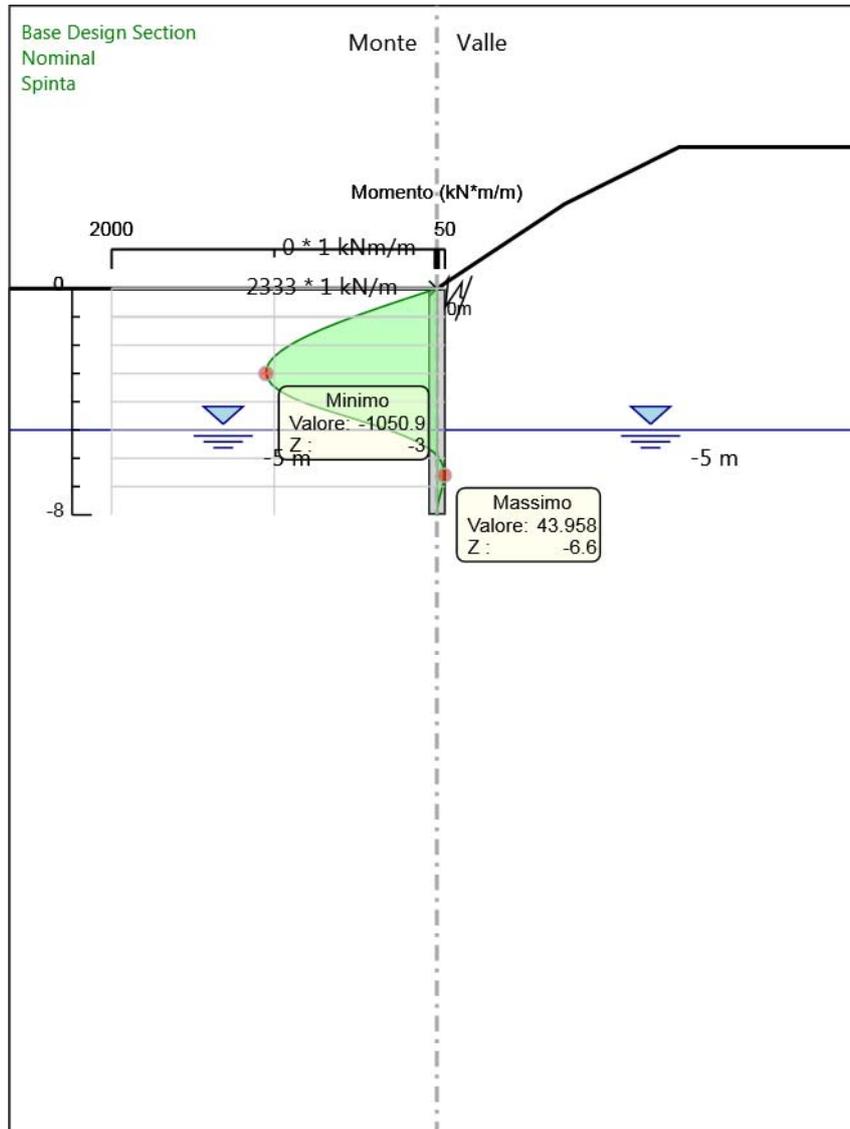


Figura 7-3 - Momento massimo in fase di spinta

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>43 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								

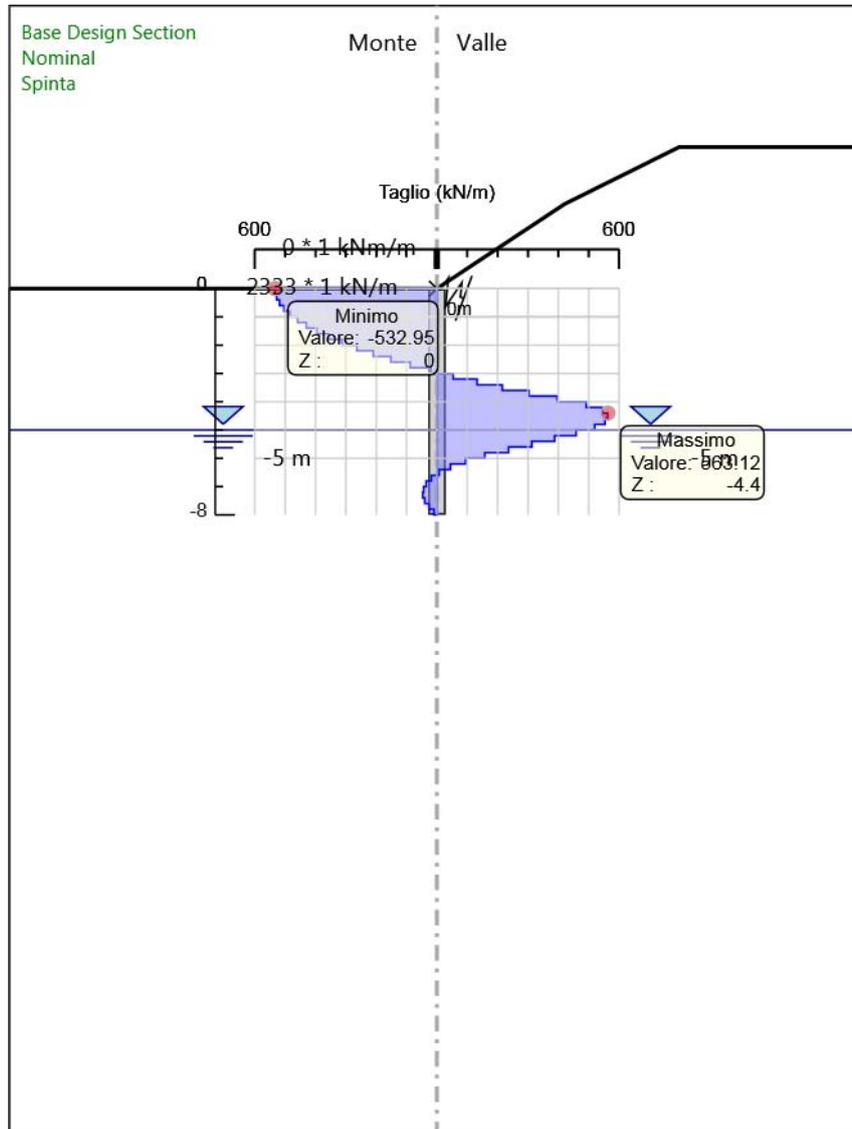
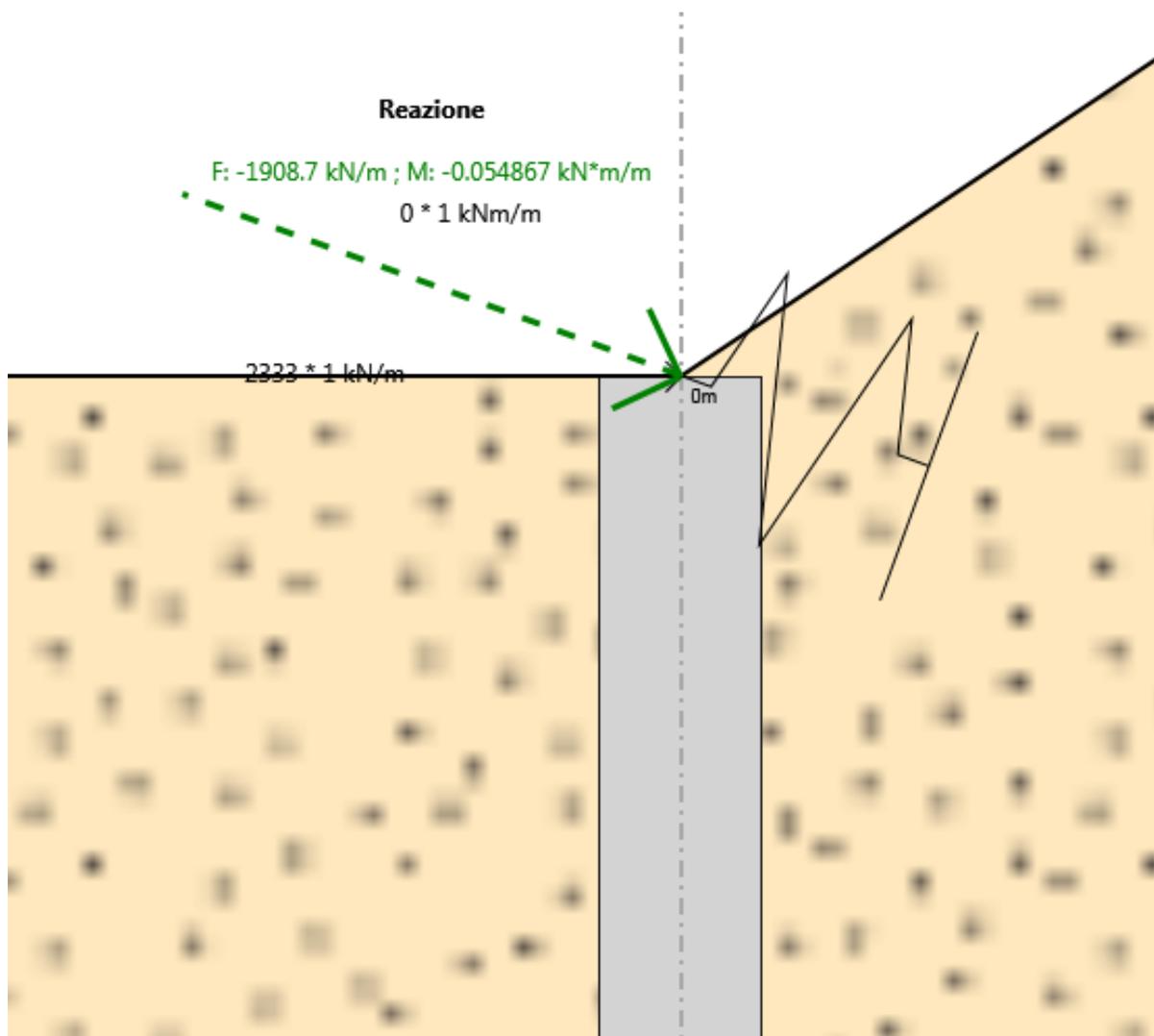


Figura 7-4 - Taglio massimo in fase di spinta

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B
				PAGINA 44 di 89		



**Figura 7-5 - Reazione massima dei micropali inclinati in fase di spinta**

Il profilato tubolare inclinato utilizzato ( $\varnothing 168.5\text{mm} \times 10\text{mm}$ ) a tergo della paratia, è caratterizzato da:

$$A = \text{Area totale} = 4970\text{mm}^2$$

$$A_v = \text{Area resistente a taglio} = 2A/\pi = 3165\text{ mm}^2$$

$$W_{el} = \text{modulo di resistenza elastico} = 250000\text{ mm}^3$$

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.08.00.002</td> <td>B</td> <td>45 di 89</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	45 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	45 di 89								

## 7.1.1 VERIFICHE GEO

### 7.1.1.1 Micropali inclinati

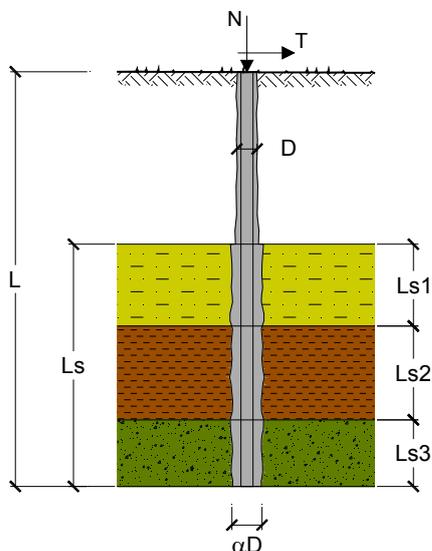
#### CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

**OPERA:** mastercut 145 per

#### DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
<b>N (kN)</b>	1144.00	0.00	1487.20
<b>T (kN)</b>	1.00	0.00	1.30



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_s$ traz
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input checked="" type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.10	1.20	1.30	1.30

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

#### Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): **0.25** (m)

Lunghezza del micropalo (L): **15.00** (m)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b> PAGINA <b>46 di 89</b>

Area dell'armatura (A <sub>arm</sub> ):	(mm <sup>2</sup> )	4973
Area a taglio (A <sub>taglio</sub> )	(mm <sup>2</sup> )	3165
Momento di inerzia della sezione di armatura (J <sub>arm</sub> ):	(mm <sup>4</sup> )	1.56E+07
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W <sub>arm</sub> ):	(mm <sup>3</sup> )	185860
Dimensione Armatura (D <sub>arm</sub> )	(mm)	168.3

Tipo di acciaio  ▼

Tensione di snervamento dell'acciaio (f <sub>y</sub> ):	275	(N/mm <sup>2</sup> )
Coefficiente Parziale Acciaio γ <sub>M</sub>	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ <sub>im</sub> ):	262	(N/mm <sup>2</sup> )
Modulo di elasticità dell'acciaio (E <sub>arm</sub> ):	210 000	(N/mm <sup>2</sup> )

#### Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 20.0 (MN/m<sup>3</sup>)

#### CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

##### Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * Is_i$$

Tipo di Terreno	Spessore Is <sub>i</sub> (m)	α (-)	Ds <sub>i</sub> = α * D (m)	S <sub>i</sub> media (MPa)	S <sub>i</sub> minima (MPa)	S <sub>i</sub> calcolo (MPa)	Qs <sub>i</sub> (kN)
sabbie	50.00	1.10	0.28	0.120	0.120	0.071	3049.19
			0.00			0.000	0.00
			0.00			0.000	0.00

$$Ls = 50.00 \text{ (m)} \quad QI = 3049.19 \text{ (kN)}$$

##### Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * QI$$

(consigliato 10-15%)

% Punta

15%

$$Qp = 457.38 \text{ (kN)}$$

#### CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + QI$$

$$Qlim = 3506.57 \text{ (kN)}$$

#### COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Fs = 2.36$$

#### 7.1.1.2 Micropali verticali

Il valore di carico orizzontale affidato al singolo micropalo verticale è pari a:

$$V_{\text{micropalo}} = V_{\text{max}} / n.^\circ_{\text{micropali}}$$

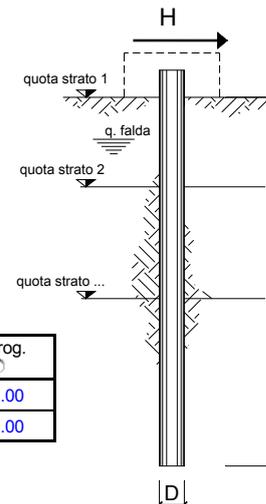
$$V_{\text{micropalo}} = 532 / 11 = 48.36 \text{ kN}$$

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL IN.08.00.002 B 47 di 89</b>

opera **IN08**

coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$	
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$				
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.25	1.40	1.00

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Parametri medi			Parametri minimi		
					$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	16	16	33	3.39		33	3.39	
<input type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **97** (m)  
 Diametro del palo D **0.25** (m)  
 Lunghezza del palo L **7.50** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **64.70** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	84.9 (kN)		84.9 (kN)	
Palo intermedio	250.3 (kN)		250.3 (kN)	
Palo corto	914.9 (kN)		914.9 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 84.9 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 84.9 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		84.92 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>84.92 (kN)</b>	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	<b>48.36 (kN)</b>	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	<b>0 (kN)</b>	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>48.36 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.76</b>	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>48 di 89</b>

## 7.1.2 VERIFICHE STR

### 7.1.2.1 Micropali inclinati

Il calcolo della tensione normale massima restituisce:

$$\sigma_z = N_{sd}/A = 1908 \times 0.60 / 4970 = 230.00 \text{ MPa}$$

Poiché  $\sigma_{id} < f_{yk}/\gamma_{Mo} = 275/1.05 = 270.89 \text{ MPa}$ , la verifica risulta soddisfatta.

### 7.1.2.2 Micropali verticali

La tensione ideale vale:

$$\sigma_{id} = (3 (48.36)^2)^{1/2} = 83.76$$

Poiché  $\sigma_{id} < f_{yk}/\gamma_{Mo} = 275/1.05 = 270.89 \text{ MPa}$ , la verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 49 di 89

## 8 PLATEA DI VARO

### 8.1 Ipotesi Di Calcolo

Il calcolo della platea di varo è effettuato nell'ipotesi che l'armatura longitudinale nella stessa sia in grado di assorbire l'azione di attrito trasmessa dal monolite in fase di spinta (calcolata considerando prudenzialmente un coefficiente di attrito pari a 0.5) diminuita di una quantità pari al peso della platea per il coefficiente di attrito all'interfaccia platea-terreno. La platea ha dimensioni 9x3, ed uno spessore di 30 cm. La spinta da sostenere è pari a 6998 KN.

### 8.2 Risultati Di Calcolo

Il calcolo della platea di varo è effettuato nell'ipotesi che l'armatura longitudinale nella stessa sia in grado di assorbire l'azione di attrito trasmessa dal monolite in fase di spinta (calcolata considerando prudenzialmente un coefficiente di attrito pari a 0.5) diminuita di una quantità pari al peso della platea per il coefficiente di attrito all'interfaccia platea-terreno. 8.2 Risultati del calcolo Si prevede il getto di una platea di varo di spessore 60cm per agevolare le operazioni di spinta ed infissione del monolite.

L'azione di attrito trasmessa dal monolite in fase di spinta è pari a:

$$S_1 = 0.5 S_{ps} = 0.5 \cdot 6998 = 3499 \text{ kN}$$

mentre l'azione di attrito all'interfaccia platea-terreno vale:

$$S_2 = \gamma_{cls} L_{pt} B_{pt} H_{py} \tan \delta = 25 \times 9.0 \times 3.0 \times 0.30 \times \tan (23.33) = 87.05 \text{ kN}$$

dove  $\varphi = 35^\circ$  (angolo di attrito terreno),  $\delta = 2/3\varphi = 23.33^\circ$  (angolo di attrito interfaccia parete-terreno)

$$S = S_2 - S_1 = 3499 - 87 = 3412 \text{ KN}$$

$$A_{s,min} = S/B f_{yd} = 34120000/3000 \cdot 391 = 2.90 \text{ mm}^2/\text{m}$$

In direzione longitudinale si dispongono pertanto 5+5 $\phi$ 16/m (20.10cm<sup>2</sup>). In direzione trasversale, invece, si dispone un'armatura pari almeno al 20% di quella in direzione longitudinale, ossia pari a 5+5 $\phi$ 12/m (5.65cm<sup>2</sup>).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	50 di 89

## 9 CAMPO POZZI PER LA POSA DELLA TUBAZIONE NEL TRATTO B-D

Per la posa della tubazione nel tratto B-D è previsto un abbassamento della falda di circa 2m per consentire l'esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza. In particolare, per il tratto BC da realizzare con la tecnica dello spingitubo occorre garantire una lavorazione all'asciutto, condizione questa necessaria sia per la sicurezza delle maestranze che per minimizzare e contenere entro limiti accettabili eventuali spostamenti in corrispondenza del piano del ferro.

A questo proposito, si è ritenuto che l'intervento con colonne jet-grouting previsto in sede di progettazione esecutiva per il tratto BC presentasse alcuni inconvenienti e criticità. Innanzitutto, va evidenziato che nei terreni piroclastici oggetto dell'intervento la realizzazione delle colonne avviene generalmente per "sostituzione" (es: Croce e Flora, *Jet-grouting effects on pyroclastic soils*, Rivista Italiana di Geotecnica, 2/1998), vale a dire, una frazione significativa della miscela iniettata sostituisce il terreno in sede, che fuoriesce a boccaforo. Tale meccanismo accresce la probabilità di indurre significative – e non controllabili – deformazioni del rilevato, specie in corrispondenza di basse coperture. L'intervento inoltre prevede una precisa configurazione geometrica del terreno consolidato, sia in corrispondenza dell'intradosso del collettore che dei suoi lati; tale precisione è però difficilmente perseguibile, con la conseguenza che probabili deviazioni della geometria del terreno consolidato rispetto a quella teorica ostacolerebbero – anziché facilitare – la spinta e l'avanzamento del collettore. In aggiunta, anche nell'ipotesi in cui l'insieme delle colonne costituisse una "vasca" a perfetta tenuta idraulica, sarebbe comunque necessario procedere all'emungimento dei volumi d'acqua presenti all'interno della "vasca" tramite idonei pozzi, prima delle altre lavorazioni. Infine, il maggior peso dell'unità di volume del terreno consolidato – rispetto a quello in sede – comporta un incremento, seppur modesto, della tensione verticale efficace nei terreni di sedime, valutabile in circa 10 kPa.

Sulla scorta di queste considerazioni, l'intervento in jet-grouting previsto all'intorno della camera di spinta e del collettore è stato sostituito da un sistema di pozzi che garantiscono un abbassamento controllato della falda in corrispondenza dei tratti BC e CD del collettore. Il campo pozzi è differenziato nei due tratti (v. tavole allegate): in corrispondenza della camera di spinta e del tratto BC in spingitubo, è apparsa necessaria una significativa ridondanza del sistema, prevedendo una fila di pozzi su ciascun lato del tratto; nel tratto CD, meno impegnativo, i pozzi sono disposti a "quiconce" rispetto al profilo longitudinale del collettore.

I pozzi hanno un diametro esterno di 0.38 ÷ 0.60 m, un interasse longitudinale compreso tra 12 e 15 m, e si estendono ad una quota pari a 7.7 m.s.m., vale a dire, circa 6 m al disotto dell'intradosso del collettore. Questa disposizione consentirà di ottenere una depressione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV.    PAGINA <b>B        51 di 89</b>

della falda di  $2 \div 2.5$  m in corrispondenza dell'asse del collettore, sufficiente ad eseguire tutte le lavorazioni all'asciutto. Si nota che la soluzione pozzi è stata preferita ad un impianto di well-point sia a causa della fitta presenza di manufatti e sottoservizi nell'area in esame – che avrebbe interferito con i ridotti interassi delle punte drenanti dei well-point - sia perché in corrispondenza delle quote più elevate del rilevato ferroviario sarebbe stato necessario installare un impianto well-point “a cascata”, nettamente più impegnativo rispetto alla soluzione adottata.

Come illustrato di seguito, l'efficacia del campo pozzi è stata valutata con una serie di analisi agli elementi finiti del moto di filtrazione, atta a valutare – con opportuni margini di sicurezza - le portate da emungere, l'abbassamento della falda e il suo profilo, nonché il tempo necessario a raggiungere condizioni stazionarie.

Considerata la modesta entità dell'abbassamento di falda, e le buone caratteristiche meccaniche dei terreni interessati, si può affermare che gli spostamenti indotti dall'emungimento sul rilevato ferroviario saranno decisamente modesti, e tali da non inficiare l'operatività della linea ferroviaria in esercizio. Tale affermazione è avvalorata dalle valutazioni di seguito riportate, che indicano in  $2 \div 3$  mm il massimo spostamento verticale atteso in corrispondenza del piano del ferro.

## **9.1 ANALISI FEM DEL MOTO DI FILTRAZIONE INDOTTO DALL'EMUNGIMENTO**

In questo paragrafo vengono riportati i risultati di analisi numeriche effettuate per modellare il moto di filtrazione indotto dall'emungimento del campo pozzi. Le analisi sono state realizzate con lo scopo primario di:

- calibrare il modello numerico sulla scorta delle misure di permeabilità e piezometriche disponibili, in modo da valutare le portate d'acqua da emungere e dimensionare opportunamente il sistema di pompaggio;
- valutare l'abbassamento della superficie freatica in funzione del tempo e della distanza dai pozzi;
- stimare i tempi massimi necessari per esaurire la fase transitoria dell'emungimento e ottenere condizioni stazionarie.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 52 di 89

### 9.1.1 Modello numerico

Le analisi numeriche sono state condotte avvalendosi del codice di calcolo SEEP/W (Geo-Slope International, Calgary, Alberta, Canada). Il software utilizza il Metodo degli Elementi Finiti (FEM) in campo bi-dimensionale per modellare problemi di filtrazione attraverso materiali porosi, sia in regime stazionario che in quello di moto vario (transitorio). Il codice consente inoltre di tenere in debito conto della presenza di strati di terreno con diverse caratteristiche idrauliche - che includono anisotropia e condizioni di parziale saturazione - e di condurre sia analisi piane che assial-simmetriche.

Per la modellazione si è fatto riferimento al profilo geotecnico riportato in Figura 9-1 – limitatamente ad un intorno della sezione considerata – e alle misure di piezometria in esso riportate, dalle quali si stima, per il tratto interessato dal collettore, una quota di falda pari a circa 15.7 m.s.m. Il dominio di calcolo utilizzato ha uno spessore pari a 40 m e un'estensione orizzontale di oltre 160 m (v.Figura 9-2), sufficientemente elevata da poter assumere che alle estremità del dominio il carico idraulico sia costante e non influenzato dagli emungimenti. Per la stratigrafia, conformemente al P.E. per i terreni in oggetto sono stati considerati due diversi strati: uno strato più superficiale costituito da terreni piroclastici rimaneggiati con granulometria sabbio-limosa (litotipo **DI**) e uno strato sottostante costituito da ceneri, pomici e lapilli di ampia granulometria (litotipo **Po**). Lo spessore dello strato DI diminuisce progressivamente spostandosi dalla progr. 0+415 (spessore = 7.5 m circa) alla progr. 0+580 (spessore = 2.5 m circa), e in corrispondenza del tratto BC del collettore lo spessore è pari a 5.5 m con letto alla quota 12.7 m.s.m. Il rilevato ferroviario esistente non è modellato in quanto non influente ai fini delle analisi di filtrazione, ma è comunque indicato in Figura 9-2. La stessa figura mostra la *mesh* utilizzata nelle analisi, nella quale si nota il raffittimento degli elementi nella posizione centrale prossima al collettore. La Figura 9-3 ne mostra un dettaglio, con la posizione delle due file di pozzi di emungimento posti sui lati del collettore, ad una distanza di circa 3m dall'asse di quest'ultimo. Trattandosi di una simulazione piana (problema bi-dimensionale), i pozzi sono modellati nel calcolo come due trincee drenanti aventi larghezza pari a 0.5 m. La stessa figura mostra che il collettore (quota intradosso  $\approx$  13.8 ÷ 14.0 m.s.m.) è quasi interamente immerso.

I valori di permeabilità (k) da assegnare ai due litotipi sono stati desunti da *prove Lefranc* effettuate in sito, i cui risultati sono riassunti nella *Relazione Geologica, Geomorfologica ed Idrogeologica* redatta da ITALFERR S.p.A. Per comodità del lettore, nella Figura 8.1 sono riportati - in verde - i valori di k misurati nelle verticali di sondaggio più vicine; essi fanno tutti riferimento al litotipo Po, mentre non sono disponibili misure di permeabilità relative al litotipo più superficiale DI. L'esame dell'unico campione estratto nel litotipo DI (campione CR1, sondaggio S1, profondità = 6 m dal p.c.) evidenzia tuttavia una granulometria

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>		

confrontabile a quella dei campioni prelevati nel litotipo Po; per questa motivazione, e soprattutto per la mancanza di dati, nelle analisi numeriche ai due litotipi è stato assegnato il medesimo valore di conducibilità idraulica k.

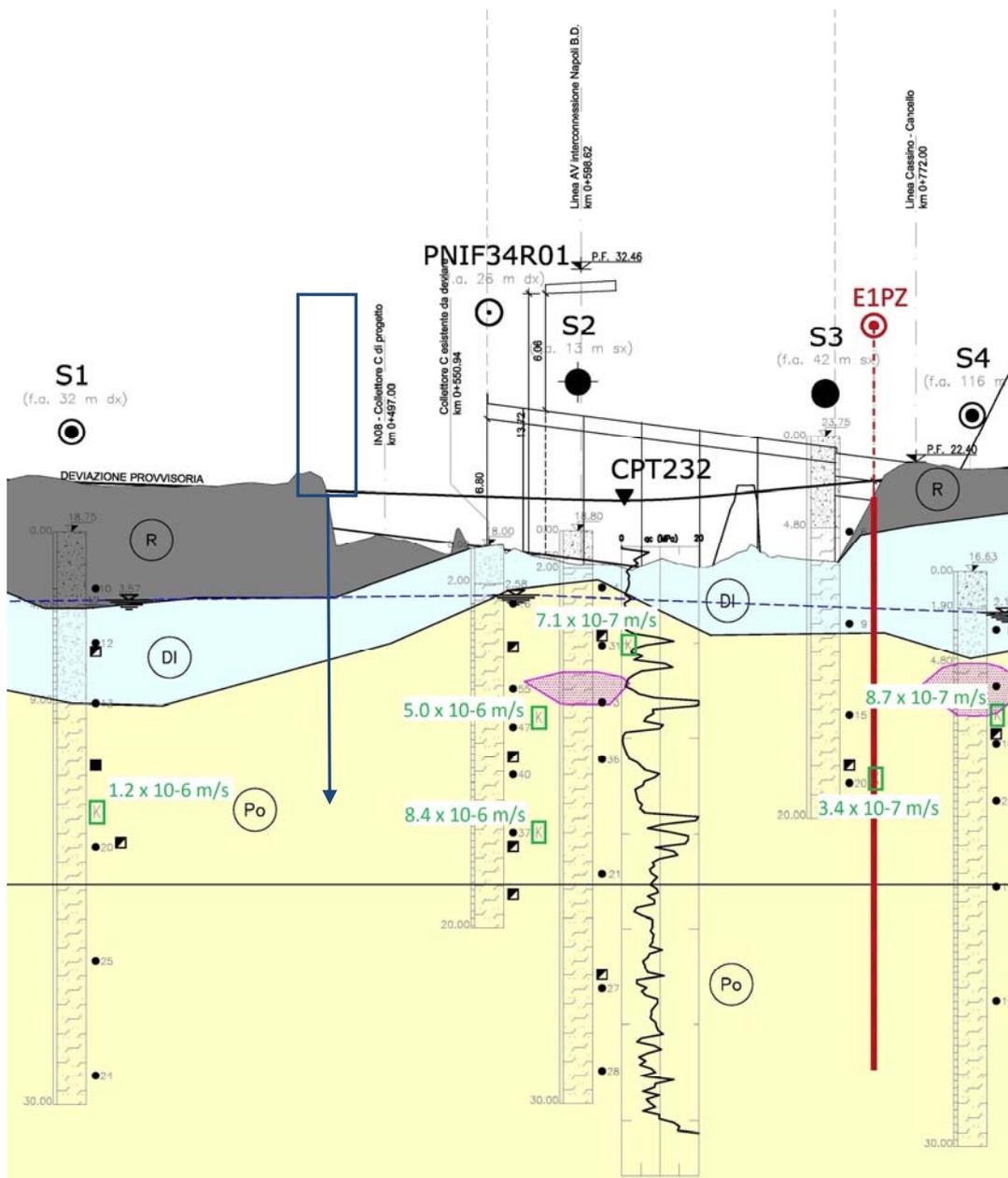


Figura 9-1 - Profilo geotecnico del terreno

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>54 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>							

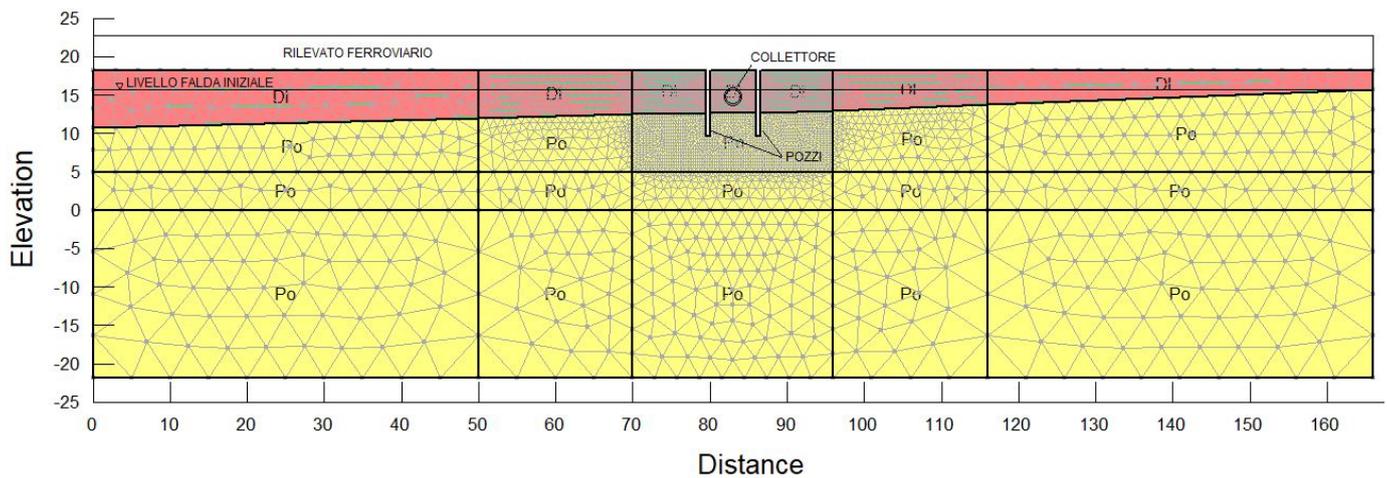


Figura 9-2 - Dominio di calcolo delle analisi del moto di filtrazione

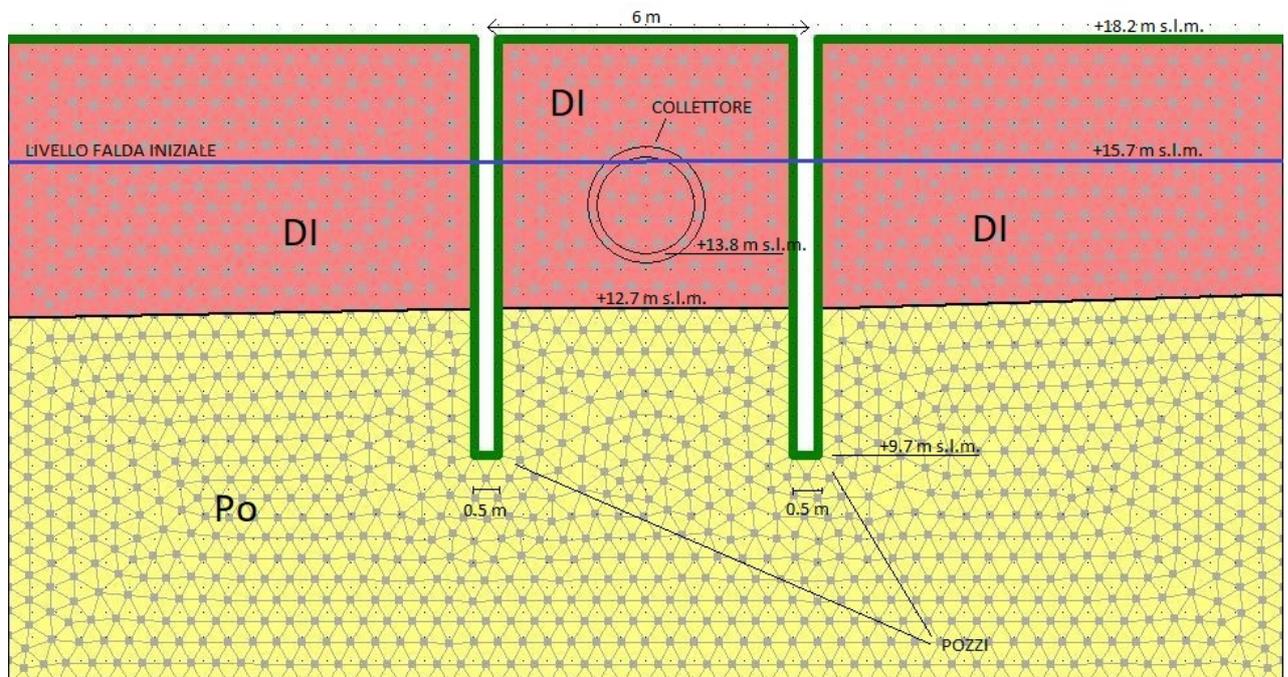


Figura 9-3 - Dettaglio della mesh nell'intorno del collettore e dei pozzi

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 55 di 89

Di seguito sono brevemente riassunti i risultati di due distinte analisi numeriche (analisi n.1 e n.2) :

- l'analisi n.1 è finalizzata a una cautelativa stima delle portate da emungere per ottenere un abbassamento della falda freatica di circa 2m in corrispondenza del collettore. In questa analisi, riferita a condizioni stazionarie, è stato pertanto utilizzato un limite superiore della permeabilità dei litotipi :  $k = 10^{-5}$  m/s, prossimo al valore maggiore misurato in prossimità dell'area in oggetto ( $k = 8.4 \cdot 10^{-6}$  m/s, v. Figura 9-1). Va evidenziato in proposito che, in virtù delle ipotesi di omogeneità e isotropia della conducibilità idraulica, il valore di k è direttamente proporzionale alle portate di gioco, ma non influisce in alcuna misura sulla geometria e sul profilo della falda ribassata dall'emungimento.
- l'analisi n.2 è finalizzata a una cautelativa stima dei tempi necessari all'esaurimento della fase transitoria e quindi al raggiungimento delle condizioni stazionarie. A tal fine, considerato che detti tempi sono inversamente proporzionali alla conducibilità idraulica, si è utilizzato un valore rappresentativo della permeabilità dei terreni:  $k = 3 \cdot 10^{-7}$  m/s, prossimo al valore minore tra quelli evidenziati nel profilo geotecnico della Figura 1.

I valori del coefficiente di permeabilità assunti nelle due analisi sono riassunti nella Tabella 9-1. Si noti che la *mesh* di calcolo utilizzata è già predisposta per poter condurre analisi di sensitività adottando valori diversi di k per i due litotipi, qualora si rendessero disponibili nuovi dati a riguardo.

N° analisi	Tipo analisi	Conducibilità idraulica k [m/s]
1	Condizioni stazionarie	$1 \times 10^{-5}$
2	Condizioni transitorie	$3 \times 10^{-7}$

**Tabella 9-1 - Sintesi dei valori della permeabilità (k) delle analisi numeriche**

Come già accennato, i pozzi sono stati modellati come una trincea larga 0.5 m con base (fondo pozzo) a quota 7.7 m.s.m. Tale modellazione bi-dimensionale fornisce valori di portate affluenti superiori – e quindi conservative – rispetto a quelle attese in corso d'opera, ove i pozzi sono disposti a un interasse di circa 15 m.

Le analisi sono state condotte imponendo che la quota piezometrica all'interno del pozzo sia pari a 13.2 m.s.m., corrispondente ad un abbassamento della falda di 2.5 m in corrispondenza dei pozzi stessi. Le condizioni al contorno adottate nelle analisi sono, in definitiva:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 56 di 89

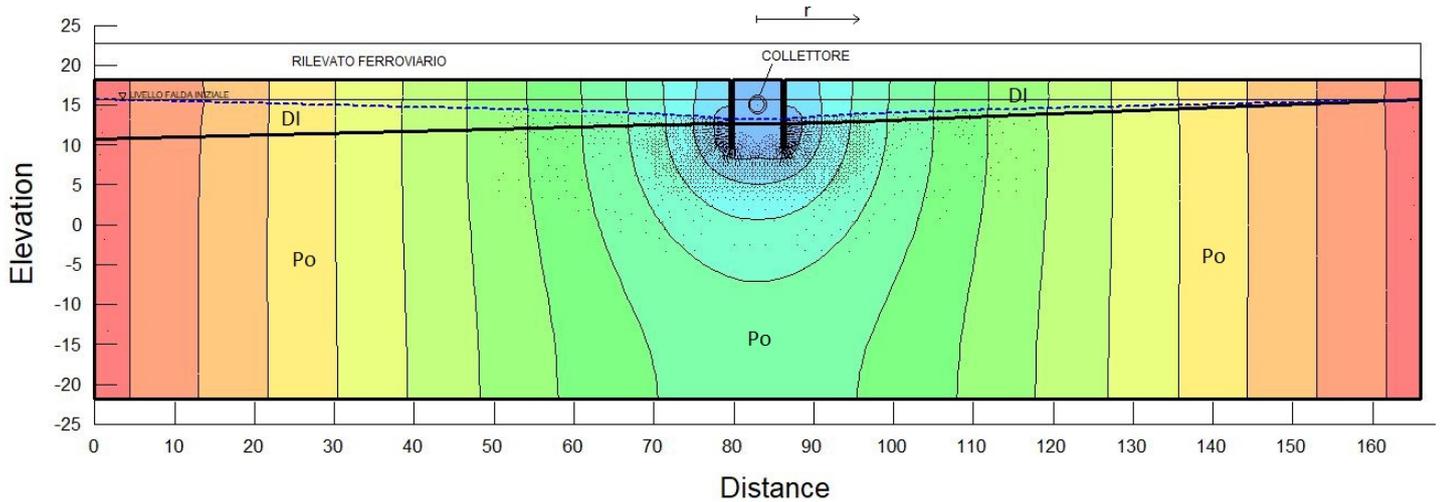
- contorno inferiore del dominio: impermeabile;
- condizioni idrostatiche con carico idraulico  $H = \text{costante} = 15.7$  m lungo i bordi verticali alle estremità sinistra e destra del dominio di calcolo. Questa assunzione è congruente con le misure piezometriche disponibili nell'area in esame;
- condizioni idrostatiche lungo il contorno del pozzo al di sotto della quota 13.2 m.s.m.;
- pressione nulla (*potential seepage face*) lungo il contorno superiore del pozzo, al di sopra della quota 13.2 m.s.m.

I risultati ottenuti dalle due analisi vengono brevemente discussi di seguito.

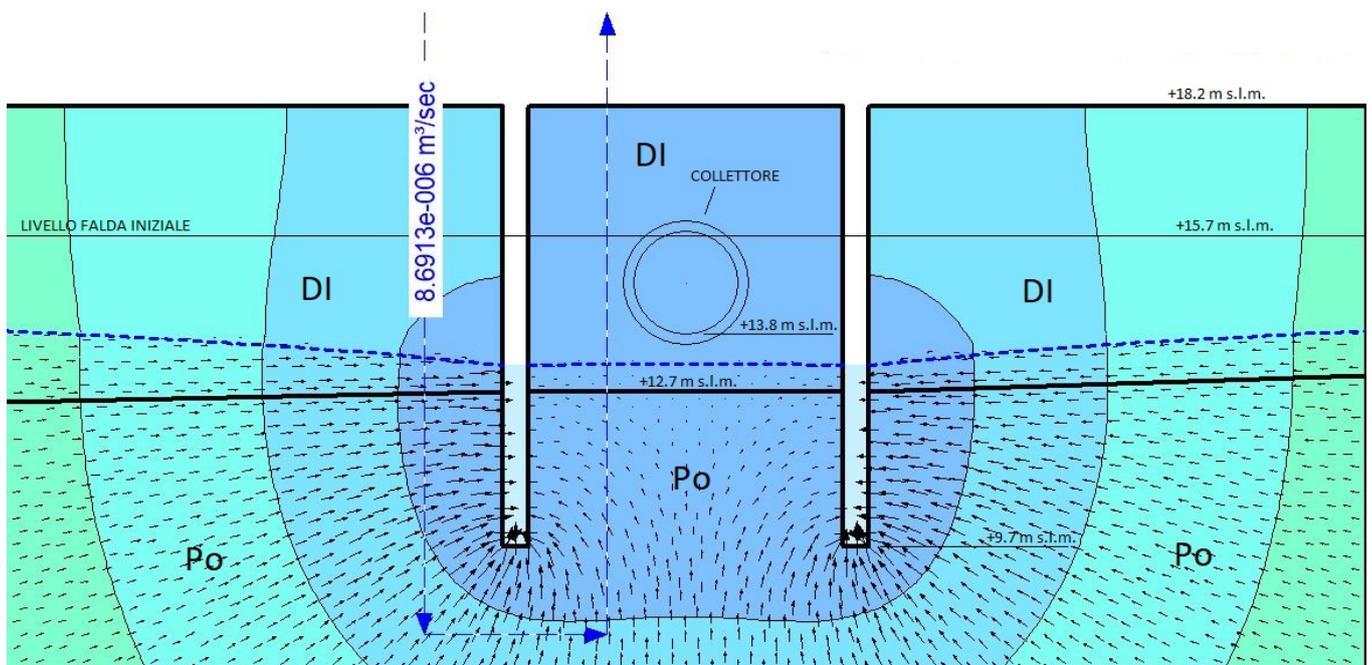
### **9.1.2    *Analisi n.1 : valutazione delle portate e dell'abbassamento della falda***

Questa analisi è finalizzata a stimare sia la portata massima  $Q_{\max}$  da emungere – necessaria per dimensionare il sistema di pompaggio – che l'abbassamento massimo della falda, in condizioni stazionarie. La permeabilità dei terreni utilizzata nell'analisi è :  $k = 10^{-5}$  m/s, prossima al valore maggiore misurato in sito. Alcuni risultati salienti dell'analisi sono riportati nelle Figura 9-4 e Figura 9-5, che mostrano l'andamento della superficie libera della falda (abbassata), i vettori velocità di filtrazione e la portata emunta da ciascuna delle due file di pozzi. Da queste figure si nota che, come atteso, l'abbassamento di falda imposto in corrispondenza dei pozzi diminuisce allontanandosi dal campo pozzi e diventa trascurabile a una distanza dell'ordine di 50m.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	57 di 89



**Figura 9-4 condizioni stazionarie: superficie freatica e vettori velocità ( $k_{DI} = k_{Po} = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ )**



**Figura 9-5 - condizioni stazionarie: superficie freatica, vettori velocità, portata filtrante. ( $k_{DI} = k_{Po} = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ )**

Un dettaglio in prossimità del collettore è mostrato nella Figura 9-5, dalla quale si evince che la portata filtrante (per metro lineare del problema) vale:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 58 di 89		

$$Q_{1m} = 8.7 \times 10^{-6} \text{ (m}^3\text{/s)/m}$$

Per un interasse tra i pozzi  $i \approx 20$  m si ottiene:  $Q_{\max} = Q1 \ 20 = 1.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3\text{/s} = 0.17 \text{ l/s}$ . A netto favore di sicurezza, si prevede di adottare pompe aventi portata:  $Q_{\text{pompa}} = 5 \text{ litri/s}$ .

La Tabella 9-2 riassume – nella prima riga - le quote della falda ribassata in condizioni stazionarie, in funzione della distanza (r) dalla mezzeria delle due file di pozzi. Passando dal problema piano al problema tri-dimensionale, si può affermare che tra due pozzi successivi della stessa fila la quota di falda sarà circa pari alla quota di intradosso del collettore (13.8 ÷ 14.0 m.s.m.), il che consente le lavorazioni all'asciutto.

	in mezzeria (r=0)	sul lato del pozzo ( r=3.5m)	a 1m dal pozzo ( r =4.5m)	a 3m dal pozzo ( r =6.5m)	a 10m dal pozzo (r=13.5m)	a 30m dal pozzo ( r =33.5m )	a 50m dal pozzo ( r =53.5m )
<b>Condizioni stazionarie</b>	13.3	13.2	13.3	13.5	13.9	14.5	15.0
a t = 30 min (Fig. 11.5)	15.7	15.2 <sup>(1)</sup>	15.6	15.6	15.7	15.7	15.7
a t ≈ 2 gg (Fig. 11.6)	13.4	13.2	13.9	14.5	15.5	15.7	15.7
a t ≈ 10 gg (Fig. 11.7)	13.3		13.6	14.0	15.0	15.6	15.7
a t = 50 gg (Fig. 11.8)			13.4	13.7	14.4	15.3	15.6

**Tabella 9-2 – Quota (m.s.m.) della superficie piezometrica nel tempo, a diverse distanze**

Nota : r = distanza dalla mezzeria delle due file di pozzi  
Quota falda iniziale (pre-emungimenti) = 15.7 m.s.m.  
(1) : si verifica il fenomeno della *trapelazione*.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 59 di 89

### 9.1.3 Analisi n.2 : tempi necessari al raggiungimento delle condizioni stazionarie

Questa analisi è finalizzata a stimare i tempi necessari all'esaurimento del transitorio e al raggiungimento di condizioni di stazionarietà. A favore della sicurezza, in questo caso il coefficiente di permeabilità assunto è:  $k = 3 \times 10^{-7}$  m/s, prossimo al minore tra i valori misurati in sito. A tale valore della conduttività idraulica corrispondono presumibilmente tempi maggiori di quelli che saranno riscontrati in corso d'opera. Alcuni risultati salienti sono riportati nelle Figure 8.6 – 8.9, che mostrano l'andamento della superficie libera della falda al variare del tempo. Le quote calcolate al variare del tempo sono riassunte nella Tabella 9-2, in funzione della distanza dalle file dei pozzi. Dall'analisi delle figure e della Tabella 9-2 si evince che il tempo occorrente per ottenere l'abbassamento di falda prefissato, e necessario alle lavorazioni all'asciutto, può essere considerevole; ciò impone un opportuno anticipo della messa in funzione del campo pozzi, rispetto alle successive lavorazioni.

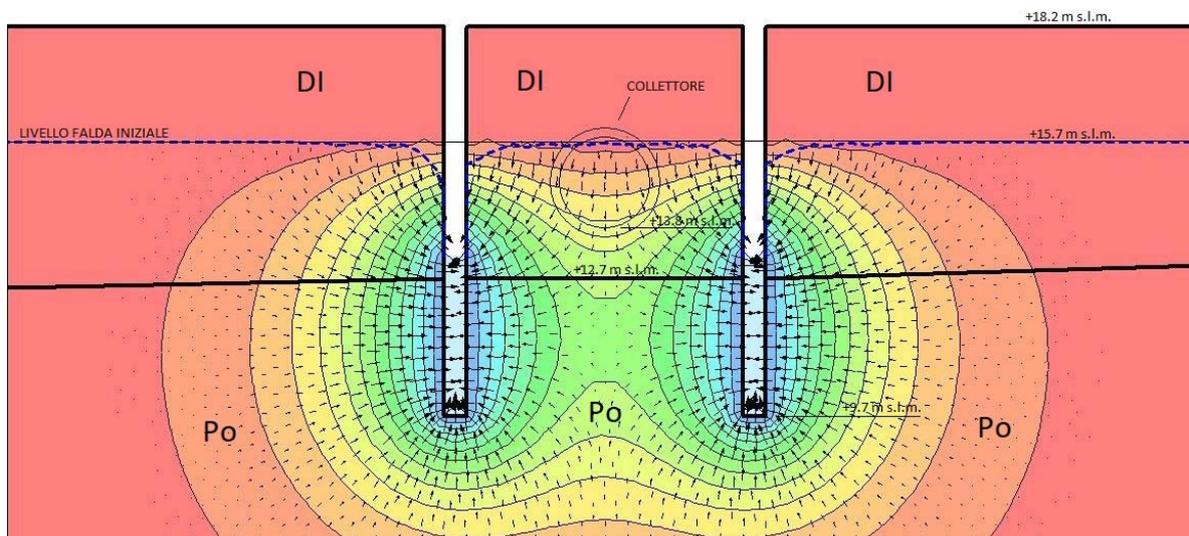


Figura 9-6 – condizioni transitorie a  $t=1800$  sec = 30 min: superficie freatica, vettori velocità.  
( $k_{DI} = k_{Po} = 3 \times 10^{-7}$  m/s)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>60 di 89</b>

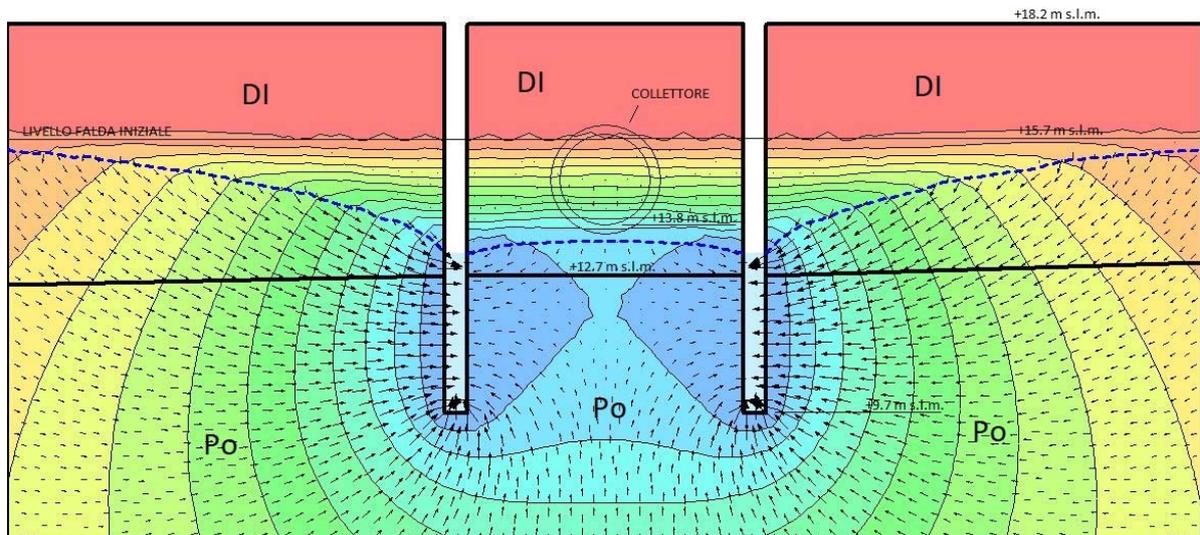


Figura 9-7 - condizioni transitorie a  $t = 175808 \text{ sec} \approx 2 \text{ giorni}$ : superficie freatica, vettori velocità. ( $k_{DI} = k_{Po} = 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ )

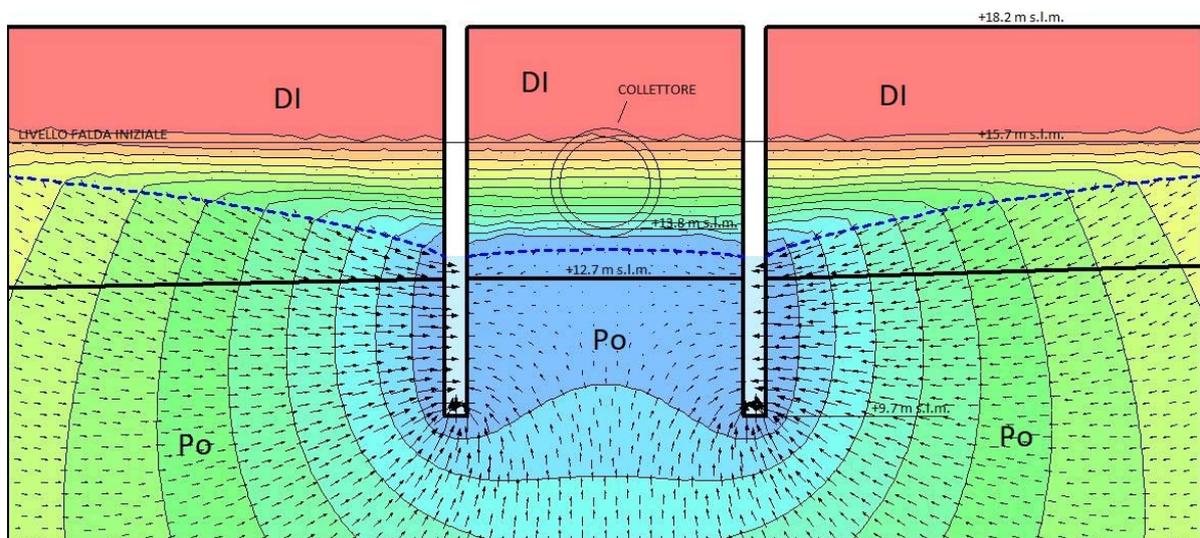


Figura 9-8 - condizioni transitorie a  $t = 873866 \text{ sec} \approx 10 \text{ giorni}$ : superficie freatica, vettori velocità. ( $k_{DI} = k_{Po} = 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ )

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>61 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>								

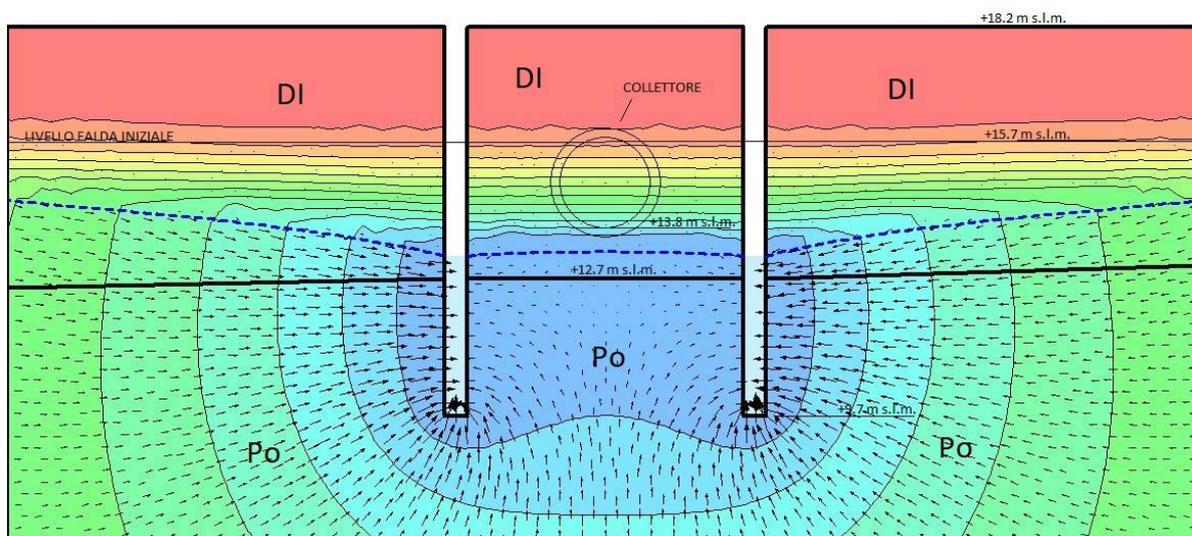


Figura 9-9 – condizioni transitorie a  $t = 4320000 \text{ sec} = 50 \text{ giorni}$ : superficie freatica, vettori velocità. ( $k_{DI} = k_{Po} = 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ )

## 9.2 STIMA DEGLI ABBASSAMENTI DEL RILEVATO FERROVIARIO

In questo paragrafo sono stimati i cedimenti del rilevato ferroviario causati dall'abbassamento della falda freatica. I calcoli di seguito descritti indicano con chiarezza che tali abbassamenti sono dell'ordine di pochi millimetri ( $2 \div 3 \text{ mm}$ ), e quindi tali non inficiare l'operatività della linea ferroviaria esistente. Il calcolo si articola in due passi distinti, ovvero :

- a) valutazione dell'aumento delle tensioni verticali efficaci dovuto all'abbassamento di falda;
- b) stima degli spostamenti verticali e delle distorsioni del rilevato ferroviario.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>
				PAGINA <b>62 di 89</b>		

### 9.2.1 *Aumento delle tensioni verticali efficaci dovuto all'abbassamento di falda*

La stratigrafia di calcolo è schematicamente riportata nella Fig.8.10, sia in termini di quote assolute (m.s.m.) che in termini di profondità (z) dalla sommità del rilevato. Sulla scorta delle prove di laboratorio disponibili, si assumono i seguenti pesi dell'unità di volume:

rilevato ferroviario :	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	
litotipo DI :	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$	; $\gamma' = 7 \text{ kN/m}^3$
litotipo Po :	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$	; $\gamma' = 7 \text{ kN/m}^3$

ove  $\gamma'$  rappresenta il peso dell'unità di volume immerso :  $\gamma' = \gamma - \gamma_w$

In prossimità del collettore, l'emungimento provoca un abbassamento di falda ( $\Delta h$ ) di circa 2m, da quota 15.7 m.s.m. a quota 13.7 m.s.m. L'incremento di tensione verticale efficace, in corrispondenza della superficie freatica ribassata, vale dunque:

$$\Delta\sigma'_v = (\gamma - \gamma') \Delta h = (17 - 7) 2 = 20 \text{ kPa}$$

A vantaggio di sicurezza, si trascura la diffusione di tensioni nel sottosuolo assumendo che tale incremento tensionale si mantenga costante con la profondità. La Figura 9-10 mostra il profilo delle tensioni verticali efficaci prima e dopo l'abbassamento di falda, evidenziando con un tratteggio i valori dell'incremento  $\Delta\sigma'_v$ . Il profilo viene interrotto a una profondità di 18m dalla sommità del rilevato, ove il valore di  $\Delta\sigma'_v$  è pari a circa il 10% della tensione verticale litostatica precedente l'emungimento ( $\sigma'_{v0} \approx 200 \text{ kPa}$ ).

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.08.00.002	REV. B	PAGINA 63 di 89

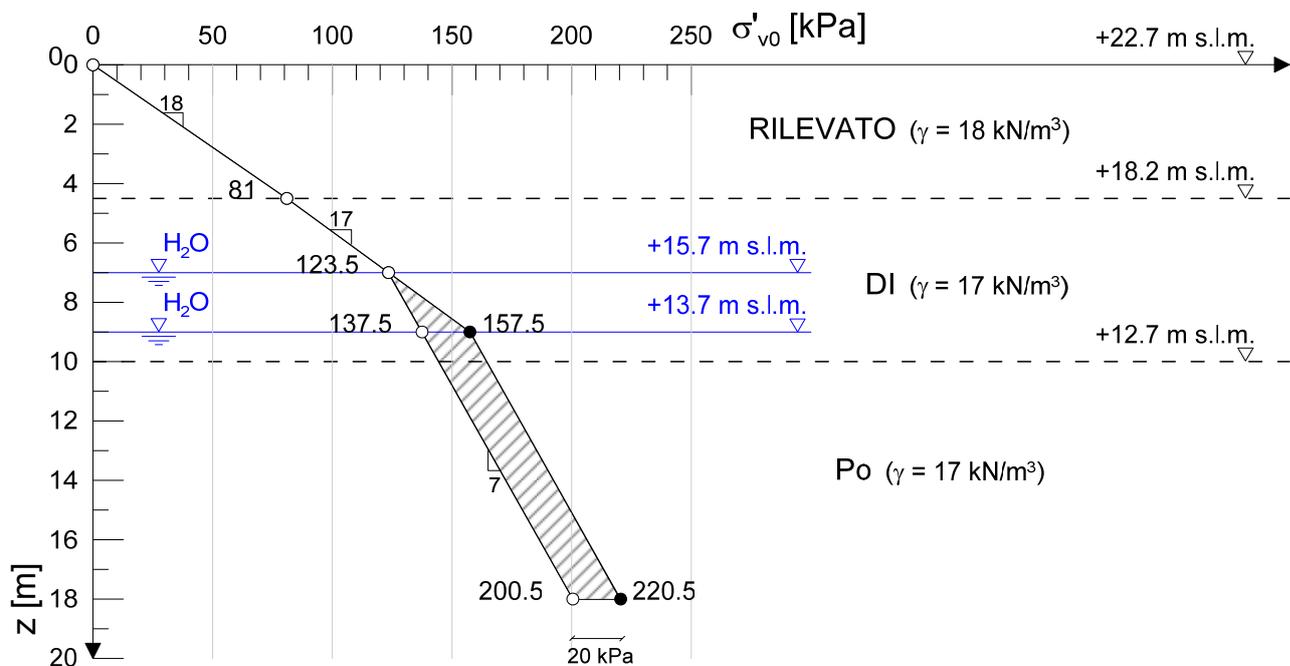


Figura 9-10 - Profilo delle tensioni verticali efficaci prima e dopo l'emungimento

### 9.2.2 Spostamenti verticali e distorsioni del rilevato ferroviario

Per procedere alla stima degli spostamenti attesi è innanzitutto necessario stimare valori "operativi" della rigidezza dei terreni interessati dall'abbassamento di falda, vale a dire, quelli posti al disotto della quota 15.7 m.s.m. A tal fine potrebbero essere utilizzati i risultati delle prove penetrometriche SPT condotte nei sondaggi prossimi all'area di interesse; tali prove evidenziano le buone caratteristiche meccaniche dei terreni in oggetto con valori di  $N_{SPT}$  generalmente compresi tra 25 e 50 (v. sondaggi PNIF34R01 e S2). Le numerose correlazioni disponibili nella letteratura specializzata tra i valori di  $N_{SPT}$  e il modulo di Young (E) forniscono però indicazioni decisamente diverse tra loro, e la dispersione nei valori del modulo è ovviamente accresciuta dalla dispersione nei valori di  $N_{SPT}$  misurati in sito. A mero titolo di esempio, per  $N_{SPT} = 25$  si ottengono valori di E compresi tra 25 MPa (Schmertmann, 1978) e 36 MPa (D'Appolonia et al., 1970; Tornaghi et al.), mentre per  $N_{SPT} = 50$  si ottengono, con le stesse correlazioni, valori di E compresi tra 50 e 56 MPa. In aggiunta, notoriamente le correlazioni disponibili non sono adatte a valutare la rigidezza dei terreni ai bassi livelli di deformazioni che caratterizzano il problema in esame.

A tale riguardo è apparso ben più attendibile, rispetto alle prove penetrometriche, valutare valori operativi della rigidezza dei terreni avvalendosi delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ )

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>64 di 89</b>

misurate con la *prova Down-Hole* effettuata nel vicino sondaggio S2. Tali valori di Vs, riassunti nella Tabella 9-3 - Prova down-hole Sondaggio S2 (tratta da : Relazione Indagine Geofisiche 1a Fase, Italferr, Progetto definitivo), indicano nuovamente le buone caratteristiche meccaniche dei terreni di interesse e appaiono in fondamentale accordo con le correlazioni mostrate nella Figura 8.11, che per valori di  $N_{SPT} = 25 \div 50$  forniscono valori di Vs mediamente compresi tra 250 e 350 m/s.

Dai valori delle Vs è possibile calcolare, con ottima approssimazione, i valori dei moduli di taglio e di Young ( $G_0$ ,  $E_0$ ) a piccolissime deformazioni, e da questi stimare valori operativi del modulo di Young ( $E_{oper}$ ) per il livello di deformazione associato al problema in esame. A tal fine, ci si avvale delle seguenti relazioni:

$$G_0 = \rho V_s^2 = \gamma/g V_s^2 = 17/9.81 V_s^2$$

$$\nu = \text{coeff. Poisson} = 0.25$$

$$E_0 = 2(1+\nu) G_0 = 2.5 G_0$$

Dai risultati dei successivi calcoli, per il problema in esame appare lecito – nonché a netto favore della sicurezza – assumere un valore operativo del modulo di Young pari a  $1/4 \div 1/5$  del modulo  $E_0$ . Con tali assunzioni, si ottengono in definitiva i valori delle rigidezze elencati nella Tabella 9-4 - Sintesi delle velocità Vs dei terreni e delle corrispondenti rigidezze. Si noti che il valore di  $E_{oper} = 51$  MPa evidenziato nella tabella è confrontabile ai valori più elevati di E ottenuti dalle correlazioni con  $N_{SPT}$ , precedentemente citati. Nel seguito, a favore della sicurezza, si trascura l'incremento di rigidezza misurato dalla *prova Down-Hole* a quote inferiori a 8.8 m.s.m., assumendo nel calcolo :  $E_{oper} = 51 \div 64$  MPa.

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S <sub>H</sub> (m/s)
0.0	2.0	537	160
2.0	10.0	697	243
10.0	22.0	1371	349
22.0	30.0	1868	401

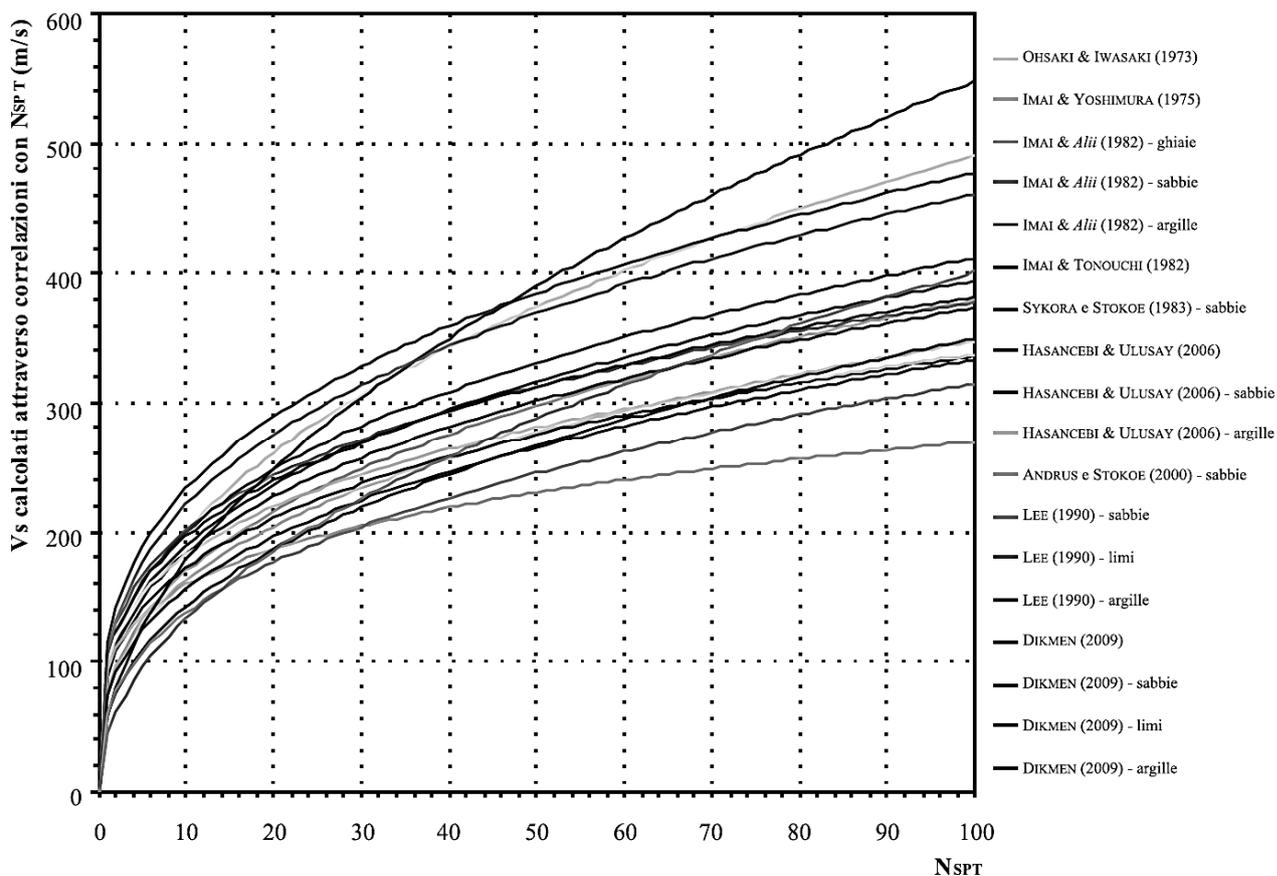
**Tabella 9-3 - Prova down-hole Sondaggio S2 (tratta da : Relazione Indagine Geofisiche 1a Fase, Italferr, Progetto definitivo)**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>65 di 89</b>

Profondità (m)	Quota (m.s.m.)	Vs (m/s)	Go (MPa)	Eo (MPa)	Eoper (MPa)	
					Eo/4	Eo/5
2 ÷ 10	16.8 ÷ 8.8	243	102	256	64	<b>51</b>
10 ÷ 22	8.8 ÷ -3.2	349	211	528	132	106

**Tabella 9-4 - Sintesi delle velocità Vs dei terreni e delle corrispondenti rigidezze**

**Nota:** quota testa sondaggio S2 = 18.8 m.s.m.



**Figura 9-11 - Principali correlazioni NSPT-Vs di letteratura (tratto da : Pietrantoni et al., 2013, Rivista Italiana di Geotecnica, n.1/2013)**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>66 di 89</b>

La stima dei moduli ( $E_{oper}$ ) e degli incrementi di tensione verticale ( $\Delta\sigma'_v = 20$  kPa) dovuti all'emungimento consente una spedita valutazione delle deformazioni e dei cedimenti attesi. A tal fine ci si avvale del semplice *metodo edometrico*, assumendo – a favore di sicurezza - che il terreno si deformi solo in direzione verticale e che  $\Delta\sigma'_v$  sia costante con la profondità (tali ipotesi equivalgono ad assumere che l'abbassamento di falda sia infinitamente esteso in direzione orizzontale). Come usuale nell'applicazione del metodo, l'integrazione delle deformazioni viene arrestata a una profondità di 18m dalla sommità del rivelato, ove il valore di  $\Delta\sigma'_v$  è pari a circa il 10% della tensione verticale litostatica precedente l'emungimento ( $\sigma'_{v0} \approx 200$  kPa, v. Figura 9-10 - Profilo delle tensioni verticali efficaci prima e dopo l'emungimento).

Con riferimento alla Figura 9-10 - Profilo delle tensioni verticali efficaci prima e dopo l'emungimento, le deformazioni verticali ( $\varepsilon_v$ ) e gli accorciamenti sono suddivisi in due strati di spessore ( $H_1, H_2$ ) rispettivamente pari a 2m e 9m :

$$w_1 = H_1 \quad \varepsilon_{v1} = H_1 \quad \Delta\sigma'_{v1}/E_{edom} = 2 \quad 10/E_{edom} \quad (m)$$

$$w_2 = H_2 \quad \varepsilon_{v2} = H_2 \quad \Delta\sigma'_{v2}/E_{edom} = 9 \quad 20/E_{edom} \quad (m)$$

ove :  $E_{edom} = E_{oper} (1-\nu)/((1-2\nu)(1+\nu)) = 1.2 E_{oper}$

I risultati del calcolo sono indicati nella Tabella 9-5, che riassume i valori delle deformazioni verticali ( $\varepsilon_v$ ) e degli abbassamenti ( $w$ ) del rilevato dovuti al previsto abbassamento di falda. Con riferimento a tali valori, possono essere tratte le seguenti considerazioni:

- i valori delle deformazioni verticali attese sono estremamente modesti ( $0.02 \div 0.03$  %), e tali da giustificare l'adozione di rigidezze maggiori di quelle adottate nel calcolo (es:  $E_{oper} = E_o/2$ , v. Figura 9-12). A tali maggiori rigidezze corrisponderebbero abbassamenti significativamente minori di quelli su calcolati;
- come atteso, i valori dello spostamento verticale massimo ( $w_{tot}$ ), che si verifica in corrispondenza della sommità del rilevato, è decisamente modesto ( $2 \div 3$  mm) e tale da non compromettere l'operatività della linea ferroviaria;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo opere provvisionali		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	67 di 89				

- considerato che l'abbassamento di falda diventa trascurabile a una distanza (L) di circa 30 ÷ 40 m dai pozzi di emungimento, o addirittura maggiore (v. par. 8.1.2), la distorsione angolare ( $\beta = w_{tot}/L$ ) attesa per il rilevato ferroviario risulta dell'ordine di 0.1 per mille, o minore, e quindi tale da garantire la perfetta funzionalità della tratta ferroviaria in oggetto.

$E_{oper}$ (MPa)	$E_{edom}$ (MPa)	$\epsilon_{v1}$	$W_1$ (mm)	$\epsilon_{v2}$	$W_2$ (mm)	$W_{tot}$ (mm)	$\beta$
51	61.2	0.016 %	0.3	0.033 %	2.9	3.2	$\leq 0.1$ per mille
64	76.8	0.013 %	0.3	0.026 %	2.3	2.6	

Tabella 9-5 – Sintesi di : deformazioni verticali, abbassamenti e distorsione angolare

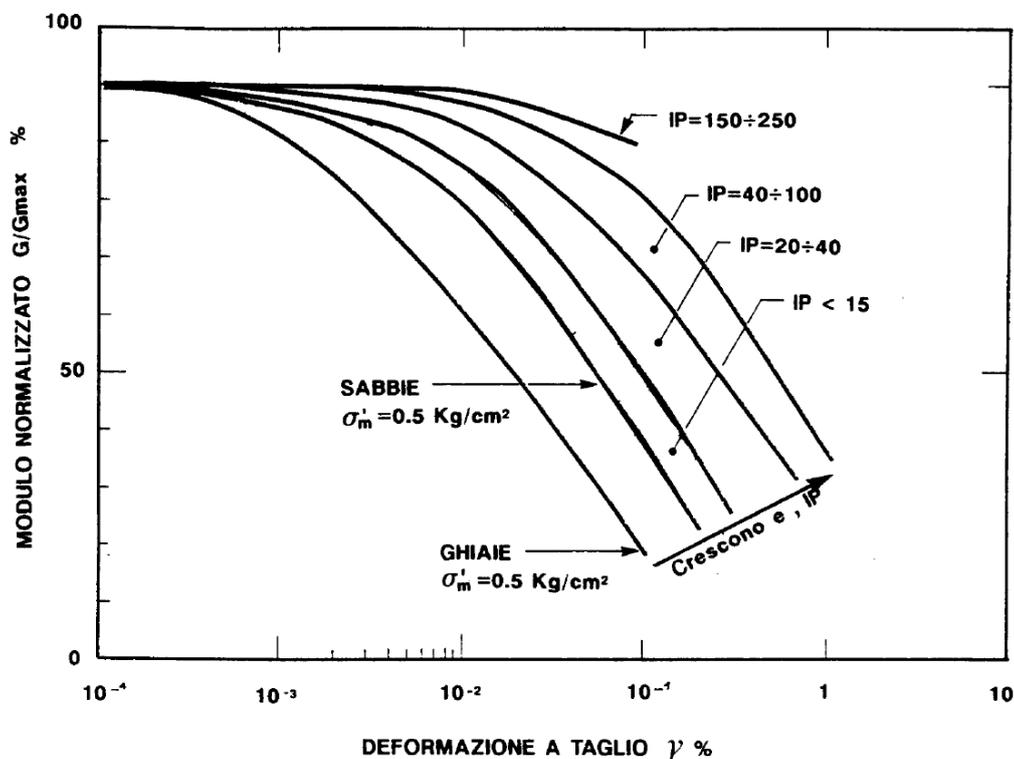


Figura 9-12 – Curva di decadimento del modulo per vari tipi di terreno (adattato da Dobry e Vucetic, 1987)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.08.00.002</td> <td>B</td> <td>68 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	68 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	68 di 89								

### 9.3 MONITORAGGIO

Durante l'esecuzione del collettore saranno effettuate misure e controlli in sito, finalizzate a verificare le valutazioni su riportate riguardo l'entità delle portate da emungere, l'abbassamento della piezometria in prossimità del collettore e al suo intorno, gli spostamenti verticali del rilevato ferroviario. Dette misure comprendono:

- le portate emunte da ciascuna pompa, in funzione del tempo. Prove speditive di portata saranno effettuate sia sul tratto BC che su tratto CD del collettore, prima di procedere all'emungimento definitivo;
- le quote piezometriche e la loro evoluzione nel tempo e nello spazio. Un piezometro a tubo aperto, da realizzare con debole inclinazione rispetto alla verticale, fornirà la quota piezometrica in corrispondenza della mezzeria del tratto BC realizzato con spingitubo. Un secondo piezometro sarà ubicato a una distanza di circa 30 m dallo stesso tratto, al fine di verificare il raggio di influenza dell'emungimento.
- una stazione totale di alta precisione misurerà, con frequenza almeno settimanale, gli spostamenti della sommità del rilevato e/o del piano del ferro per un tratto lungo 150m collocato a cavallo del collettore BC. Di concerto con la Committenza e la Direzione Lavori, saranno stabilite soglie di attenzione e di allarme per gli spostamenti verticali e orizzontali misurati, e le relative contromisure.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>69 di 89</b>

## 10 ALLEGATI

### 10.1 FILE DI PARATIE – PARATIA PUNTONATA - FILE DI INPUT

\* \* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: Nominal

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:26:31

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN

TITLE TAV Na-Ba

DELTA 0.2

option param itemax 40

option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -10 0 1

WALL Rightwall\_130 3.4 -10 0 -1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -10 0 1 0

SOIL 0\_R LeftWall\_32 -10 0 2 180

SOIL 1\_L Rightwall\_130 -10 0 2 0

SOIL 1\_R Rightwall\_130 -10 0 1 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (DI\_4704\_8\_0)

\*

LDATA DI\_4704\_8\_0 0

ATREST 0.5 1 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 1 30 0 0 0

YOUNG 2E+05 6E+05

ENDL

\*

\* Soil Profile (jetgrouting\_4700\_4705\_0)

\*

LDATA jetgrouting\_4700\_4705\_0 -4.4

ATREST 0.1 1 1

WEIGHT 22 12 10

PERMEABILITY 0

RESISTANCE 300 40 0 0 0

YOUNG 3E+06 3E+06

ENDL

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_4720\_R\_0)

\*

LDATA Po\_2\_4720\_R\_0 -6.9 Rightwall\_130

ATREST 0.45 1 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 0 33 0 0 0

YOUNG 3E+05 9E+05

ENDL

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.08.00.002</td> <td>B</td> <td>70 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	70 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	70 di 89								

\* 5: Defining structural materials

\* Steel material: 113 Name=S275 E=210000000 kPa  
MATERIAL S275\_113 2.1E+08

\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa  
MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* Steel material: 114 Name=S355 E=210000000 kPa  
MATERIAL S355\_114 2.1E+08

\* Concrete material: 103 Name=C20/25 E=29962000 kPa  
MATERIAL C2025\_103 2.996E+07

\* 6: Defining structural elements

\* 6.1: Beams and combined Wall Elements

BEAM Murox\_33 LeftWall\_32 -10 0 S275\_113 0.1189 00 00 0  
BEAM Murodx\_638 Rightwall\_130 -10 0 S275\_113 0.1189 00 00 0

\* 6.2: Supports

TRUS Puntone\_1161 0 S275\_113 3.101E-05 no 0 0 0

\* 6.3: Strips

STRIP LeftWall\_32 5 5 0 10 0 20 45  
STRIP Rightwall\_130 5 5 0 10 0 20 45

\* 7: Defining Steps

STEP Realizzazioneparatiasx\_31

CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-FRICT=30 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-FRICT=30 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-KA=0.333 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-KP=4.288 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-KA=0.333 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-KP=4.288 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-FRICT=40 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-FRICT=40 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-KA=0.217 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-KP=8.378 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-KA=0.217 LeftWall\_32  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-KP=8.378 LeftWall\_32  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-FRICT=30 Rightwall\_130  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-FRICT=30 Rightwall\_130  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-KA=0.333 Rightwall\_130  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-KP=4.288 Rightwall\_130  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-KA=0.333 Rightwall\_130  
CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-KP=4.288 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-FRICT=40 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-FRICT=40 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-KA=0.217 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-KP=8.378 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-KA=0.217 Rightwall\_130  
CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-KP=8.378 Rightwall\_130  
CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-FRICT=33 Rightwall\_130  
CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-FRICT=33 Rightwall\_130  
CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-KA=0.295 Rightwall\_130  
CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-KP=5.16 Rightwall\_130  
CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-KA=0.295 Rightwall\_130



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>72 di 89</b>

STEP Sovraccarichi\_436  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
SETWALL Rightwall\_130  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
ENDSTEP

6.2. Design Assumption : SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - File di Paratie - File di input (.d)  
\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)  
\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:26:34  
\* 1: Defining general settings  
UNIT m kN  
TITLE TAV Na-Ba  
DELTA 0.2  
option param itemax 40  
option control hinges 0 0.0001 0.001  
  
\* 2: Defining wall(s)  
WALL LeftWall\_32 0 -10 0 1  
WALL Rightwall\_130 3.4 -10 0 -1  
  
\* 3: Defining surfaces for wall(s)  
SOIL 0\_L LeftWall\_32 -10 0 1 0  
SOIL 0\_R LeftWall\_32 -10 0 2 180  
SOIL 1\_L Rightwall\_130 -10 0 2 0  
SOIL 1\_R Rightwall\_130 -10 0 1 180  
  
\* 4: Defining soil layers  
\*  
\* Soil Profile (DI\_4704\_8\_0)  
\*  
LDATA DI\_4704\_8\_0 0  
ATREST 0.5 1 1  
WEIGHT 16 10 10  
PERMEABILITY 0.0001  
RESISTANCE 1 30 0 0 0  
YOUNG 2E+05 6E+05  
ENDL  
\*  
\* Soil Profile (jetgrouting\_4700\_4705\_0)  
\*  
LDATA jetgrouting\_4700\_4705\_0 -4.4  
ATREST 0.1 1 1  
WEIGHT 22 12 10  
PERMEABILITY 0  
RESISTANCE 300 40 0 0 0  
YOUNG 3E+06 3E+06  
ENDL  
\*  
\* Soil Profile (Po\_2\_4720\_R\_0)  
\*  
LDATA Po\_2\_4720\_R\_0 -6.9 Rightwall\_130  
ATREST 0.45 1 1  
WEIGHT 16 10 10  
PERMEABILITY 0.0001  
RESISTANCE 0 33 0 0 0



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p style="text-align: center;"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.08.00.002</td> <td>B</td> <td>74 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	74 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	74 di 89								

CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-KP=5.16 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-KA=0.295 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-KP=5.16 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-COHE=1 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-COHE=1 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-COHE=1 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-COHE=1 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-COHE=300 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-COHE=300 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-COHE=300 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-COHE=300 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-COHE=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-COHE=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Murosx\_33  
 ENDSTEP  
  
 STEP Realizzazioneparatiadx\_136  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Murodx\_638  
 ENDSTEP  
  
 STEP Realizzazionepuntoni\_236  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Puntone\_1161  
 ENDSTEP  
  
 STEP Scavo\_336  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 -4.4  
 WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 -4.4  
 WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>75 di 89</b>

ENDSTEP

STEP Sovraccarichi\_436  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 -4.4  
 WATER -2 2.4 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 -4.4  
 WATER -2 2.4 -10 0 0  
 ENDSTEP

6.3. Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di input (.d)

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:26:36

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN

TITLE TAV Na-Ba

DELTA 0.2

option param itemax 40

option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -10 0 1

WALL Rightwall\_130 3.4 -10 0 -1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -10 0 1 0

SOIL 0\_R LeftWall\_32 -10 0 2 180

SOIL 1\_L Rightwall\_130 -10 0 2 0

SOIL 1\_R Rightwall\_130 -10 0 1 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (DI\_4704\_8\_0)

\*

LDATA DI\_4704\_8\_0 0

ATREST 0.5 1 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 1 30 0 0 0

YOUNG 2E+05 6E+05

ENDL

\*

\* Soil Profile (jetgrouting\_4700\_4705\_0)

\*

LDATA jetgrouting\_4700\_4705\_0 -4.4

ATREST 0.1 1 1

WEIGHT 22 12 10

PERMEABILITY 0

RESISTANCE 300 40 0 0 0

YOUNG 3E+06 3E+06

ENDL

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_4720\_R\_0)

\*

LDATA Po\_2\_4720\_R\_0 -6.9 Rightwall\_130

ATREST 0.45 1 1

WEIGHT 16 10 10



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.08.00.002</td> <td>B</td> <td>77 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	77 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	IN.08.00.002	B	77 di 89								

CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-FRICT=33 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-FRICT=33 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-KA=0.295 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-KP=5.16 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-KA=0.295 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-KP=5.16 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-COHE=1 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-COHE=1 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-COHE=1 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-COHE=1 Rightwall\_130  
 CHANGE DI\_4704\_8\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-COHE=300 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-COHE=300 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-COHE=300 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-COHE=300 Rightwall\_130  
 CHANGE jetgrouting\_4700\_4705\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-COHE=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 U-ADHES=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-COHE=0 Rightwall\_130  
 CHANGE Po\_2\_4720\_R\_0 D-ADHES=0 Rightwall\_130  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Murosx\_33  
 ENDSTEP  
  
 STEP Realizzazioneparatiadx\_136  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Murodx\_638  
 ENDSTEP  
  
 STEP Realizzazionepunti\_236  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 SETWALL Rightwall\_130  
 GEOM 0 0  
 WATER -2 0 -10 0 0  
 ADD Puntone\_1161  
 ENDSTEP  
  
 STEP Scavo\_336  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 -4.4  
 WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>78 di 89</b>

SETWALL Rightwall\_130  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0  
ENDSTEP

STEP Sovraccarichi\_436  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
SETWALL Rightwall\_130  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
ENDSTEP

6.4. Design Assumption : A2+M2+R1 - File di Paratie - File di input (.d)

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: A2+M2+R1

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:26:39

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN

TITLE TAV Na-Ba

DELTA 0.2

option param itemax 40

option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -10 0 1

WALL Rightwall\_130 3.4 -10 0 -1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -10 0 1 0

SOIL 0\_R LeftWall\_32 -10 0 2 180

SOIL 1\_L Rightwall\_130 -10 0 2 0

SOIL 1\_R Rightwall\_130 -10 0 1 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (DI\_4704\_8\_0)

\*

LDATA DI\_4704\_8\_0 0

ATREST 0.5 1 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 1 30 0 0 0

YOUNG 2E+05 6E+05

ENDL

\*

\* Soil Profile (jetgrouting\_4700\_4705\_0)

\*

LDATA jetgrouting\_4700\_4705\_0 -4.4

ATREST 0.1 1 1

WEIGHT 22 12 10

PERMEABILITY 0

RESISTANCE 300 40 0 0 0

YOUNG 3E+06 3E+06

ENDL

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_4720\_R\_0)

\*





APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>81 di 89</b>

SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0  
SETWALL Rightwall\_130  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 REMOVE 0  
ENDSTEP

STEP Sovraccarichi\_436  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
SETWALL Rightwall\_130  
GEOM 0 -4.4  
WATER -2 2.4 -10 0 0  
ENDSTEP

## 10.2 FILE DI PARATIE – PARATIA REGGISPINTA - FILE DI INPUT

7.1. Design Assumption : Nominal - File di Paratie - File di input (.d)  
\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: Nominal  
\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:38:26  
\* 1: Defining general settings  
UNIT m kN  
TITLE TAV Na-Ba  
DELTA 0.2  
option param itemax 40  
option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)  
WALL LeftWall\_32 0 -8 0 1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)  
SOIL 0\_L LeftWall\_32 -8 0 1 0  
SOIL 0\_R LeftWall\_32 -8 0 2 180

\* 4: Defining soil layers  
\*  
\* Soil Profile (Po\_2\_8\_L\_0)  
\*  
LDATA Po\_2\_8\_L\_0 7 LeftWall\_32  
ATREST 0.5 0.5 1  
WEIGHT 16 10 10  
PERMEABILITY 0.0001  
RESISTANCE 0 33 0 0 0  
YOUNG 1.8E+06 2.88E+06  
ENDL

\* 5: Defining structural materials  
\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa  
MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* 6: Defining structural elements  
\* 6.1: Beams and combined Wall Elements  
BEAM Paratia\_33 LeftWall\_32 -8 0 C2530\_104 0.6214 00 00 0

\* 6.2: Supports

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>82 di 89</b>

CELA Spring\_22996 LeftWall\_32 0 1.158E+05 10 1 -0.9397

\* 6.3: Strips

\* 7: Defining Steps

STEP Realizzazioneparatiasx\_31  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-FRICT=33 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-FRICT=33 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KA=0.295 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KP=5.16 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.703 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.947 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-COHE=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-COHE=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
ADD Paratia\_33 Spring\_22996  
ENDSTEP

STEP Realizzazionepuntoni\_236  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.643 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.931 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
ENDSTEP

STEP Spinta\_336  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.703 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.938 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
LOAD constant LeftWall\_32 0 1 2333  
ENDSTEP

7.2. Design Assumption : SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - File di Paratie - File di input (.d)

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:38:27

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN  
TITLE TAV Na-Ba  
DELTA 0.2  
option param itemax 40  
option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -8 0 1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN.08.00.002</b>	<b>B</b>	<b>83 di 89</b>				

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -8 0 1 0  
SOIL 0\_R LeftWall\_32 -8 0 2 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_8\_L\_0)

\*

LDATA Po\_2\_8\_L\_0 7 LeftWall\_32

ATREST 0.5 0.5 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 0 33 0 0 0

YOUNG 1.8E+06 2.88E+06

ENDL

\* 5: Defining structural materials

\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa

MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* 6: Defining structural elements

\* 6.1: Beams and combined Wall Elements

BEAM Paratia\_33 LeftWall\_32 -8 0 C2530\_104 0.6214 00 00 0

\* 6.2: Supports

CELA Spring\_22996 LeftWall\_32 0 1.158E+05 10 1 -0.9397

\* 6.3: Strips

\* 7: Defining Steps

STEP Realizzazioneparatiasx\_31

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-FRICT=33 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-FRICT=33 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KA=0.295 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KP=5.16 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.703 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.947 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-COHE=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-COHE=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32

SETWALL LeftWall\_32

GEOM 0 0

WATER -5 0 -8 0 0

ADD Paratia\_33 Spring\_22996

ENDSTEP

STEP Realizzazionepuntoni\_236

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.643 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.931 LeftWall\_32

SETWALL LeftWall\_32

GEOM 0 0

WATER -5 0 -8 0 0

ENDSTEP

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>84 di 89</b>

STEP Spinta\_336  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.703 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.938 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
LOAD constant LeftWall\_32 0 1 2333  
ENDSTEP

7.3. Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di input (.d)

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:38:29

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN

TITLE TAV Na-Ba

DELTA 0.2

option param itemax 40

option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -8 0 1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -8 0 1 0

SOIL 0\_R LeftWall\_32 -8 0 2 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_8\_L\_0)

\*

LDATA Po\_2\_8\_L\_0 7 LeftWall\_32

ATREST 0.5 0.5 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 0 33 0 0 0

YOUNG 1.8E+06 2.88E+06

ENDL

\* 5: Defining structural materials

\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa

MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* 6: Defining structural elements

\* 6.1: Beams and combined Wall Elements

BEAM Paratia\_33 LeftWall\_32 -8 0 C2530\_104 0.6214 00 00 0

\* 6.2: Supports

CELA Spring\_22996 LeftWall\_32 0 1.158E+05 10 1 -0.9397

\* 6.3: Strips

\* 7: Defining Steps



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>86 di 89</b>

PERMEABILITY 0.0001  
RESISTANCE 0 33 0 0 0  
YOUNG 1.8E+06 2.88E+06  
ENDL

\* 5: Defining structural materials  
\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa  
MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* 6: Defining structural elements  
\* 6.1: Beams and combined Wall Elements  
BEAM Paratia\_33 LeftWall\_32 -8 0 C2530\_104 0.6214 00 00 0

\* 6.2: Supports

CELA Spring\_22996 LeftWall\_32 0 1.158E+05 10 1 -0.9397

\* 6.3: Strips

\* 7: Defining Steps  
STEP Realizzazioneparatiasx\_31  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-FRICT=27.45 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-FRICT=27.45 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KA=0.369 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KP=3.695 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.787 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.303 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-COHE=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-COHE=0 LeftWall\_32  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
ADD Paratia\_33 Spring\_22996  
ENDSTEP

STEP Realizzazionepuntoni\_236  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.295 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
ENDSTEP

STEP Spinta\_336  
CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.299 LeftWall\_32  
SETWALL LeftWall\_32  
GEOM 0 0  
WATER -5 0 -8 0 0  
LOAD constant LeftWall\_32 0 1 2333  
ENDSTEP

7.5. Design Assumption : SISMICA STR - File di Paratie - File di input (.d)



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>88 di 89</b>	

SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -5 0 -8 0 0  
 ADD Paratia\_33 Spring\_22996  
 ENDSTEP

STEP Realizzazionepuntoni\_236  
 CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.643 LeftWall\_32  
 CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.931 LeftWall\_32  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -5 0 -8 0 0  
 ENDSTEP

STEP Spinta\_336  
 CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.703 LeftWall\_32  
 CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=7.938 LeftWall\_32  
 SETWALL LeftWall\_32  
 GEOM 0 0  
 WATER -5 0 -8 0 0  
 LOAD constant LeftWall\_32 0 1 2333  
 ENDSTEP

7.6. Design Assumption : SISMICA GEO - File di Paratie - File di input (.d)

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: SISMICA GEO

\* Time:martedì 19 giugno 2018 18:38:33

\* 1: Defining general settings

UNIT m kN

TITLE TAV Na-Ba

DELTA 0.2

option param itemax 40

option control hinges 0 0.0001 0.001

\* 2: Defining wall(s)

WALL LeftWall\_32 0 -8 0 1

\* 3: Defining surfaces for wall(s)

SOIL 0\_L LeftWall\_32 -8 0 1 0

SOIL 0\_R LeftWall\_32 -8 0 2 180

\* 4: Defining soil layers

\*

\* Soil Profile (Po\_2\_8\_L\_0)

\*

LDATA Po\_2\_8\_L\_0 7 LeftWall\_32

ATREST 0.5 0.5 1

WEIGHT 16 10 10

PERMEABILITY 0.0001

RESISTANCE 0 33 0 0 0

YOUNG 1.8E+06 2.88E+06

ENDL

\* 5: Defining structural materials

\* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa

MATERIAL C2530\_104 3.148E+07

\* 6: Defining structural elements

\* 6.1: Beams and combined Wall Elements

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.08.00.002</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>89 di 89</b>

BEAM Paratia\_33 LeftWall\_32 -8 0 C2530\_104 0.6214 00 00 0

\* 6.2: Supports

CELA Spring\_22996 LeftWall\_32 0 1.158E+05 10 1 -0.9397

\* 6.3: Strips

\* 7: Defining Steps

STEP Realizzazioneparatiasx\_31

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-FRICT=27.45 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-FRICT=27.45 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KA=0.369 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-KP=3.695 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KA=0.787 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.303 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-COHE=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 U-ADHES=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-COHE=0 LeftWall\_32

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-ADHES=0 LeftWall\_32

SETWALL LeftWall\_32

GEOM 0 0

WATER -5 0 -8 0 0

ADD Paratia\_33 Spring\_22996

ENDSTEP

STEP Realizzazionepuntoni\_236

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.295 LeftWall\_32

SETWALL LeftWall\_32

GEOM 0 0

WATER -5 0 -8 0 0

ENDSTEP

STEP Spinta\_336

CHANGE Po\_2\_8\_L\_0 D-KP=5.299 LeftWall\_32

SETWALL LeftWall\_32

GEOM 0 0

WATER -5 0 -8 0 0

LOAD constant LeftWall\_32 0 1 2333

ENDSTEP