

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

RI – RILEVATI

RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59

RELAZIONE DI CALCOLO MURO

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	R	I	0	3	0	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	S. CHECCHI	14/06/18	PINTI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	COPPA
B	EMISSIONE PER RdV	S. CHECCHI	10/09/18	PINTI	11/09/18	D'ANGELO	11/09/18	
								12/09/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.RI.03.0.0.001.B

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 2 di 121

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	15
4.1	CALCESTRUZZO	15
4.1.1	Strutture di elevazione e fondazioni.....	15
4.1.2	Pali di fondazione.....	16
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE	16
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	17
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	18
6	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	19
7	CRITERI DI VERIFICA	20
7.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	20
7.1.1	Verifica a fessurazione	20
7.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio.....	21
7.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	22
7.2.1	Sollecitazioni flettenti	22
7.2.2	Sollecitazioni taglianti	22
7.3	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE	24
7.3.1	Verifica di Capacità Portante (Carico Limite)	24
7.4	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE	26
7.4.1	VERIFICHE IN FASE SISMICA.....	27

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 3 di 121

7.4.2	VERIFICHE STRUTTURALI	29
8	CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI	30
8.1	FASE STATICA	30
8.2	FASE SISMICA	31
9	ANALISI DEI CARICHI	32
9.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1	32
9.2	SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO	32
9.3	VENTO	36
9.4	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI TRENI	38
10	AZIONE SISMICA DI VERIFICA	40
11	COMBINAZIONI DI CARICO	46
12	ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	60
12.1	VERIFICHE MURO TIPO 1 (HMAX=5.00 M)	60
12.2	VERIFICHE MURO TIPO 2 (HMAX=7.00 M)	78
12.3	VERIFICHE MURO TIPO 3 (HMAX=8.00 M)	98
13	INCIDENZE	119
14	INDICE DELLE FIGURE	121

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	4 di 121

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali del muro di sostegno previsto tra le opere minori relative al progetto esecutivo della variante linea ferroviaria Napoli Cannello, itinerario Napoli-Bari.

In particolare, le opere in questione riguardano i muri di sostegno adottati per il tratto compreso tra le progressive 8+296.80 e 9+481.23, e presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto):

TIPOLOGIA	Paramento				Pali		
	Hparam	sparam	Lfond	sfond	Diametro	numero	disposizione
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
BD	3÷4	0.8÷0.9	4.00	1.10	0.8	2	allineati
BE	4÷5	0.8÷0.9	4.00	1.10	0.8	2	allineati
BF	5÷6	1.20÷1.10	5.80	1.30	0.8	3	Qinconce
BG	6÷7	1.20÷1.20	5.80	1.30	0.8	3	Qinconce
BH	7÷8	1.20÷1.30	6.40	1.50	0.8	3	allineati

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno

Nel corso della presente relazione di calcolo, le suddette tipologie di opere sono state accorpate in funzione della geometria nelle tre tipologie elencate di seguito:

TIPOLOGIA	Paramento				Pali		
	Hparam	sparam	Lfond	sfond	Diametro	numero	disposizione
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
1 (BD-BE)	3÷5	0.8÷0.9	4.00	1.10	0.8	2	allineati
2 (BF-BG)	5÷7	1.20÷1.10	4.00	1.10	0.8	3	Qinconce
3 (BH)	7÷8	1.20÷1.30	5.80	1.30	0.8	3	allineati

Tabella 2 – Analisi effettuate

Di seguito si riportano delle immagini rappresentative delle tipologie di muri in oggetto:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 5 di 121

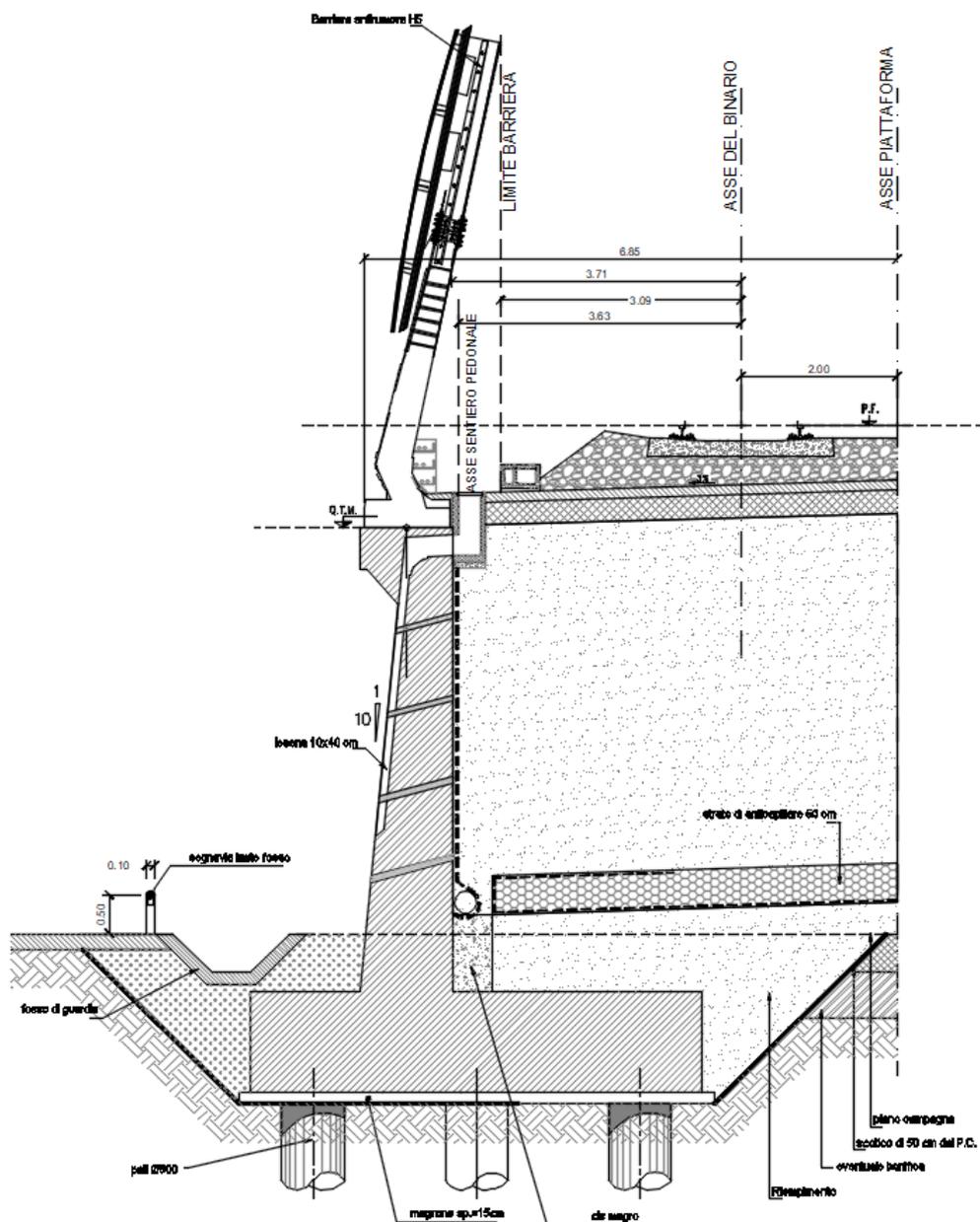


Figura 1: Sezione tipologica

Si riporta di seguito un inquadramento generale delle opere di sostegno di cui sopra:

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.		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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 6 di 121
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo							

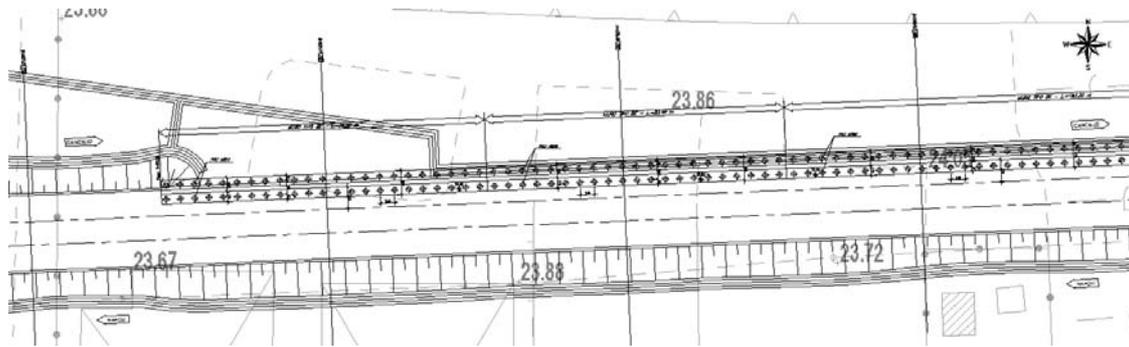


Figura 2 – Pianta 1/4

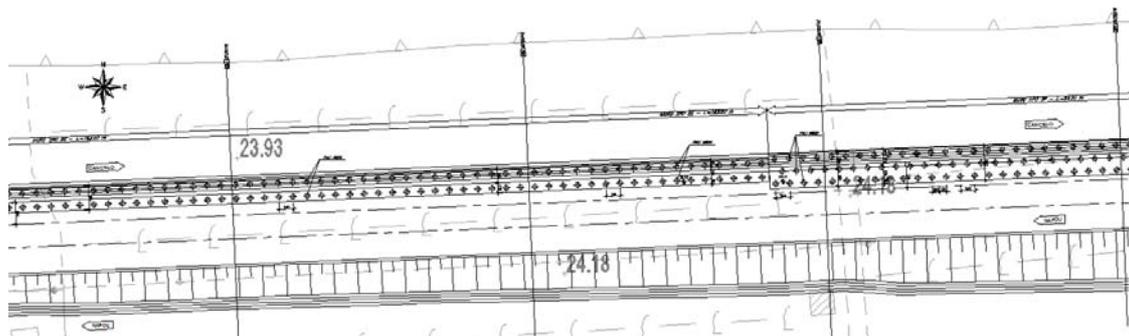


Figura 3 – Pianta 2/4

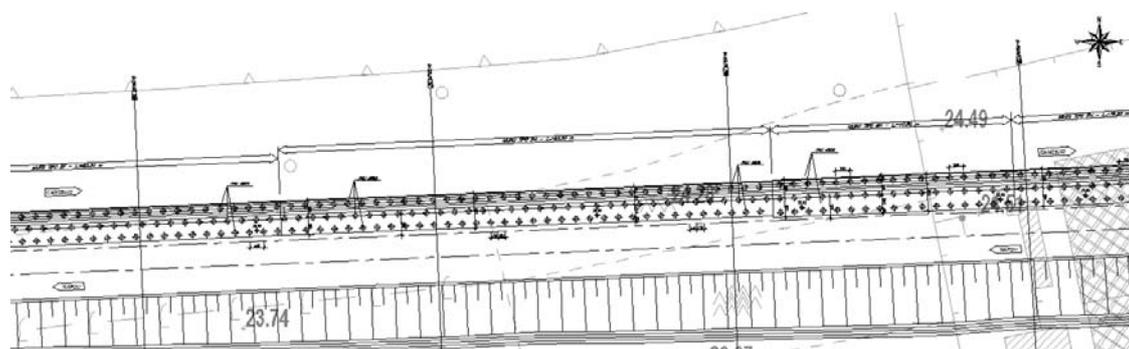


Figura 4 – Pianta 3/4

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 7 di 121

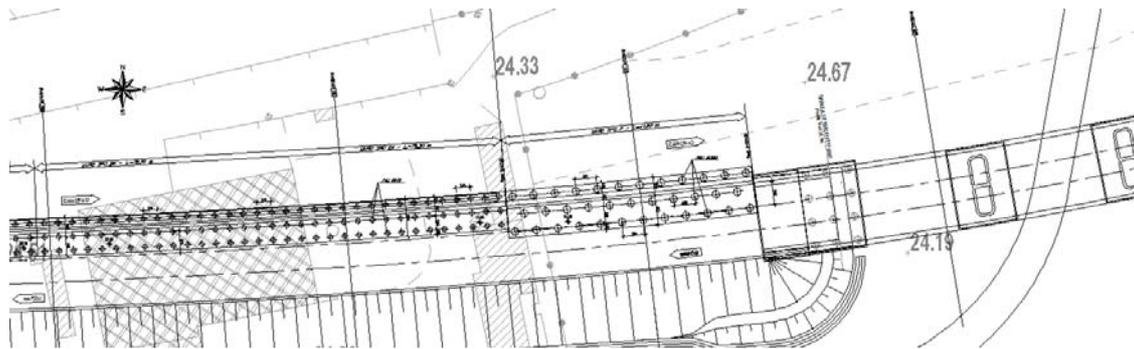


Figura 5 – Pianta 4/4

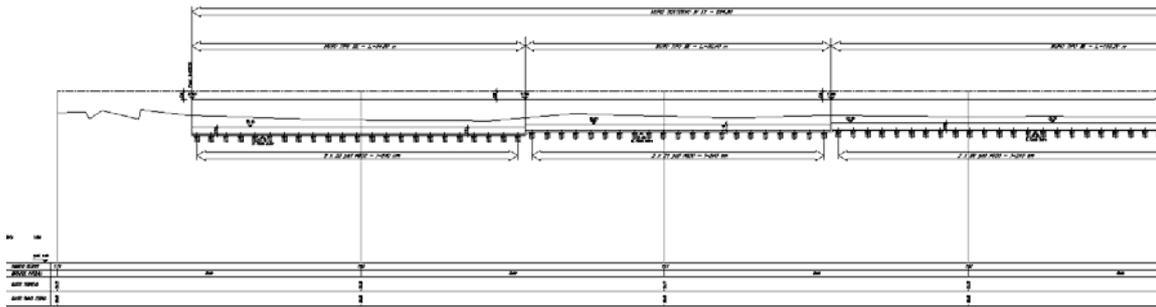


Figura 6 – Profilo longitudinale 1/4

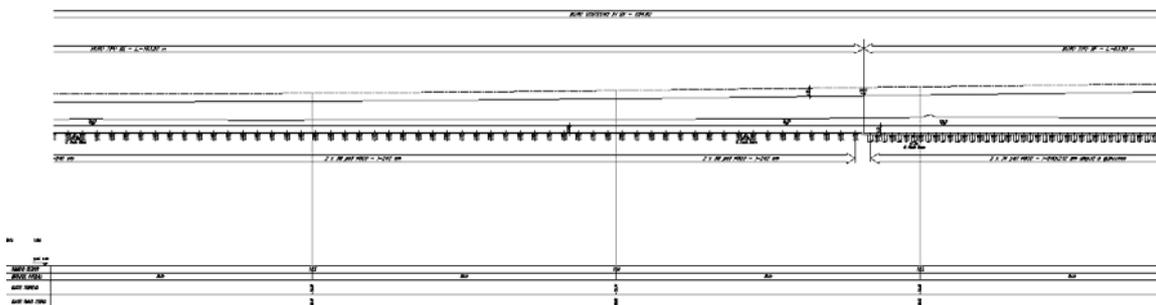


Figura 7 – Profilo longitudinale 2/4

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 8 di 121

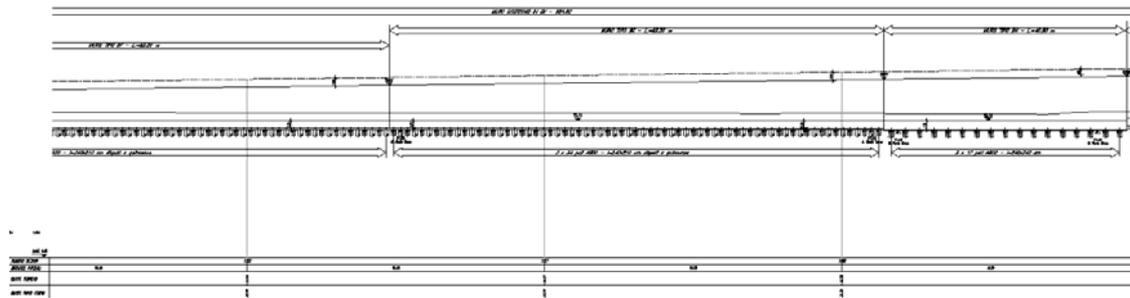


Figura 8 – Profilo longitudinale 3/4

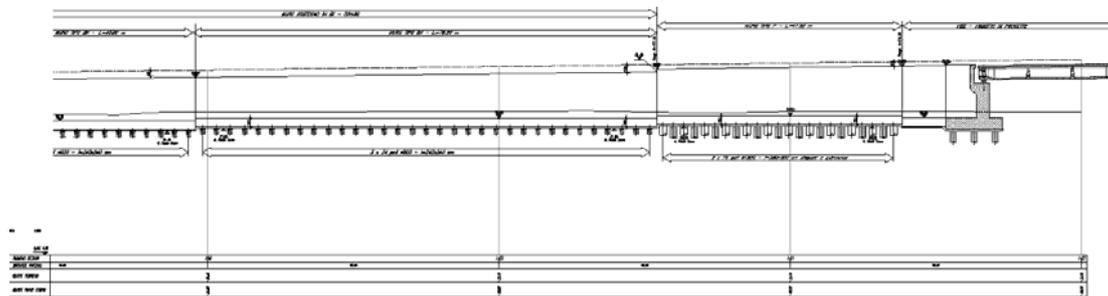


Figura 9 – Profilo longitudinale 4/4

L'analisi delle opere viene effettuata con riferimento ad una fascia di larghezza pari a 10.0 m (per poter modellare la presenza dei pali). Il modello di calcolo è realizzato mediante il software commerciale MAX 10.10 distribuito da Aztec Informatica.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B PAGINA 10 di 121

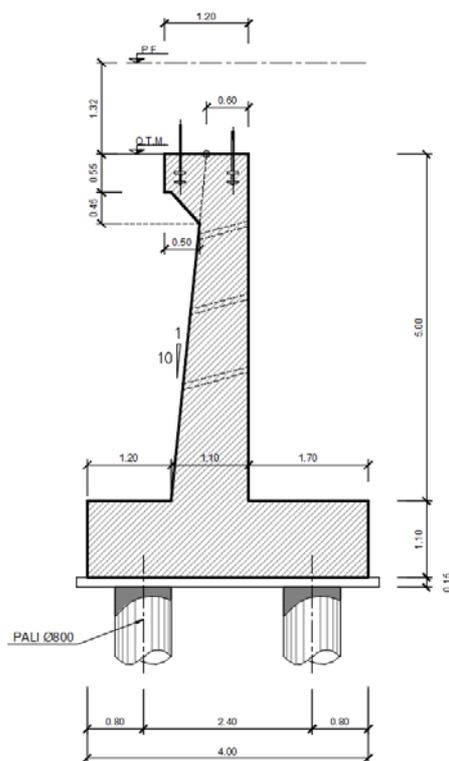


Figura 11: Sezione tipo muro 3<H<5

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 11 di 121

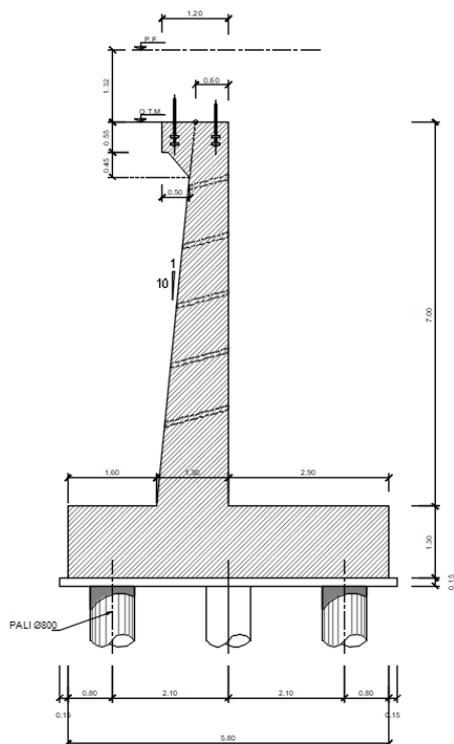


Figura 12: Sezione tipo muro $5 < H < 7$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>12 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	12 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	12 di 121								

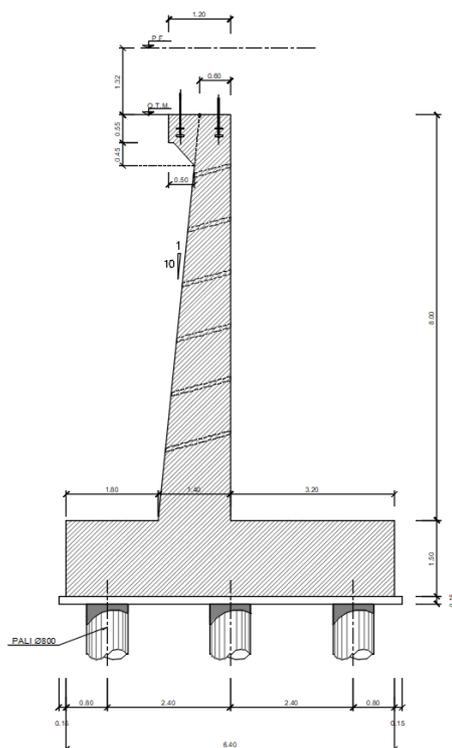


Figura 13: Sezione tipo muro $7 < H < 8$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 13 di 121			

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- 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".
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A – Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 14 di 121				

- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.
- Regolamento (UE) N.1299/14 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 – Corpo stradale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	15 di 121

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Strutture di elevazione e fondazioni

Per il getto in opera del muro di sostegno si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC3

C32/40 $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3.10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	16 di 121

4.1.2 Pali di fondazione

Per il getto in opera dei pali di fondazione dei muri si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30 $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24.90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32.90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16.60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14.11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Classe acciaio per armature ordinarie	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450$ MPa
Tensione caratteristica di rottura	$f_t \geq 540$ MPa
Modulo di elasticità	$E_a = 210000$ Mpa

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>17 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	17 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	17 di 121								

4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferrini minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Strutture di elevazione	4.0 cm
Strutture di fondazione	4.0 cm
Pali di fondazione	6.0 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 18 di 121

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

In corrispondenza dell'opera in esame, la successione stratigrafica è quella di seguito rappresentata:

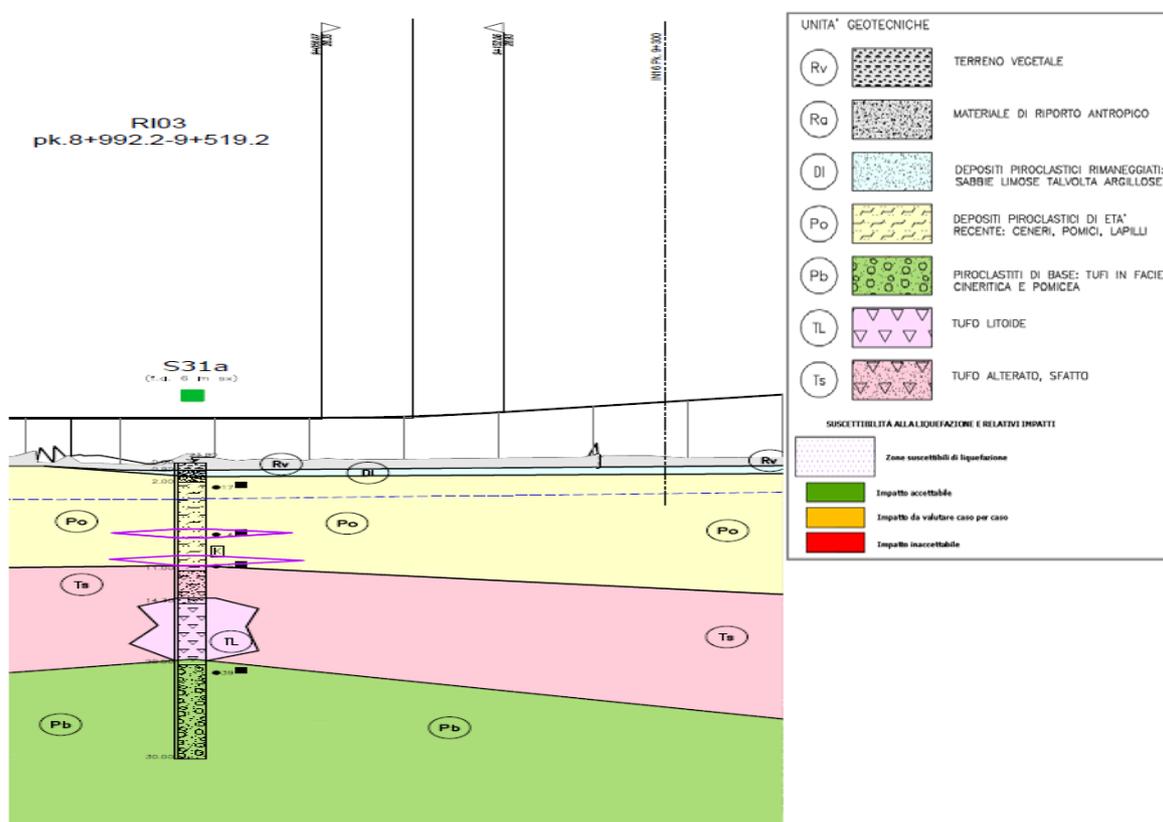


Figura 3 - Stralcio profilo geotecnico

Per le curve di portanza dei pali si rimanda ad elaborati specifici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 19 di 121

6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riportano appresso l'elenco di elaborati grafici di riferimento:

IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.03.0.0.001.A	Pianta e profilo longitudinale tav 1 di 4
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.03.0.0.002.A	Pianta e profilo longitudinale tav 2 di 4
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.03.0.0.003.A	Pianta e profilo longitudinale tav 3 di 4
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.03.0.0.004.A	Pianta e profilo longitudinale tav 4 di 4
IF1M.0.0.E.ZZ.BB.RI.03.0.0.001.A	Carpenteria e dettagli
IF1M.0.0.E.ZZ.P9.RI.03.0.0.001.A	Pianta scavi 1 di 2
IF1M.0.0.E.ZZ.P9.RI.03.0.0.002.A	Pianta scavi 2 di 2

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: 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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 20 di 121

7 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - “Norme tecniche per le costruzioni”- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili” - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei successivi paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali.

7.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili”.

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 1: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata, $w_1=0.2\text{mm}$, $w_2=0.3\text{mm}$; $w_3=0.4\text{mm}$.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 21 di 121

Più restrittivi risultano i limiti di apertura delle fessure riportati nel “Manuale di progettazione delle opere civili”. L’apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, deve risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si assume pertanto per tutti gli elementi strutturali analizzati nel presente documento:

- **Stato limite di fessurazione: $w_d \leq w_1 = 0.2$ mm - combinazione di carico rara**

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove w_m rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

7.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,55 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 22 di 121	

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

7.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

7.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

7.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 23 di 121

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	24 di 121	

- σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f_{cd}=0.5f_{cd}$);
- α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

7.3 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

7.3.1 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite)

Conformemente con quanto prescritto nel par. 6.4.3.1 del DM 14.1.2008, le verifiche geotecniche devono essere effettuate con riferimento ai seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO):

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione.

Le verifiche a carico limite verticale dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente.

La verifica della capacità portante dei pali, per carichi verticali, è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

F_{cd} = carico assiale di compressione di progetto;

R_{cd} = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

R_k = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte, con riferimento all'Approccio normativo 2, in accordo con il DM 14.1.2008 (cfr. §6.4.3.1) - Combinazione 1: A1 + M1 + R3, mediante il confronto dei massimi valori di sforzo normale sui pali, di compressione e di trazione, con le curve di capacità portante relative alla

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 25 di 121

progressiva in esame. Il soddisfacimento della verifica consente la determinazione della lunghezza dei pali.

Per i criteri di valutazione della capacità portante di progetto R_{cd} nei confronti dei carichi assiali, esibita nelle curve di portanza, si faccia riferimento alla Relazione Geotecnica.

In aggiunta alle verifiche di portanza richieste dal DM 14.1.2008, è stata verificata la seguente relazione, in accordo con il par. 2.5.1.9.3 del 'Manuale di progettazione delle opere civili' - RFI DTC SI MA IFS 001 A:

$$R_{c,cal,LAT}/1,25 > N_{ag}$$

dove $R_{c,cal,LAT}$ è la resistenza laterale di calcolo e N_{ag} è il carico agente sul palo determinato per la combinazione caratteristica (rara) impiegata per le verifiche agli stati limiti di esercizio (SLE).

Per quanto riguarda la verifica a carico limite orizzontale dei pali, questa è stata condotta tramite il metodo di Broms, 1964, secondo il quale, per pali lunghi (ipotesi che si configura per tutti i pali in esame), in terreni incoerenti sotto falda, non liberi di ruotare in testa, vale la seguente formulazione:

$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2}$$

In cui:

H = carico limite orizzontale del palo

K_p = coefficiente di spinta passiva

D = diametro del palo

L = lunghezza del palo

M_y = momento di plasticizzazione del palo

Il valore di H, ridotto per i coefficienti di normativa come riportato di seguito, dovrà essere confrontato con il massimo valore agente in testa palo dalle combinazioni SLU-SLV (V_{pd}):

$$H_{lim} = \frac{H}{\xi \cdot \gamma_T} \geq V_{pd}$$

Con ξ funzione del numero di verticali indagate per l'opera in esame (>10) e γ_T secondo l'approccio considerato.

In analogia con il carico limite verticale, per il carico limite orizzontale si considera l'Approccio 2, pertanto il coefficiente γ_T sarà pari a 1.3.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 26 di 121

7.4 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

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

Coefficiente	R2
γ_R	1,1

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 27 di 121

$$\varphi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \varphi')$$

Il coefficiente di sicurezza F_s minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 (γ_R).

7.4.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio

e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

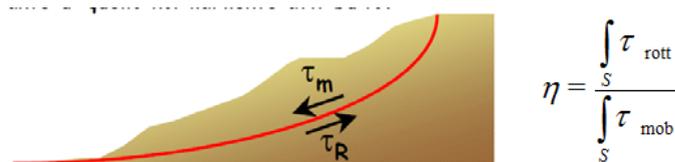
$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

Per la definizione del coefficiente sismico orizzontale k_h , si faccia riferimento a quanto specificato nel capitolo 10, relativo all' "Azione sismica di verifica". Il coefficiente sismico verticale k_v , conformemente con quanto prescritto dalla normativa, si assume pari alla metà di k_h .

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 28 di 121

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di Bishop, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i ed α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i-esima e c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">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</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>29 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	29 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	29 di 121								

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

7.4.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sono state condotte con i criteri già specificati al precedente paragrafo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 30 di 121		

8 CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI

La spinta del terrapieno e degli eventuali carichi presenti sul piano limite dello stesso è valutata in condizione di equilibrio litostatica, distinguendo tra i due casi di fase statica e fase sismica.

Nel seguito si riportano le relative formulazioni.

8.1 FASE STATICA

Le spinte del terreno sono state calcolate in condizioni litostatiche di riposo, con k_0 .

In fase statica, le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 31 di 121

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

8.2 FASE SISMICA

Per la determinazione dell'incremento di spinta sismica da applicare sulle strutture (struttura multipuntonata che non consente spostamenti) si utilizza la seguente espressione (Wood J.H., 1973):

$$\Delta P_d = \gamma \cdot k_h \cdot H^2$$

dove γ è la media pesata del peso di volume del terreno da p.c. a fondo scavo e H è il dislivello tra la quota del piano campagna e la quota di fondo scavo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 32 di 121				

9 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano sulla struttura le azioni elementari elencate di seguito:

Per il calcolo dell'azione eccezionale del sisma si rimanda alla successiva analisi sismica della struttura.

9.1 PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Il peso specifico del calcestruzzo è assunto pari a 25kN/m^3 .

Inoltre si è tenuto in conto implicitamente del peso del ballast andando a disporre il terreno a monte del muro alla stessa quota della testa del muro stesso, considerando quindi una configurazione di carico più gravosa di quella effettiva.

Le azioni risultanti sono valutati in automatico dal software di calcolo utilizzato, in funzione delle geometrie di progetto.

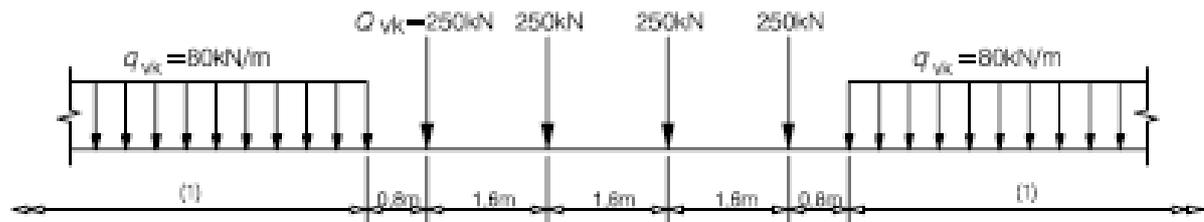
Infine si è considerato il peso della barriera antirumore come azione concentrata sul paramento pari a:

$$F=4\text{kN/m}^2 \times h_{\text{barriera}} = 24 \text{ kN/m.}$$

9.2 SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 33 di 121
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	



Key
 (1) No limitation

Figura 3 – LM71

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando pertanto i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60}$$

ovvero:

p= 156 kN/m :

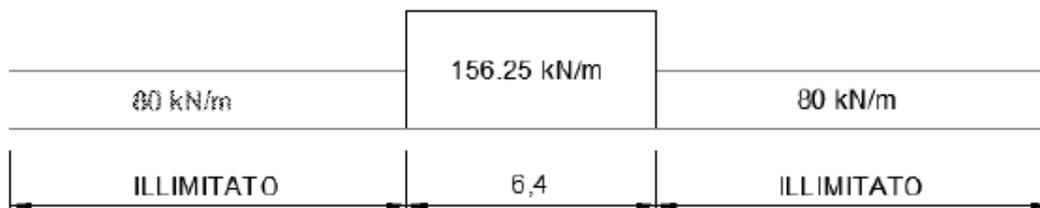


Figura 3 – Schema di carico quota pf

Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.70 m dal piano del ferro) secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente di superficie agente alla quota della piattaforma ferroviaria su un'area complessiva di dimensioni 3,0mx6.40m :

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 34 di 121
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo								

$$p' = 156.25/3 = 52.08 \text{ KN /mq}$$

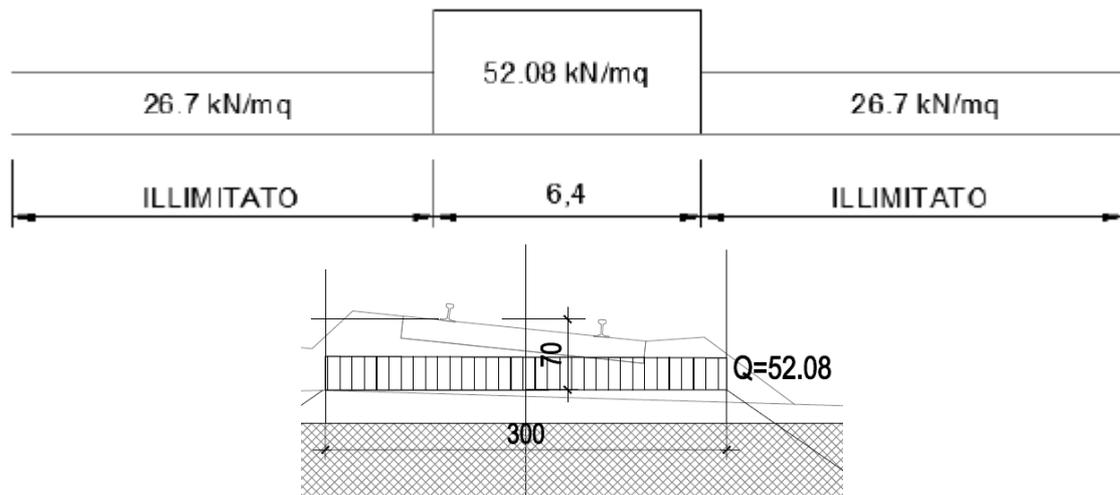


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione

A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B
					PAGINA 35 di 121	

L'intervento sulla tratta in esame si inquadra come "ristrutturazione di una linea convenzionale a traffico misto" i cui parametri di prestazione, secondo la STI Infrastruttura, sono:

Parametri di prestazioni per il traffico passeggeri					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P4		GB	22,5	120-200	200-400
Parametri di prestazioni per il traffico merci					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza del treno [m]
F2		GB	22,5	100-120	600-1050

Il corrispondente valore del coefficiente α è pari ad 1.0 per cui, alle opere in esame, si applicano i seguenti carichi equivalenti a quota piattaforma (-0.70m da p.f.) e su una larghezza trasversale di 3.00m.

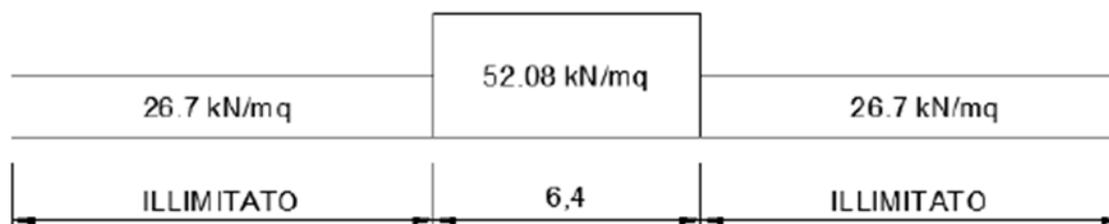


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando α

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 36 di 121	

Sulla scorta dell'entità e della distribuzione del sovraccarico accidentale agente a quota piattaforma ferroviaria, sono stati quindi valutati i corrispondenti valori delle azioni accidentali da considerare nei riguardi della verifica dei muro di sostegno adottati per il tratto di muro in oggetto.

$$p' = 52.08 \text{ KN /mq}$$

9.3 VENTO

In accordo alla posizione ed all'altezza sul livello del mare valutata nel sito di realizzazione del muro si riporta di seguito il calcolo dell'azione del vento.

In particolare, per la valutazione del coefficiente di forma c_p , funzione della tipologia, della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento, in assenza di opportuna documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, si fa riferimento a quanto stabilito nella Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 37 di 121

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	27	500	0.02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			26
T_R (Tempo di ritorno)			115
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			27.000
α_R (T_R)			1.04681
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			28.264

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	499.28
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria di vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
3	D	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 38 di 121

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
II	0.19	0.05	4	1

z [m]	c_e
$z \leq 4$	1.801
$z = 10.35$	2.374

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma risulta pari a 1.19kN/m².

In definitiva è stato assunto un valore pari ad:

Vento	1.5 kN/m ²
-------	-----------------------

Conseguentemente, le azioni risultanti alla base della barriera/testa muro, schematizzate mediante un'azione orizzontale e da un momento concentrati, sono le seguenti, considerando che nel tratto in esame la b.a.r. è caratterizzata da un'altezza complessiva di 6m:

$$F_{wk} = 1.50 \text{ kN/m}^2 \cdot 6 \text{ m} = 9.0 \text{ kN/m}$$

$$M_{wk} = 9.0 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m} = 27,0 \text{ kNm/m}$$

9.4 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI TRENI

L'intensità della pressione da considerare, per tener conto degli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari, viene determinata secondo quanto indicato nel punto 2.5.1.4.6. del Manuale, che riporta integralmente il contenuto del par.5.2.2.7 del DM 14.1.2008: i valori caratteristici dell'azione $\pm q_k$ relativi a superfici multiple a fianco del binario sia orizzontali che verticali, sono forniti nella Figura 5.2.11 del DM 14.1.2008, riportata di seguito, in funzione della distanza a'_g dall'asse del binario più vicino, valutata secondo quanto prescritto nel par.5.2.2.7.4.

$$a'_g = 0,60 \text{ min } a_g + 0,40 \text{ max } a_g$$

Nel caso in esame la distanza delle barriere dai binari è pari a 4,65 m, da cui:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 39 di 121				

$$q_{1k} = \pm 0.19 \text{ kN/m}^2$$

Poiché la barriera ha un'altezza dal piano del ferro di circa 4,93 m e la distanza del piano del ferro dalla sommità della testa del muro su cui è ancorata la barriera è pari a 0,97 m, le sollecitazioni relative agli effetti aerodinamici risultano:

$$F_{wk} = 0.19 \text{ kN/m}^2 \cdot (4,93 \text{ m} + 0,97 \text{ m}) = 0.19 \text{ kN/m}^2 \cdot 5.90 \text{ m} = 1.12 \text{ kN/m}$$

Il momento valutato rispetto alla testa del muro vale:

$$M = 1.12 \text{ kN/m} \cdot 2.95 \text{ m} = 3.30 \text{ kNm/m}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 40 di 121

10 AZIONE SISMICA DI VERIFICA

L'analisi in condizione sismica è eseguita con il metodo pseudo-statico, definendo l'azione sismica mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico. Ammettendo che il terreno di riporto sia ben costipato, si ipotizza che l'opera si muova insieme al terreno (§ 7.9.5.6.2 NTC). Di conseguenza il fattore di struttura q è posto pari ad 1 e per l'opera in esame, considerata non dissipativa, non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità degli elementi.

Il coefficiente sismico orizzontale risulterebbe, in accordo con il DM 14.1.2008, pari a:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

tuttavia, conformemente con quanto prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A, è necessario sostituire la precedente espressione con quella più restrittiva riportata di seguito:

$$k_h = 2 \beta_m a_g \cdot S$$

in cui:

a_g è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R assegnato;

S è il coefficiente di sottosuolo pari al prodotto del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s e del coefficiente di amplificazione topografica ST (§ 3.2.3 delle NTC).

β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II del DM 14.1.2008, riportata di seguito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tabella 2: Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 41 di 121

Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_{s30} , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
Cat. B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 42 di 121

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale (V_N), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale (VN)
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h	50
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h	75
Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	≥ 100

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni.

Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 43 di 121

importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**

Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame $S_T = 1$

Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti, S_s e C_c , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 44 di 121

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

Parametri sismici

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.072	2.345	0.324
SLD	113	0.092	2.351	0.335
SLV	1068	0.218	2.470	0.357
SLC	2193	0.269	2.560	0.359

Tabella 3: Valutazione dei parametri a_g , F_o e T_c^* per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

Nel caso in specie si ha:

$$a_g/g=0,218$$

$$\beta_m=0.31$$

$$K_h=0,186$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">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</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>45 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	45 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	45 di 121								

e quindi:

In fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$$F_h = K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$$F_v = \pm 0.5 K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma})$$

essendo W_i il peso dell'elemento in esame.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 46 di 121

11 COMBINAZIONI DI CARICO

Nel seguito del presente paragrafo si riporta una disamina riguardante i casi di calcolo e corrispondenti combinazioni di Verifica prescritti dalla DM 14.01.08 in merito alle diverse verifiche da effettuare nei riguardi della stabilità e resistenza di un muro di sostegno:

Nel caso in esame, le azioni elementari previste sull'opera, sono le seguenti:

- Pesi Propri
- Spinte del terrapieno
- Sovraccarichi accidentali
- Azione sismica
- Peso b.a.
- Azioni vento
- Effetti aerodinamici associati al passaggio di treni

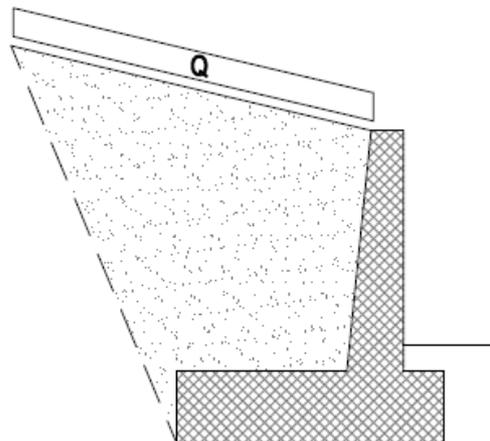


Figura 3 – Schema tipo muri di sostegno oggetto di dimensionamento.

Nei riguardi del dimensionamento, si ritiene pertanto significativo analizzare i seguenti casi di calcolo:

Caso 1 (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Peso b.a.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 47 di 121	

Caso 2 (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Peso b.a + q1(dominante) + q2

Caso 3 (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Peso b.a + q1 + q2 (dominante)

Caso 4 (Sisma H V+) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Peso b.a + q1 + Sisma H + Sisma V+⁻

Caso 5 (Sisma H V-) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Peso b.a + q1 + Sisma H + Sisma V-⁻

Essendo :

q1= sovraccarichi accidentali distribuito sul terreno + effetti aerodinamici b.a. concentrati sul muro (paragrafo 9.1.3.2)

q2= azione del vento sulla b.a. concentrati sul muro

⁻ Sisma H + : azione sismica orizzontale verso valle

Sisma V+/V- : componente sismica verticale positiva (incremento dei pesi) / negativa (incremento dei pesi)

Ai **6** Casi di Calcolo citati, corrispondono secondo quanto prescritto al punto 6.5.3.1.1 delle NTC 08 con riferimento ai coefficienti parziali da applicare alle Azioni ed ai parametri caratteristici dei terreni in funzione dello Stato limite di verifica (di cui alle Tabelle 6.2.I e 6.2.II della già citata norma, di seguito riportate per chiarezza espositiva) un totale di 20 Combinazioni di Calcolo, avendo previsto di utilizzare per il caso in esame, l'Approccio di verifica 1, che in relazione ad esigenze prettamente di calcolo legate al tipo di Software utilizzato, si traducono in un totale di **35 Combinazioni di Calcolo**, per la necessità di duplicare il casi di verifica A2-M2 al fine di effettuare in apposito modulo dedicato le Verifiche di Stabilità Globale:

Normativa

N.T.C. 2008

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	48 di 121	

γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	0,90	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,10	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 49 di 121

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 50 di 121	

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Peso muro / terrapieno
1	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
2	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
3	A1-M1	Assente	--	FAV - SFAV
4	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
5	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
6	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
7	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
8	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
9	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
10	A1-M1	Assente	--	FAV - SFAV
11	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
12	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
13	A1-M1	Assente	--	FAV - SFAV
14	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
15	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
16	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
17	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
18	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
19	A1-M1	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
20	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
21	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
22	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
23	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
24	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
25	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
26	A1-M1	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
27	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
28	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
29	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
30	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
31	SLEQ	Assente	--	SFAV - SFAV
32	SLEF	Assente	--	SFAV - SFAV
33	SLEF	Assente	--	SFAV - SFAV
34	SLER	Assente	--	SFAV - SFAV
35	SLER	Assente	--	SFAV - SFAV

Tabella riepilogativa delle combinazioni di carico.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	51 di 121

Fermo restando le espressioni generali delle combinazioni di Verifica prescritte alla prg 2.5.3 del DM 14.01.08, a cui si rimanda per maggiori dettagli, per tutte le combinazioni “SISMICHE”, i valori dei coefficienti parziali sulle azioni (A1-A2) sono **posti unitari**, mentre riguardo i coefficienti di combinazione Ψ delle azioni accidentali, nel caso in esame quelli legati al sovraccarico ferroviario, è stato posto :

$\Psi_0 = 1$ (Combinazioni di SLU e SLE)

$\Psi_2 = 0.2$ (Combinazioni SISMICHE)

Riguardo il valore di Ψ_2 , si è fatto riferimento in particolare a quanto specificato al prg 1.8.3 nel documento “*Specifiche per la progettazione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21-12-11*”

In definitiva, si riporta un dettaglio dei coefficiente parziale e di combinazione considerate per le diverse azioni presenti in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate.

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente parziale dell'azione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	52 di 121

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	0.60	0.90

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 53 di 121
		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					

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30
Vento	SFAV	1.30	0.60	0.78

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 54 di 121

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30
Vento	SFAV	1.30	0.60	0.78

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 55 di 121

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50
Vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30
Vento	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30
Vento	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 56 di 121
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							

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 58 di 121

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	0.70	0.70

Combinazione n° 33 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	0.20	0.20
LM71	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 34 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 60 di 121

12 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le 3 tipologie definite al paragrafo 1.

L'impostazione utilizzata prevede l'utilizzo del software di calcolo Max 10.10 per il calcolo delle azioni sull'opera e per la verifica strutturale del paramento. L'opera è modellata come un muro a mensola su fondazione su pali;

Le verifiche strutturali aggiuntive a quelle svolte in automatico dal software, sono state effettuate mediante ausilio di Rc-sec.

12.1 VERIFICHE MURO TIPO 1 (HMAX=5.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 61 di 121

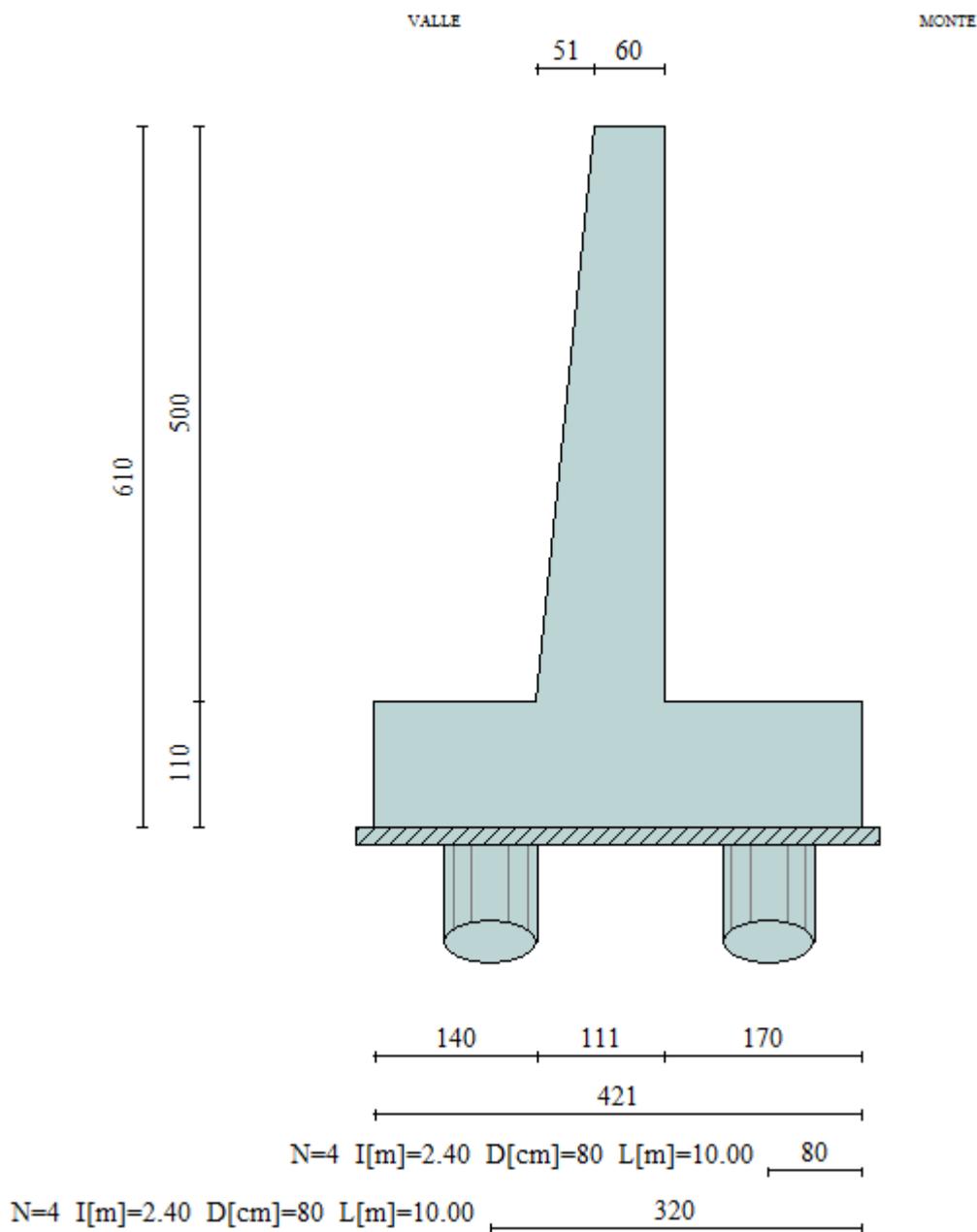


Figura 14: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 62 di 121

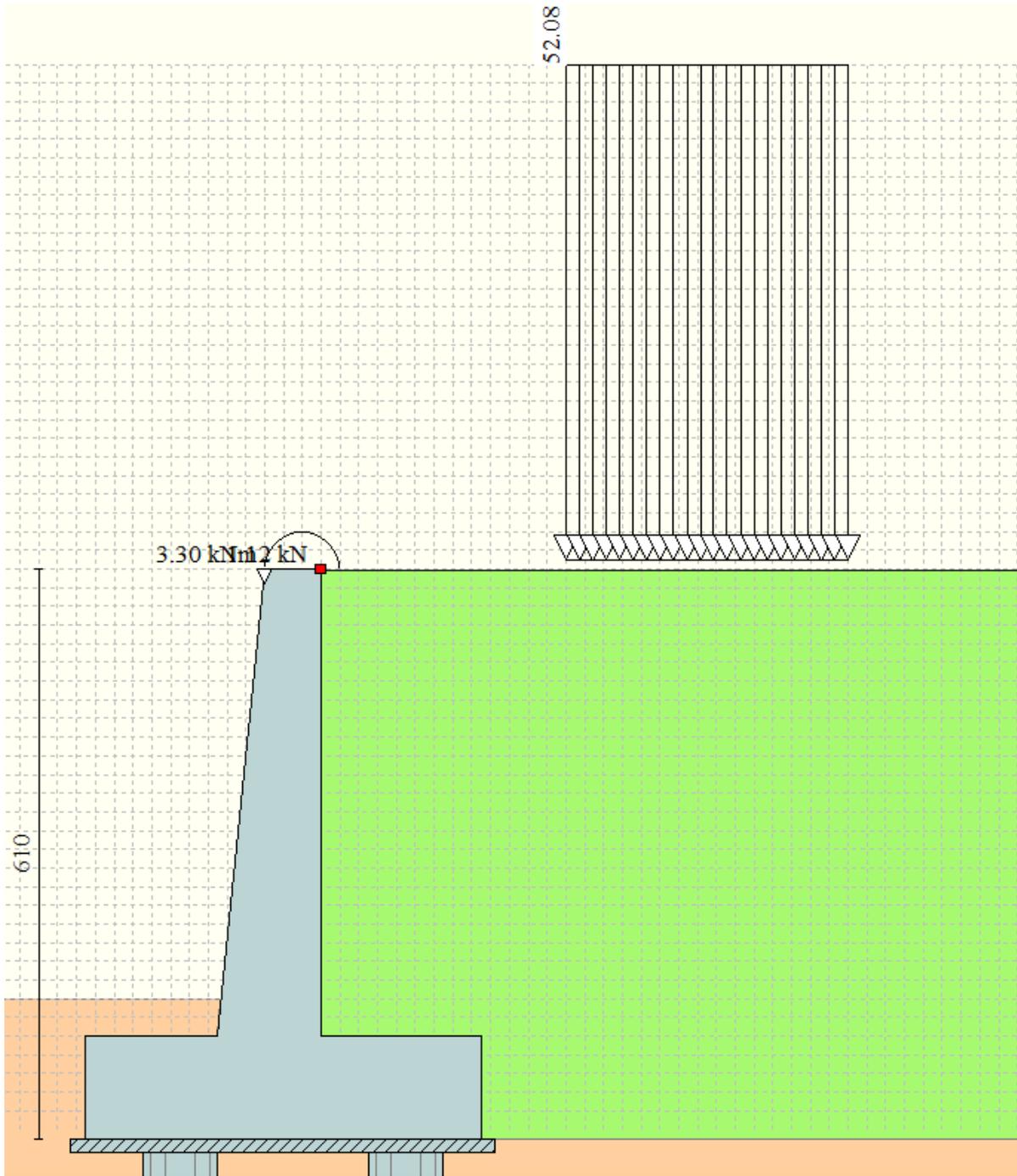


Figura 15: Profilo del terreno

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 63 di 121	

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	168.7811	0.000
2	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	168.7811	0.000
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	168.7811	0.000
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	168.7811	0.000
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	156.0502	0.000
6	STAB - [1]	--	--	--	--	4.07	156.0502	0.000
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--	243.2923	0.000
12	STAB - [2]	--	--	--	--	3.10	243.2923	0.000
13	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
14	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
15	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
16	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	245.6046	0.000
17	A2-M2 - [3]	--	--	--	--	--	243.2923	0.000
18	STAB - [3]	--	--	--	--	3.10	243.2923	0.000
19	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	129.8316	81.580
20	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	129.8316	60.752
21	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	156.0502	88.890
22	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	156.0502	63.631
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.63	156.0502	88.890
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2.41	156.0502	63.631
25	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	139.9896	62.850
26	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	139.9896	86.020
27	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	169.4700	62.950
28	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	169.4700	90.830
29	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.62	169.4700	90.830
30	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2.40	169.4700	62.950
31	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	139.9896	0.000
32	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	165.5688	0.000
33	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	139.9896	0.000

Figura 16: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 64 di 121

Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

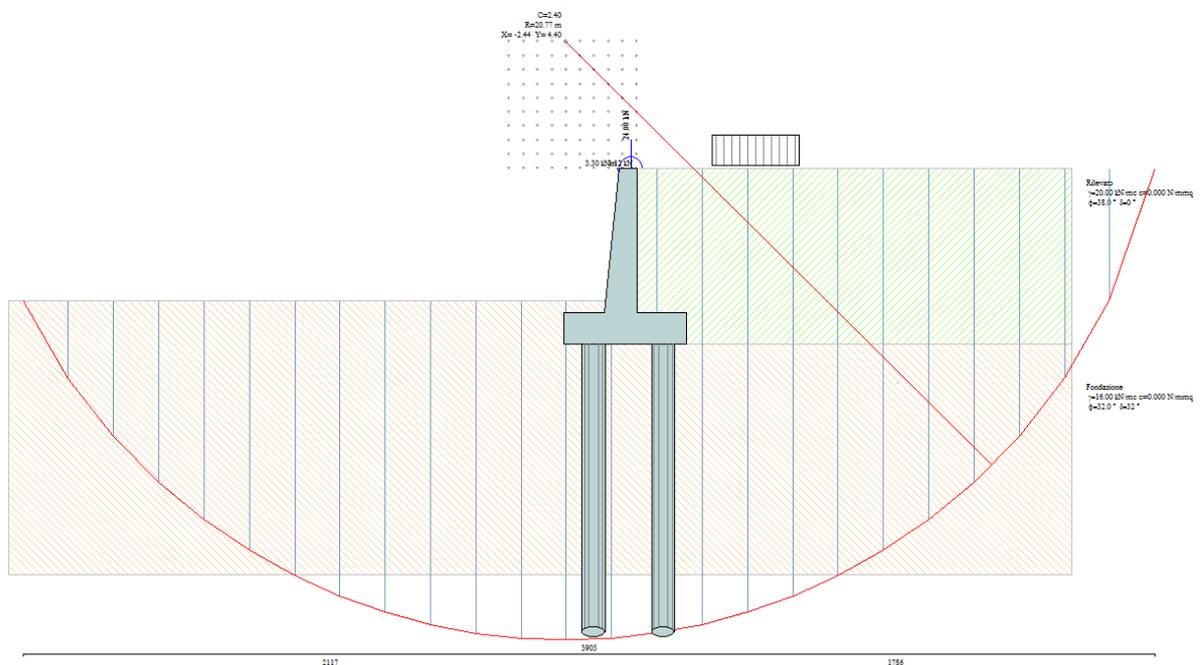


Figura 17: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 65 di 121

Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 ϕ 24/20
	lato scavo	1 ϕ 20/20
Fondazione	superiore	1 ϕ 20/10
	inferiore	1 ϕ 20/10

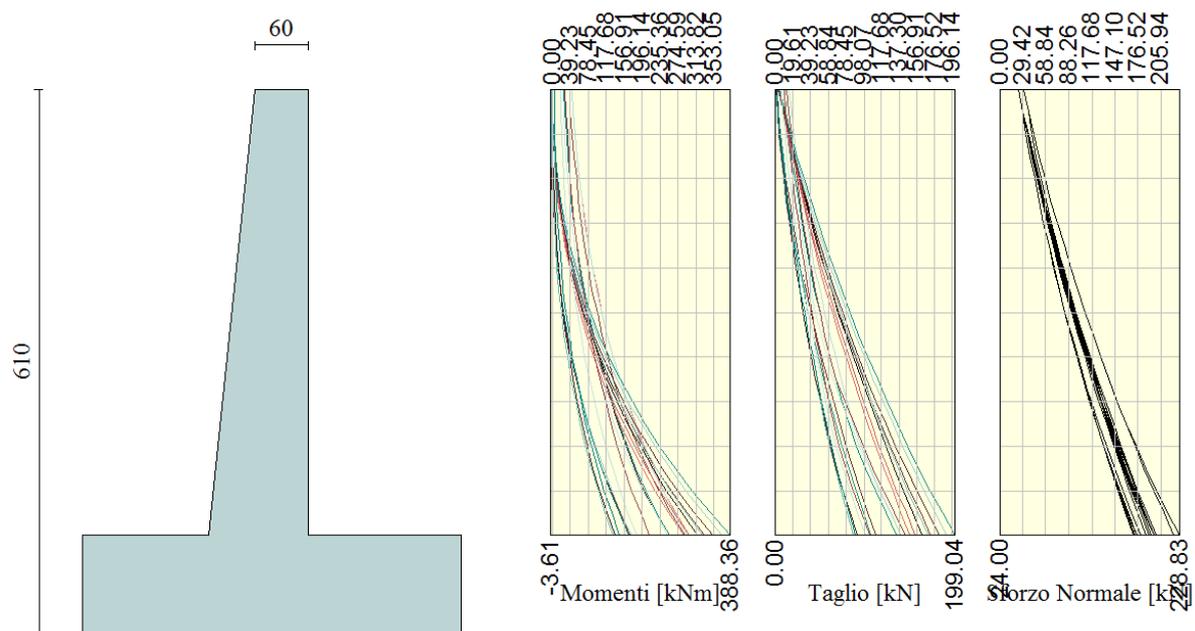


Figura 18: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 66 di 121

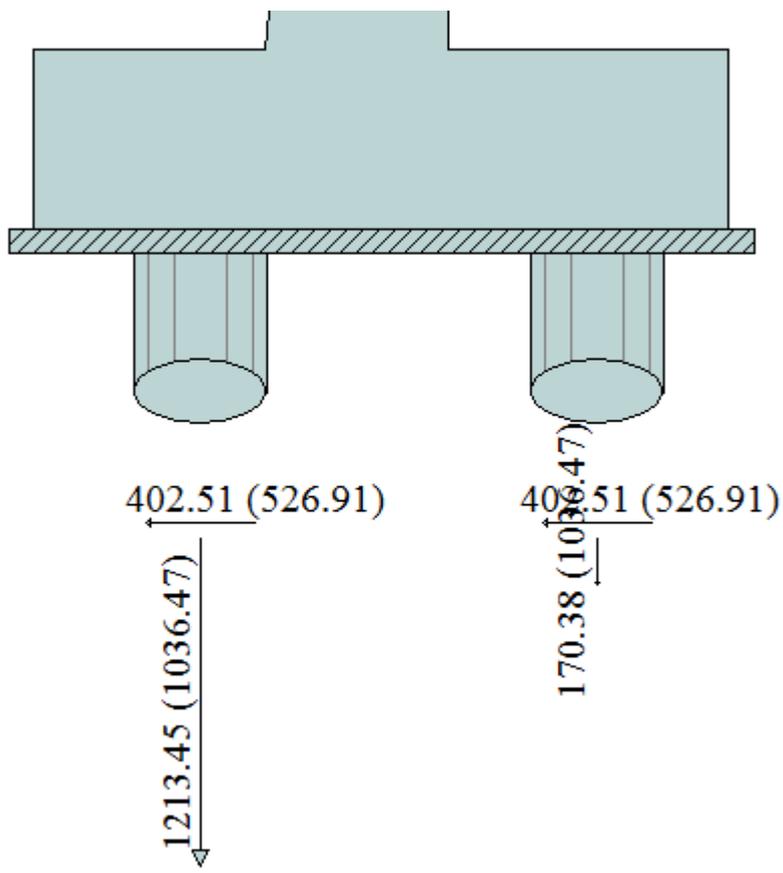


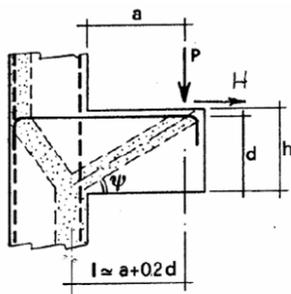
Figura 19: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 67 di 121

Verifiche fondazione a mensola

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema di verifica generale e relative formulazioni proposte al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n617 del 02-02-09.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTO.



P,H: Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr: Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = \left(A_s f_{yd} - H_{Ed} \right) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr: Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_R \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{Rs}$

Figura 20: Schema a mensola tozza per la verifica del plinto su pali

Caratteristiche geometriche sezione

Larghezza mensola	b	240	cm
Altezza mensola	h	110	cm
Copriferro tirante principale all'asse	c	5	cm
Altezza utile	d=h-c	105	cm
Distanza di applicazione soll. Verticale	a	90	cm

Materiali

Resistenza di calcolo snervamento acciaio	f_{ywd}	391.30	MPa
Resistenza caratteristica Cubica Cls	R_{ck}	40	MPa
Fattore parziale materiale Cls	γ_c	1.5	
Resistenza caratteristica Cilindrica Cls	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	33.2	MPa
Resistenza di calcolo Cilindrica Cls	$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	18.81	MPa

Sollecitazioni agenti

Sollecitazione verticale agente di calcolo	P_{Ed}	1110.8	kN
Sollecitazione orizzontale agente di calcolo	H_{Ed}	354	kN
Compressione aggiuntiva (di consolidamento)	N_{ed}	0	kN

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>68 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	68 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	68 di 121								

Armatura tirante principale

Diametro armatura corrente principale	ϕ_i	20	
Numero di barre di armatura	n	24	
Area totale di acciaio tirante principale	A_{sl}	75.40	cm ²

Verifiche di resistenza in accordo NTC2008 p.to C4.1.2.1.5

Lunghezza teorica tirante principale	l	111.00	cm
Parametro inclinazione	$\lambda = l / (0.9d) \approx \text{ctg}\psi$	1.175	
Parametro che tiene conto della staffatura dell'elemento di attacco della mensola	c	1	

Resistenza del tirante costituito da sola armatura	P_{rs}	2210	kN
Resistenza del puntone di cls compresso	P_{rc}	7969	kN

Verifica gerarchia di resistenza ($P_{RS} > P_{RC}$)

Fattore di sicurezza tirante teso	FS_{acc}	1.99
Fattore di sicurezza cls compresso	FS_{cls}	7.17

Per quanto riguarda l'armatura a taglio, si dispongono spilli $\phi 12/50 \times 50$. La verifica è esibita di seguito.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 69 di 121

SEZIONE			
b _w	=	100	cm
h	=	110	cm
c	=	4	cm
d	=	h-c	= 106 cm
MATERIALI			
f _{ywd}	=	391.30	MPa
R _{ck}	=	40	MPa
γ _c	=	1.5	
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
ø _{st}	=	12	
braccia	=	2	
ø _{st2}	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	50	cm
(A _{sw} / s)	=	4.524	cm ² / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
ø	=		
Numero	=		
A _{sl}	=	0.000	cm ²
TAGLIO AGENTE V _{Ed} = (KN)			
SFORZO NORMALE N _{Ed} = (KN)			

IPOTESI 1 Cot φ = 2,5 φ = 21,8°
Armatura trasversale
V _{Rsd} = 422.20 (KN) $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd} = 3094.47 (KN) $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd} = 422.20 (KN) min(V _{Rsd} , V _{Rcd})
IPOTESI 2 Cot φ = 1 φ = 45°
Armatura trasversale
V _{Rsd} = 168.88 (KN) $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd} = 4486.98 (KN) $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd} = 168.88 (KN) min(V _{Rsd} , V _{Rcd})
IPOTESI 3 Cot φ in cui V _{Rsd} =V _{Rcd} : Rottura bilanciata
cot(θ) = 7.22 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)
θ = 7.88 °
V _{Rsd} = 1219.42 (KN) $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd} = 1219.42 (KN) $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd} = 1219.42 (KN)
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE
V _{Rd} = 422 (KN)

Verifiche strutturali pali di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 70 di 121

Il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri):

$$M_t(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

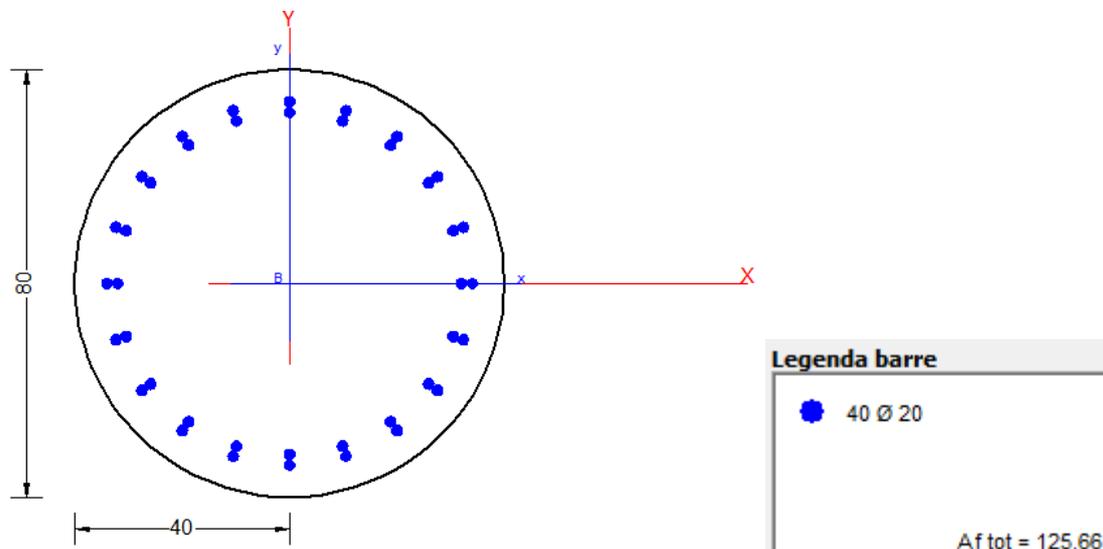
Il coefficiente α dipende dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e dunque dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo.

Nel caso in esame, il terreno risulta potenzialmente liquefacibile e il valore di α assume il valore massimo di 2.16m.

L'armatura di progetto prevede:

Armatura longitudinale 20+20Ø20

Spirale Ø10/20



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 40.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	71 di 121				

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	32.0	20	20
2	0.0	0.0	30.0	20	20

ARMATURE A TAGLIO

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	290.00	750.00	0.00	347.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	437.00	469.00 (207.07)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	72 di 121

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	290.00	925.99	0.00	289.76	1264.01	0.00	1.685	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00083	0.0	40.0	0.00249	0.0	32.0	-0.00559	0.0	-32.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000126273	-0.001550910	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	73 di 121				

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	347.00	1035.00	858.52	62.6	72.3	21.80°	1.041	6.3	15.6(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.58	0.0	110.0	-166.5	0.0	-32.0	973	31.4	2.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi $= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/S2)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.8	0	0.125	20	50	0.805	0.00067 (0.00033)	135	0.154 (0.20)	207.07	0.00

Verifiche geotecniche pali di fondazione

Seguono le verifiche geotecniche di portanza verticale e orizzontale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 74 di 121

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D_{pali}	800	mm	Diametro pali
L_{pali}	21	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
N_{min}	-1111	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
$Q_{d,c}$	1336	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
$FS,c = Q_{d,c}/N_{min} > 1$	1.20	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D_{pali}	800	mm	Diametro pali
L_{pali}	21	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
N_{min}	-807	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
$Q_{ll,k}$	1094	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
$FS = Q_{ll,k}/N_{min} > 1,25$	1.36	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

Si riporta di seguito la tabella di portanza di riferimento per le verifiche eseguite. La lunghezza dei pali da prevedere è pari a 21m per i muri del tipo in esame.

APPALTATORE:
Mandatario: **SALINI IMPREGILO S.p.A.** Mandante: **ASTALDI S.p.A.**
PROGETTISTA:
Mandatario: **SYSTRA S.A.** Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**
PROGETTO ESECUTIVO
RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo

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

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	75 di 121

8+926-9+080 - A1+M1+R3 - VERIFICA CARICO LIMITE PALO - D = 0.8m - compressione in sisma										
a. Dati di calcolo										
D	Diametro palo		0.80 m							
Ap	Area base palo		0.50 mq							
s	Superficie laterale del palo		2.51 m							
zw	Profondità della falda dal p.c.		3.50 m							
zp	Quota testa palo		1.50 m							
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs)		1.78							
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb)		2.09							
b. Parametri geotecnici										
strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	$\phi(Nq)$ (-)	Nq^* (-)	q_{blim} (kPa)	τ_{lim} (kPa)	Note
1	DI	3.5	3.5	16	30	27	14	0	0	
2	Po	3.5	7.0	16	33	30	19	0	0	
3	Po	5.0	12.0	16	30	27	14	0	0	liquefazione
4	Ts	3.0	15.0	16	37	34	27	3400	150	
5	TL	7.0	22.0	15	37	34	27	8000	200	
6	Pb (sabbia lim)	28.0	50.0	16	37	34	26	3400	150	
c. Calcolo carico limite										
z da p.c. [m]	Lp [m]	β [-]	$\sigma'v$ [kPa]	τ_i [kPa]	Qll [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0.0	0.80	24	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.5	0.80	32	0	0	0	0	2	0	0
2.5	1.0	0.80	40	0	0	0	0	5	0	0
3.0	1.5	0.80	48	0	0	0	0	7	0	0
3.5	2.0	0.80	56	0	0	0	0	9	0	0
4.0	2.5	0.80	59	0	0	0	0	11	0	0
4.5	3.0	0.80	62	0	0	0	0	14	0	0
5.0	3.5	0.80	65	0	0	0	0	16	0	0
5.5	4.0	0.77	68	0	0	0	0	18	0	0
6.0	4.5	0.74	71	0	0	0	0	20	0	0
6.5	5.0	0.71	74	0	0	0	0	23	0	0
7.0	5.5	0.68	77	0	0	0	0	25	0	0
7.5	6.0	0.65	80	0	0	0	0	27	0	0
8.0	6.5	0.62	83	0	0	0	0	29	0	0
8.5	7.0	0.59	86	0	0	0	0	32	0	0
9.0	7.5	0.56	89	0	0	0	0	34	0	0
9.5	8.0	0.53	92	0	0	0	0	36	0	0
10.0	8.5	0.50	95	0	0	0	0	38	0	0
10.5	9.0	0.48	98	0	0	0	0	41	0	0
11.0	9.5	0.46	101	0	0	0	0	43	0	0
11.5	10.0	0.44	104	0	0	0	0	45	0	0
12.0	10.5	0.42	107	0	0	0	0	48	0	0
12.5	11.0	0.40	110	44	28	2970	1493	50	1471	679
13.0	11.5	0.38	113	43	82	3051	1534	52	1564	727
13.5	12.0	0.36	116	42	135	3132	1574	54	1656	774
14.0	12.5	0.34	119	40	187	3213	1615	57	1746	820
14.5	13.0	0.32	122	39	237	3294	1656	59	1834	865
15.0	13.5	0.30	125	38	285	3375	1696	61	1921	910
15.5	14.0	0.30	128	38	333	3443	1730	70	1993	943
16.0	14.5	0.30	130	39	381	3510	1764	73	2073	984
16.5	15.0	0.30	133	40	431	3578	1798	75	2154	1026
17.0	15.5	0.30	135	41	481	3645	1832	78	2235	1068
17.5	16.0	0.30	138	41	533	3713	1866	80	2318	1110
18.0	16.5	0.30	140	42	585	3780	1900	83	2402	1153
18.5	17.0	0.30	143	43	638	3848	1934	85	2487	1197
19.0	17.5	0.30	145	44	692	3915	1968	88	2572	1241
19.5	18.0	0.30	148	44	747	3983	2002	90	2659	1286
20.0	18.5	0.30	150	45	804	4050	2036	93	2746	1331
20.5	19.0	0.30	153	46	860	4118	2070	96	2835	1376
21.0	19.5	0.30	155	46	918	4185	2104	98	2924	1422
21.5	20.0	0.30	158	47	976	4253	2138	101	3013	1469
22.0	20.5	0.29	160	47	1035	4320	2171	103	3103	1515
22.5	21.0	0.29	163	48	1094	3400	1709	95	2708	1336
23.0	21.5	0.29	166	48	1155	3400	1709	97	2767	1367
23.5	22.0	0.29	169	49	1216	3400	1709	100	2825	1399

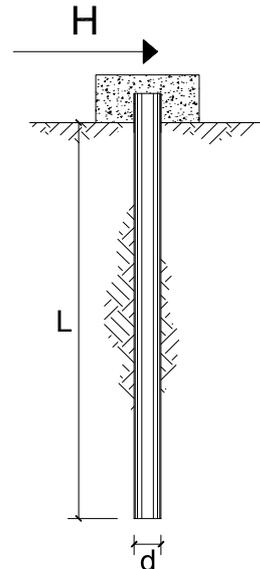
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 76 di 121

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: MU02-tipo1

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	γ_T	
			γ_G	γ_Q			
SLS	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30	
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ζ_r	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.40
ζ_r	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.40

Palo corto:
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{ \left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2 }$$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	21.00	(m)	
Diametro del palo	d =	0.80	(m)	
Momento di plasticizzazione della sezione	M_y =	1308.94	(kN m)	
Angolo di attrito del terreno	ϕ'_{med} =	30.00	(°)	ϕ'_{min} = 30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d}$ =	30.00	(°)	$\phi'_{min,d}$ = 30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\phi')/(1-\sin\phi')$)	$k_{p,med}$ =	3.00	(-)	$k_{p,min}$ = 3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	354	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 77 di 121

Palo corto:

$$H1_{med} = 25401.60 \quad (\text{kN})$$

$$H1_{min} = 25401.60 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 8529.53 \quad (\text{kN})$$

$$H2_{min} = 8529.53 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 961.56 \quad (\text{kN})$$

$$H3_{min} = 961.56 \quad (\text{kN})$$

$$H_{med} = 961.56 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_{min} = 961.56 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 686.83 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 528.33 \quad (\text{kN})$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 354.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.49$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 78 di 121

12.2 VERIFICHE MURO TIPO 2 (HMAX=7.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

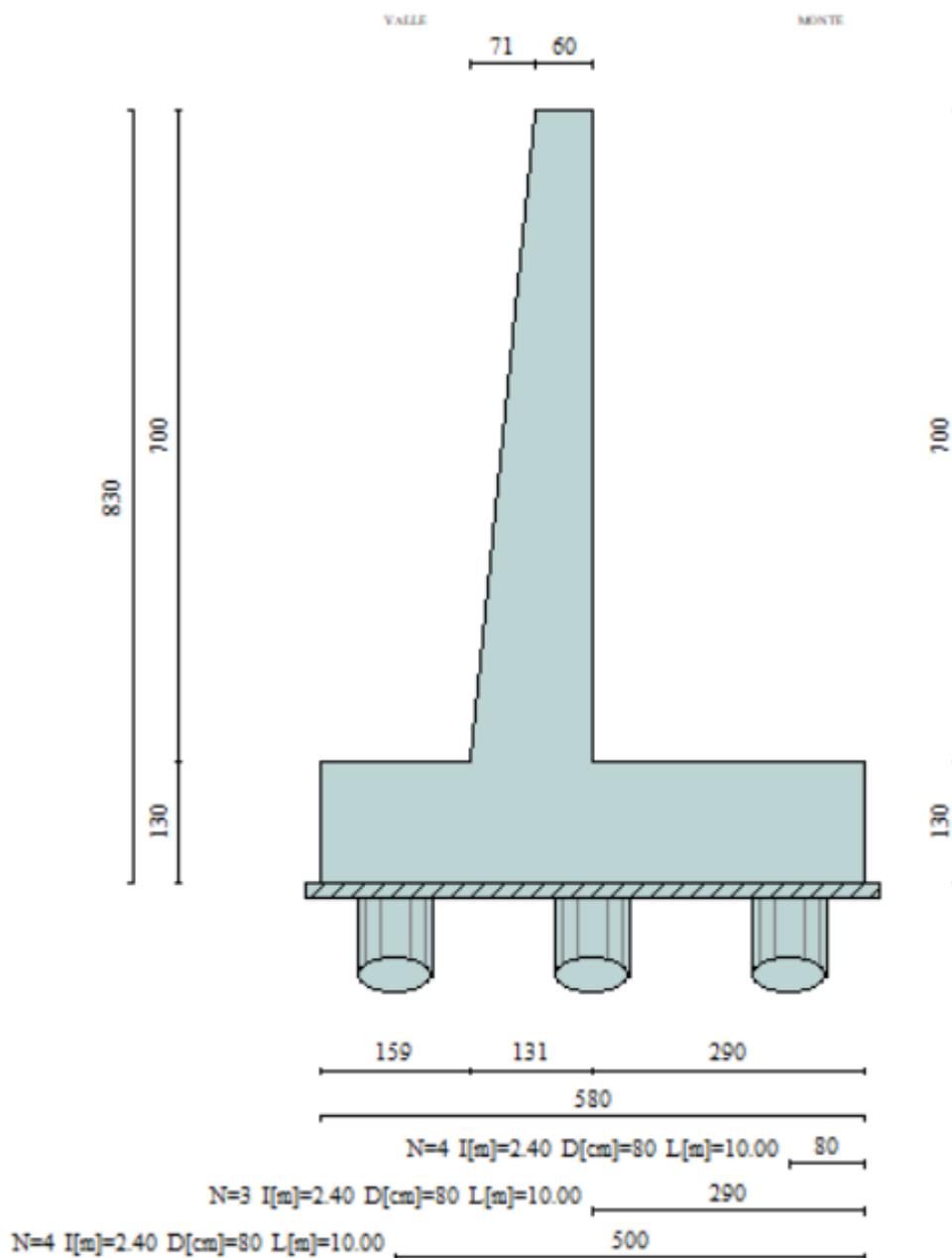


Figura 21: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 79 di 121

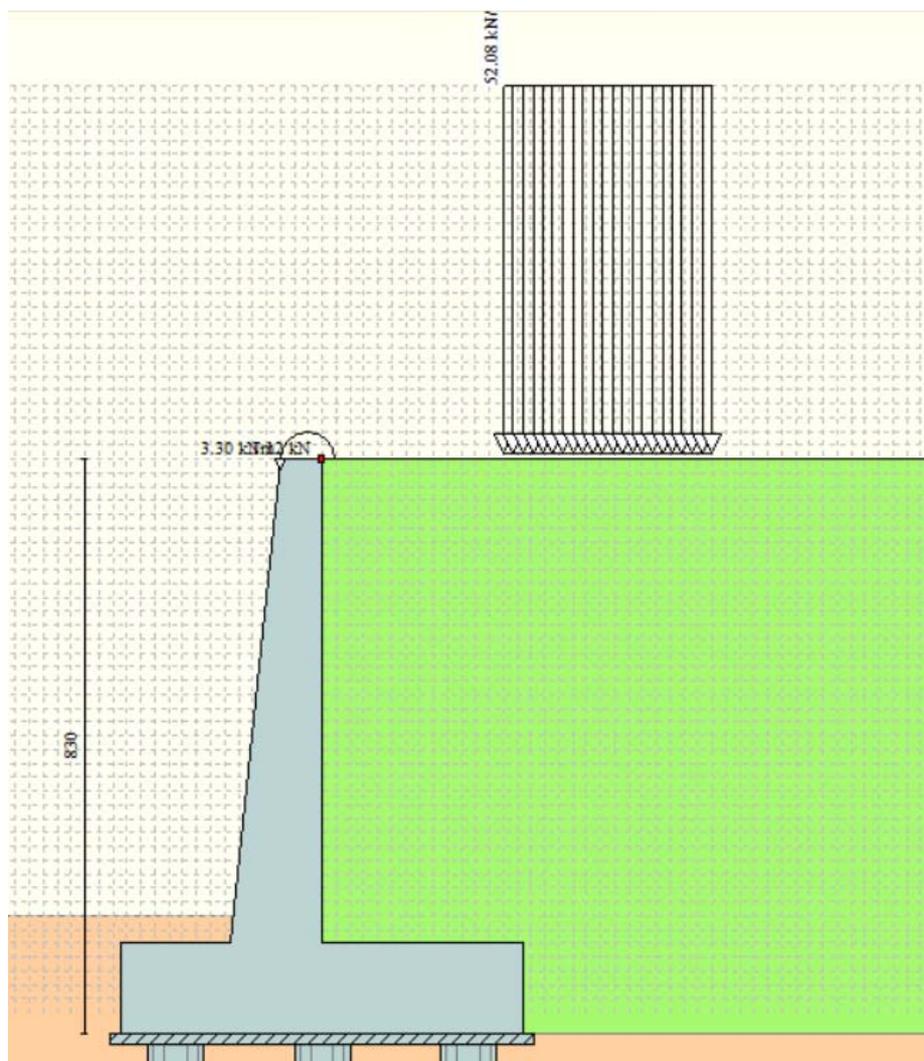


Figura 22: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	80 di 121

Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	330.5030	0.000
2	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	330.5030	0.000
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	330.5030	0.000
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	330.5030	0.000
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	302.8637	0.000
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3.16	302.8637	0.000
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--	393.2523	0.000
12	STAB - [2]	--	--	--	--	2.80	393.2523	0.000
13	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
14	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
15	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
16	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	423.0778	0.000
17	A2-M2 - [3]	--	--	--	--	--	393.2523	0.000
18	STAB - [3]	--	--	--	--	2.80	393.2523	0.000
19	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	254.2331	153.297
20	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	254.2331	112.360
21	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	302.8637	167.341
22	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	302.8637	118.372
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.16	302.8637	167.341
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.99	302.8637	118.372
25	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	265.8230	112.219
26	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	265.8230	155.324
27	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	315.6854	117.379
28	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	315.6854	168.779
29	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.15	315.6854	168.779
30	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.99	315.6854	117.379
31	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	265.8230	0.000
32	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	296.1589	0.000
33	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	265.8230	0.000

Figura 23: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 81 di 121

Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°29 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

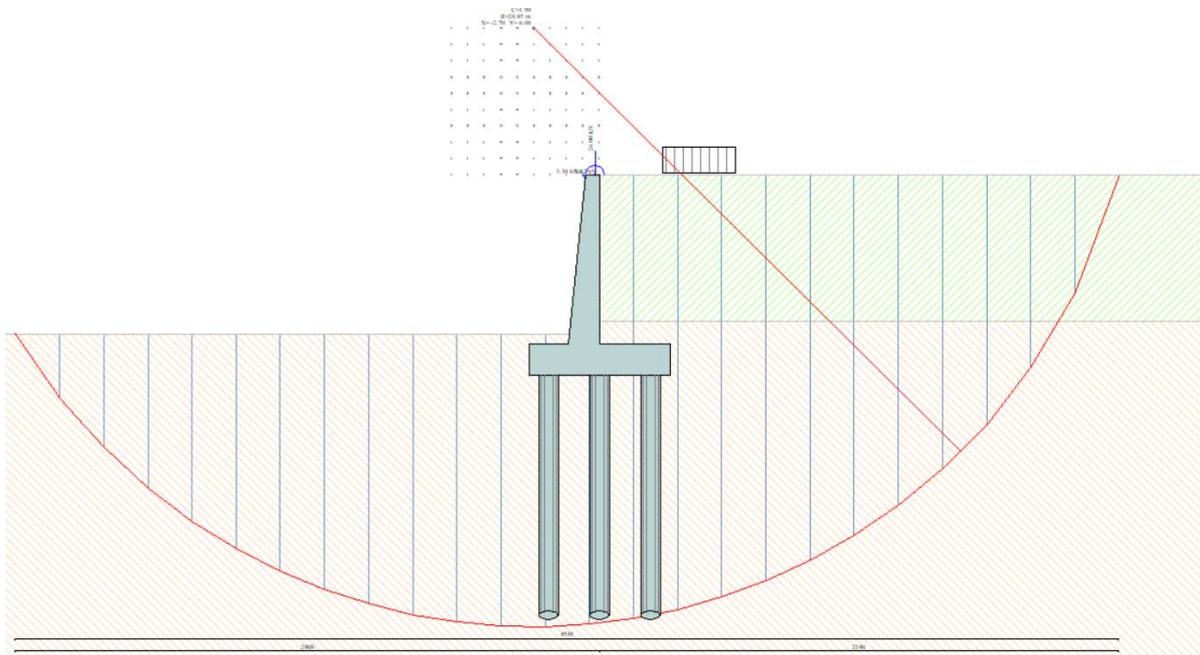


Figura 24: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 82 di 121

Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 ϕ 24/20
	lato scavo	1 ϕ 20/20
Fondazione	superiore	1 ϕ 24/20
	inferiore	1 ϕ 20/20

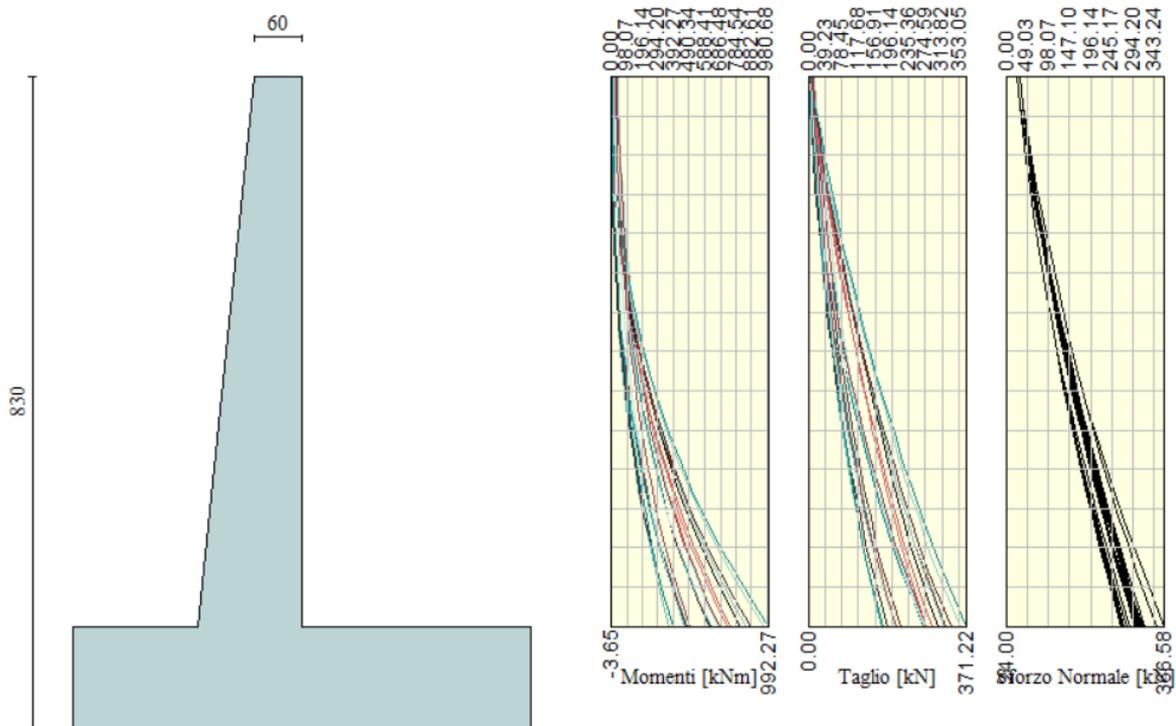


Figura 25: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 83 di 121

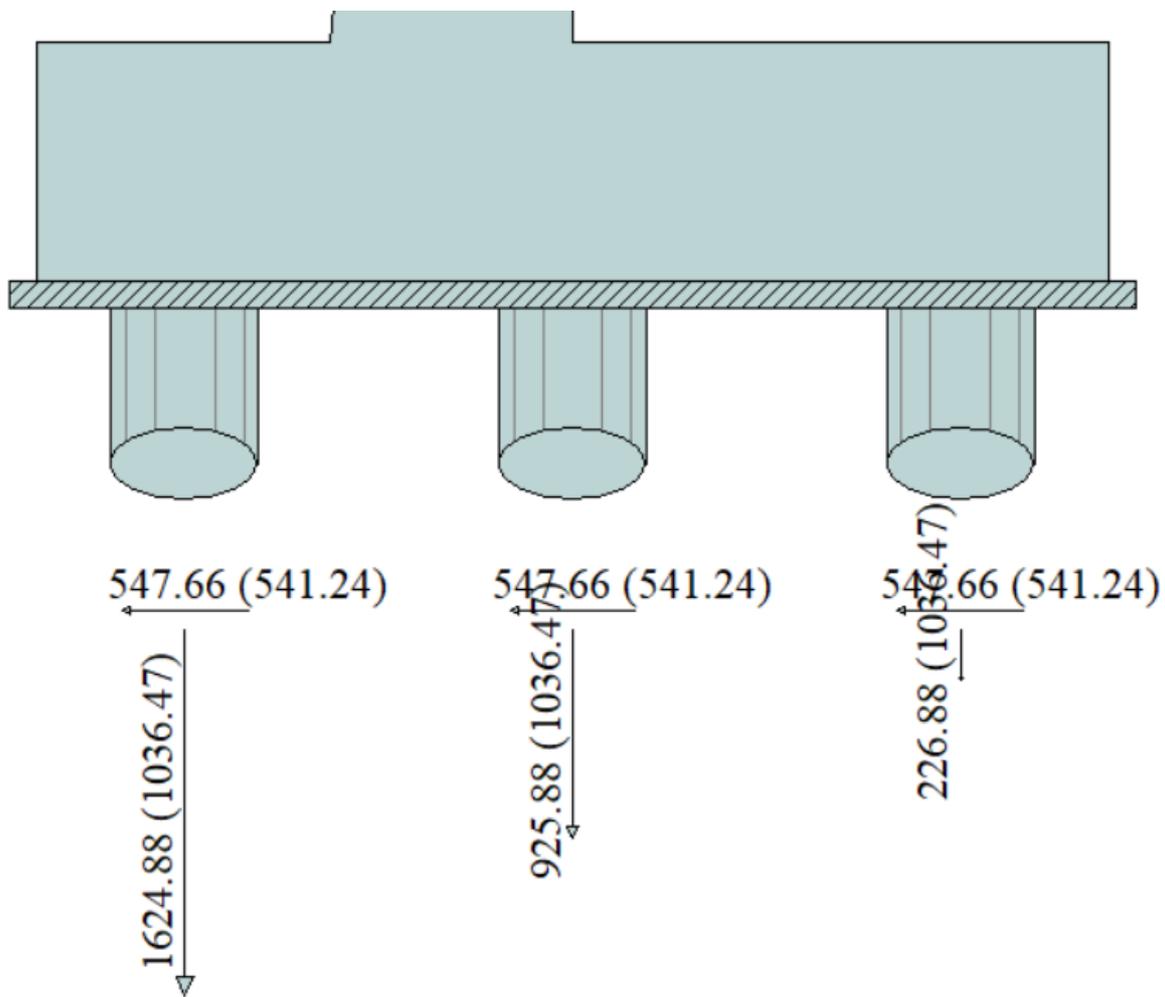


Figura 26: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU)

Verifiche fondazione a mensola

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 84 di 121

Per le verifiche strutturali il plinto di fondazione è stato schematizzato con una mensola incastrata in corrispondenza della sezione di attacco con il paramento e con l'estremità libera posta in corrispondenza della fila di pali più esterna, nella direzione di verifica considerata. Le azioni che intervengono sono rappresentate dalla pressione esercitata dal peso proprio del plinto e del terreno gravante sulla mensola di monte della fondazione e dalle forze esplicate sulla mensola per la reazione vincolare dei pali.

Si fa l'ipotesi che le reazioni del suolo siano esplicate esclusivamente dalla palificata e che siano trasmesse sul plinto come forze concentrate. Per la valutazione delle sollecitazioni sulla mensola viene presa in considerazione la combinazione di carico che dà luogo alle massime reazioni dei pali, sia in compressione che in trazione.

Per la verifica in direzione trasversale del muro si considera una mensola di larghezza pari all'interasse longitudinale dei pali e di altezza pari allo spessore della fondazione. L'azione applicata sull'estremo libero è posta pari alla reazione massima sul palo della fila più esterna, lato monte.

Si esibiscono quindi le sollecitazioni e le verifiche a flessione e taglio della mensola, relativamente alla sezione di incastro, corrispondente all'attacco plinto-paramento.

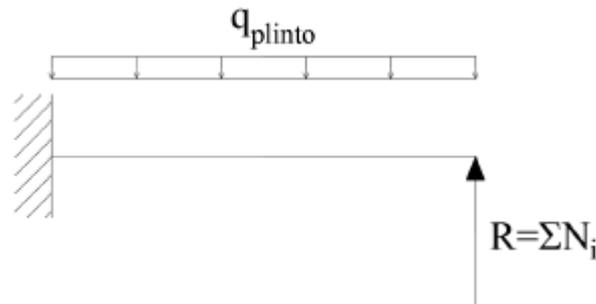


Figura 27: Schema a mensola del plinto su pali

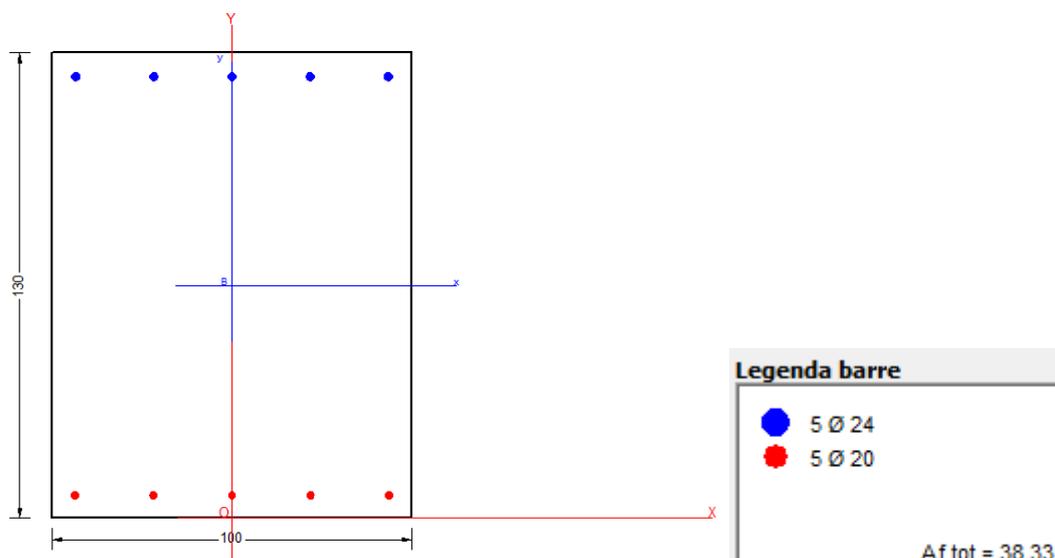
I dati utili per la verifica del plinto sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 85 di 121
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo								

SOLLECITAZIONI PLINTO (IN DIREZ TRASVERSALE)		
L	2.1 m	Lunghezza mensola di calcolo del plinto
B	2.4 m	Base sezione di calcolo
s	1.3 m	Altezza sezione di calcolo
H	7.0 m	Altezza paramento muro
L _{monte}	2.9 m	Larghezza mensola di monte
$R = \sum N_{i_SLU}$	-307.0 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla sezione di calcolo (SLU)
$R = \sum N_{i_SLE}$	-697.0 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla sezione di calcolo (SLE)
q _{SLU}	414 kN/m	Peso proprio del plinto e del terreno di competenza della striscia di calcolo (SLU)
q _{SLE}	414 kN/m	Peso proprio del plinto e del terreno di competenza della striscia di calcolo (SLE)
M _{i_SLU}	645 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M _{s_SLU}	-913 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M _{ris_SLU}	-268 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
V _{ris_SLU}	562 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
M_{ris_SLU/m}	-112 kNm/m	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)
V_{ris_SLU/m}	234 kN/m	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)
M _{i_SLE}	1464 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M _{s_SLE}	-913 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M _{ris_SLE}	551 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
M_{ris_SLE/m}	230 kNm/m	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)

Di seguito si esibiscono, sulla base delle sollecitazioni desunte, le verifiche a flessione e taglio della fondazione in esame.

L'armatura a flessione prevista è pari a quella minima per la sezione di calcolo in esame.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	86 di 121

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	43.4	123.4	24
2	-43.4	123.4	24
3	43.6	6.4	20
4	-43.6	6.4	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-112.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	87 di 121				

My
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	230.00 (960.28)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1027.95	0.00	0.00	-1071.58	0.00	9.568	22.6(22.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02831	-50.0	0.0	-0.00015	-43.6	6.4	-0.06695	43.4	123.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	88 di 121

1 0.000000000 -0.000570946 0.003500000 0.050 0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.61	-50.0	130.0	-125.2	0.0	6.4	1897	15.7	21.8	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e + sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	0	0.125	20	54	-16.432	0.00025 (0.00025)	272	0.116 (0.20)	960.28	0.00

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 89 di 121

Per quanto riguarda l'armatura a taglio, si dispongono spilli $\phi 14/50 \times 50$. La verifica è esibita di seguito.

SEZIONE				IPOTESI 1 Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
b_w	=	100	cm	Armatura trasversale			
h	=	130	cm	$V_{Rsd} =$	683.08 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
c	=	4	cm	$V_{Rcd} =$	3678.33 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
d	=	$h-c$	= 126 cm	$V_{Rd} =$	683.08 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
MATERIALI				IPOTESI 2 Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
f_{ywd}	=	391.30	MPa	Armatura trasversale			
R_{ck}	=	40	MPa	$V_{Rsd} =$	273.23 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
γ_c	=	1.5		$V_{Rcd} =$	5333.58 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
f_{ck}	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2 MPa	$V_{Rd} =$	273.23 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
f_{cd}	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa	IPOTESI 3 Cot ϕ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$: Rottura bilanciata			
ARMATURE A TAGLIO				$\cot(\theta) =$	6.17 (calcolato)	$\cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
ϕ_{st}	=	14		$\theta =$	9.21 °	$V_{Rsd} =$	1685.22 (KN)
braccia	=	2		$V_{Rcd} =$	1685.22 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
ϕ_{st2}	=	0		$V_{Rd} =$	1685.22 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
braccia	=	0		MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
passo	=	50	cm	$V_{Rd} =$	683 (KN)		
(A_{sw} / s)	=	6.158	cm ² / m	$N_{Ed} =$			
α	=	90	° (90° staffe verticali)				
ARMATURE LONGITUDINALI							
ϕ	=						
Numero	=						
A_{sl}	=	0.000	cm ²				
TAGLIO AGENTE $V_{Ed} =$							
SFORZO NORMALE $N_{Ed} =$							

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 90 di 121

Verifiche strutturali pali di fondazione

Il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri):

$$M_t(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

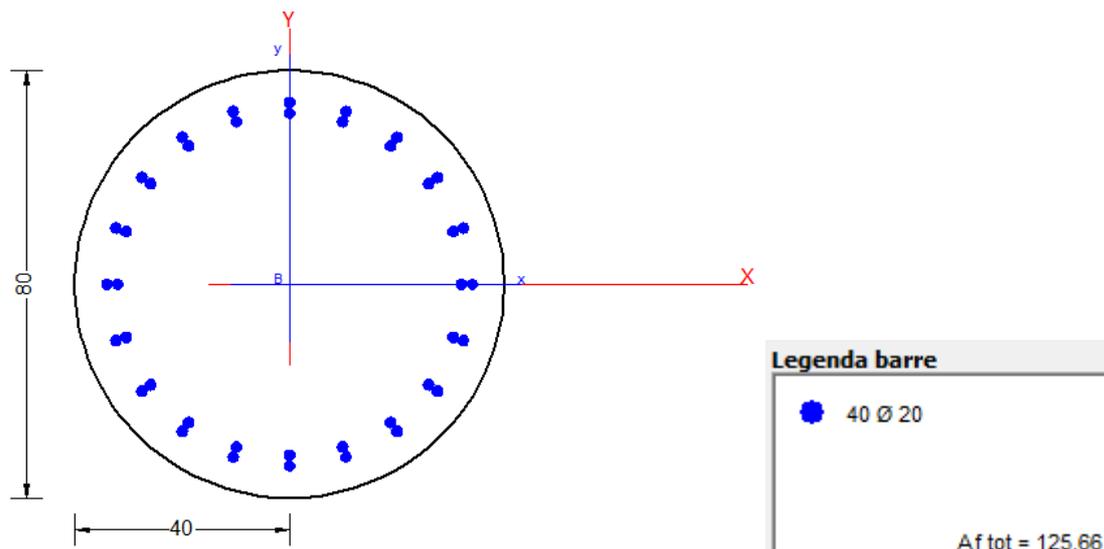
Il coefficiente α dipende dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e dunque dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo.

Nel caso in esame, il terreno risulta potenzialmente liquefacibile e il valore di α assume il valore massimo di 2.16m.

L'armatura di progetto prevede:

Armatura longitudinale 20+20Ø20

Spirale Ø10/20



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 40.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	91 di 121				

Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	32.0	20	20
2	0.0	0.0	30.0	20	20

ARMATURE A TAGLIO

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	426.00	1009.00	0.00	467.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	697.00	551.00 (215.47)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	92 di 121

Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	426.00	950.04	0.00	426.25	1281.20	0.00	1.270	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00073	0.0	40.0	0.00251	0.0	32.0	-0.00538	0.0	-32.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000123282	-0.001431274	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	93 di 121				

bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	467.00	1054.01	858.52	62.6	72.3	21.80°	1.060	8.5	15.6(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	11.34	0.0	-40.0	-180.3	0.0	-32.0	973	31.4	2.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * \text{sm} * \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.5	0	0.125	20	50	0.847	0.00076 (0.00036)	135	0.175 (0.20)	215.47	0.00

Verifiche geotecniche pali di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 94 di 121

Seguono le verifiche geotecniche di portanza verticale e orizzontale.

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D _{pali}	800	mm	Diametro pali
L _{pali}	22	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
N _{min}	-1469	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
Q _{d,c}	1505	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
FS,c = Q _{d,c} /N _{min} > 1		1.02	- Fattore di sicurezza carico limite a compressione

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D _{pali}	800	mm	Diametro pali
L _{pali}	22	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
N _{min}	-835	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
Q _{ll,k}	1424	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
FS = Q _{ll,k} /N _{min} > 1,25		1.70	- Fattore di sicurezza carico limite a compressione

Si riporta di seguito la tabella di portanza di riferimento per le verifiche eseguite. La lunghezza dei pali da prevedere è pari a 22m per i muri del tipo in esame.

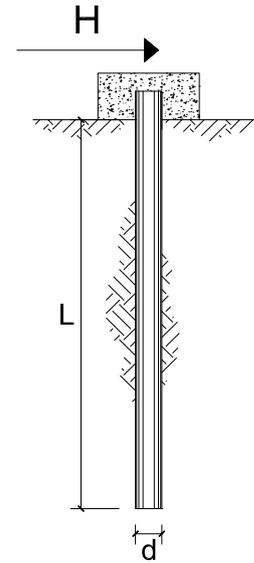
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	96 di 121

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

OPERA: MU02-tipo2

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali		A		M	R		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	γ_T		
		γ_G	γ_Q				
SLU	A1+M1+R1	○	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	●	○	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		○	○	1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ζ_{γ}	○	○	○	○	○	○	●	○	○
ζ_{ϕ}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.40
$\zeta_{\phi'}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.40

Palo corto:
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{ \left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2 }$$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	22.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	1303.91	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	30.00	(°)	$\phi'_{min} =$	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	30.00	(°)	$\phi'_{min,d} =$	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$)	$k_{p_{med}} =$	3.00	(-)	$k_{p_{min}} =$	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	$\gamma =$	16.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	467	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 97 di 121

Palo corto:

$$H1_{med} = 27878.40 \quad (\text{kN})$$

$$H1_{min} = 27878.40 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 9352.07 \quad (\text{kN})$$

$$H2_{min} = 9352.07 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 959.09 \quad (\text{kN})$$

$$H3_{min} = 959.09 \quad (\text{kN})$$

$$H_{med} = 959.09 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_{min} = 959.09 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 685.06 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 526.97 \quad (\text{kN})$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 467.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.13$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 98 di 121

12.3 VERIFICHE MURO TIPO 3 (HMAX=8.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

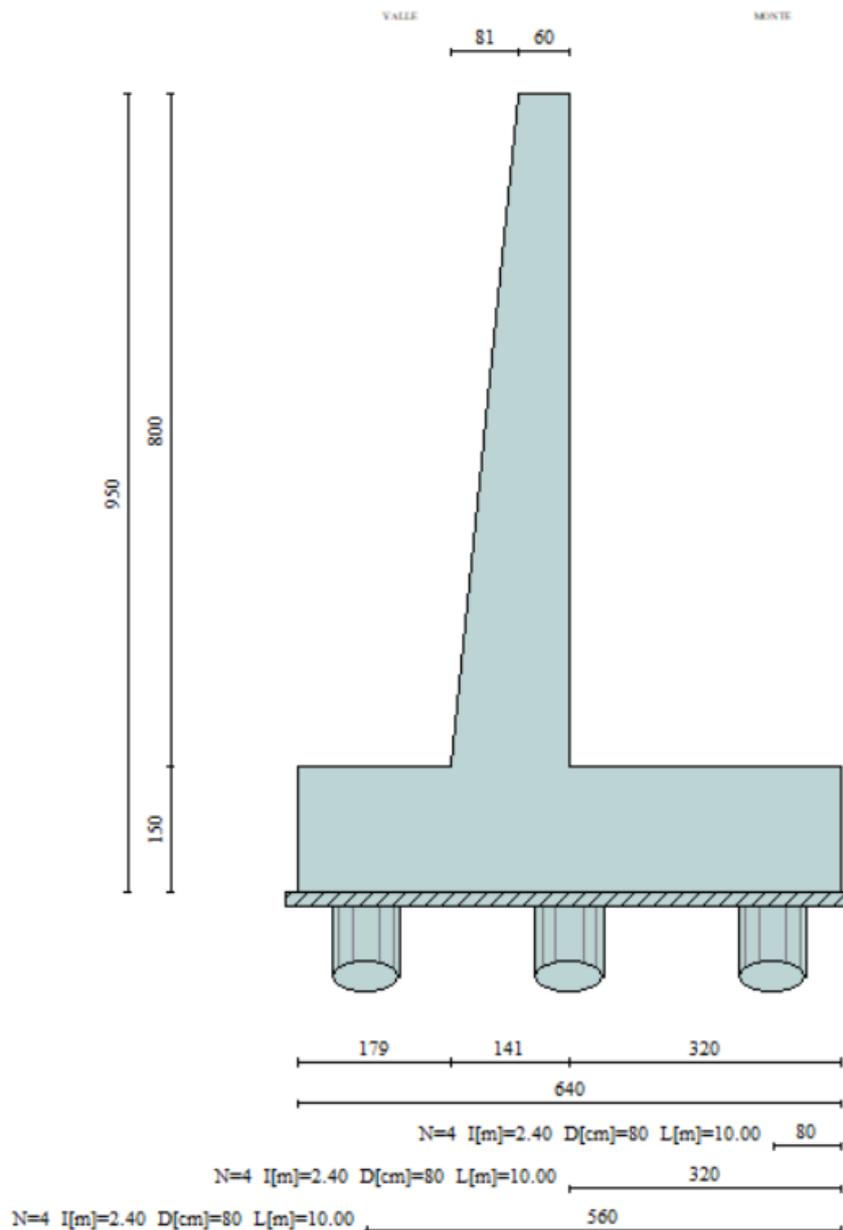


Figura 28: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 99 di 121

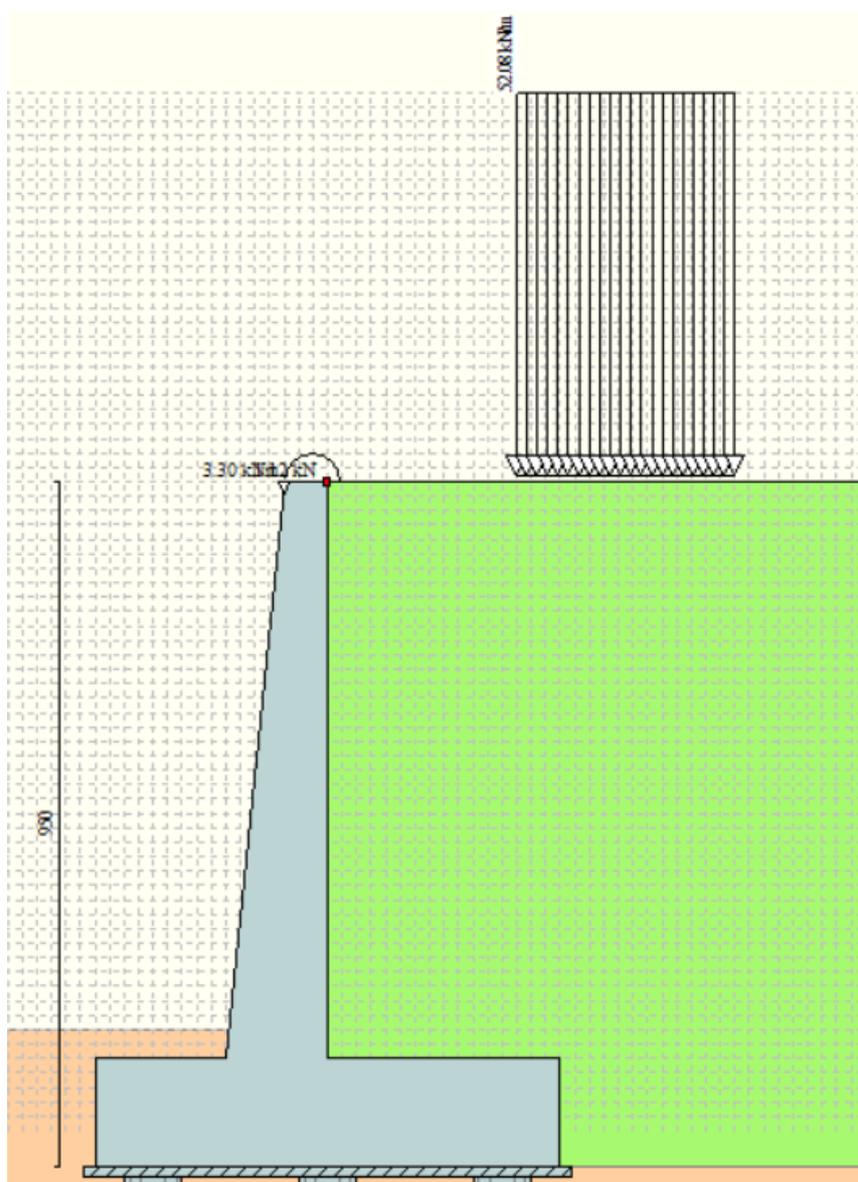


Figura 29: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	100 di 121

Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	409.8562	0.00€
2	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	409.8562	0.00€
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	409.8562	0.00€
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	409.8562	0.00€
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	378.9404	0.00€
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3.09	378.9404	0.00€
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--	453.4477	0.00€
12	STAB - [2]	--	--	--	--	2.85	453.4477	0.00€
13	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
14	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
15	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
16	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	486.5046	0.00€
17	A2-M2 - [3]	--	--	--	--	--	453.4477	0.00€
18	STAB - [3]	--	--	--	--	2.85	453.4477	0.00€
19	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	315.2740	198.11€
20	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	315.2740	147.52€
21	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	378.9404	215.87€
22	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	378.9404	154.51€
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.08	378.9404	215.87€
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.93	378.9404	154.51€
25	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	325.0278	147.43€
26	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	325.0278	199.85€
27	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	389.7509	153.72€
28	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	389.7509	217.13€
29	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.08	389.7509	217.13€
30	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.92	389.7509	153.72€
31	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	325.0278	0.00€
32	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	350.2586	0.00€
33	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	325.0278	0.00€

Figura 30: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 101 di 121

Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°29 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

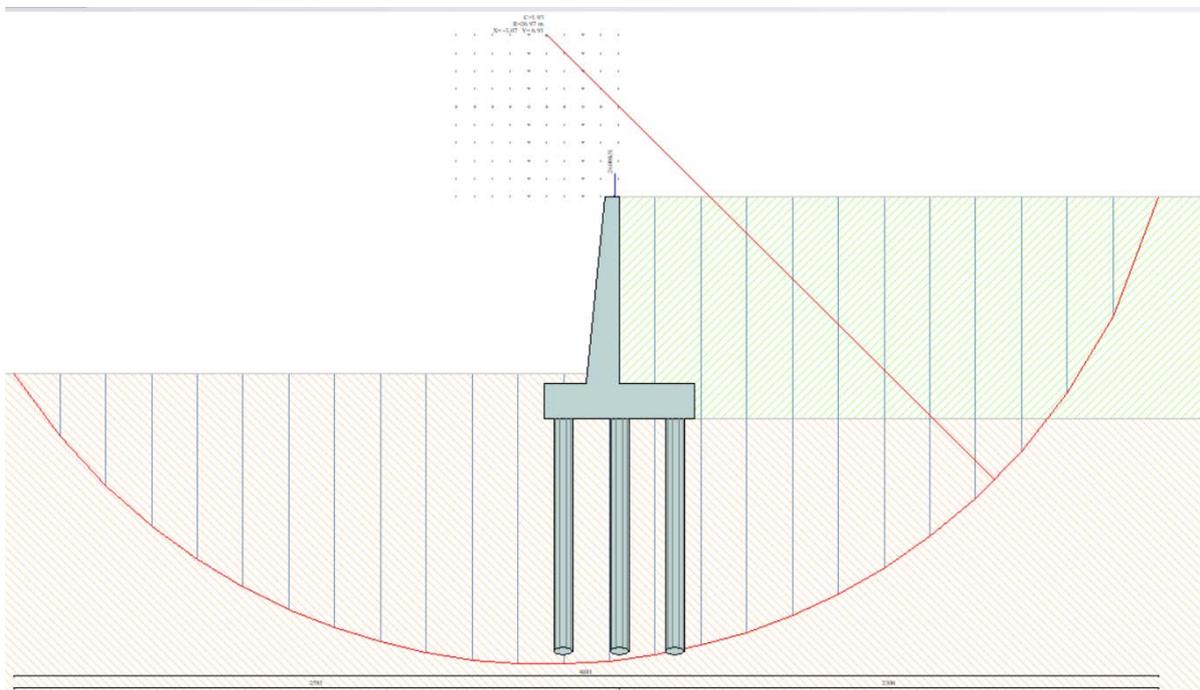


Figura 31: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 102 di 121

Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 ϕ 24/10
	lato scavo	1 ϕ 20/10
Fondazione	superiore	1 ϕ 24/10
	inferiore	1 ϕ 24/10

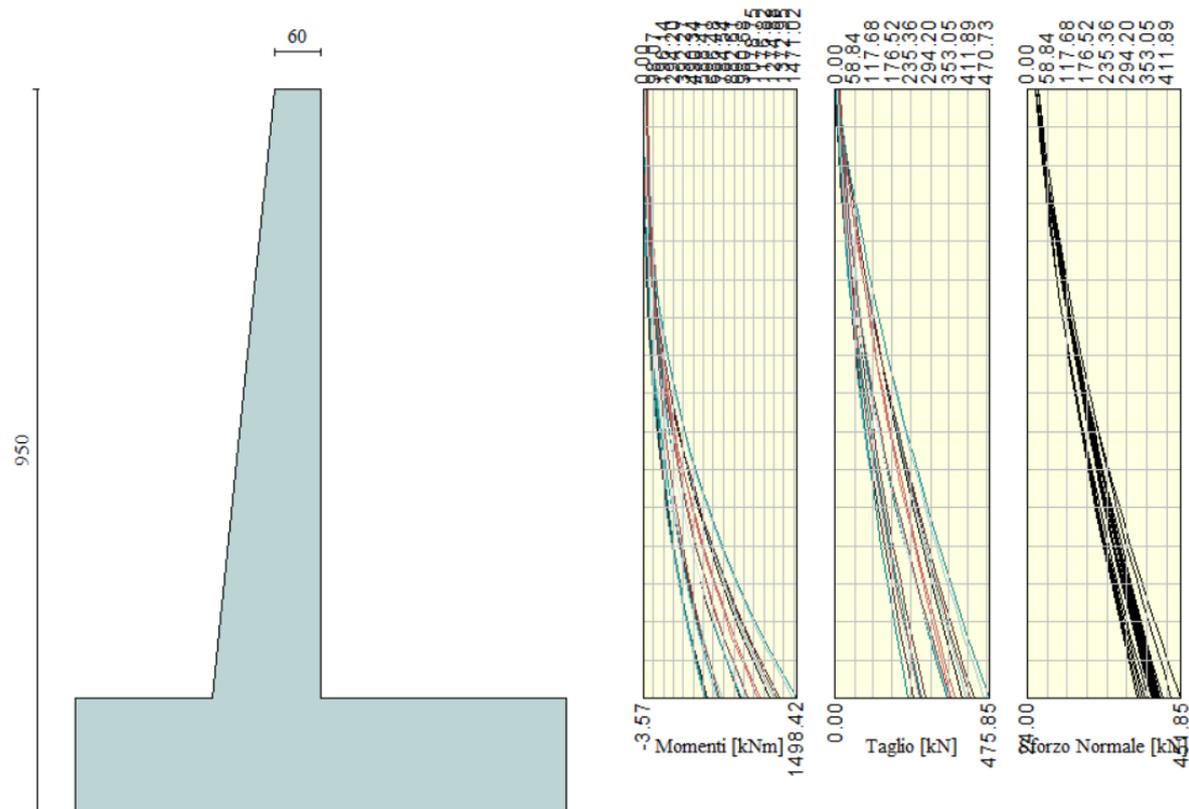


Figura 32: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 103 di 121

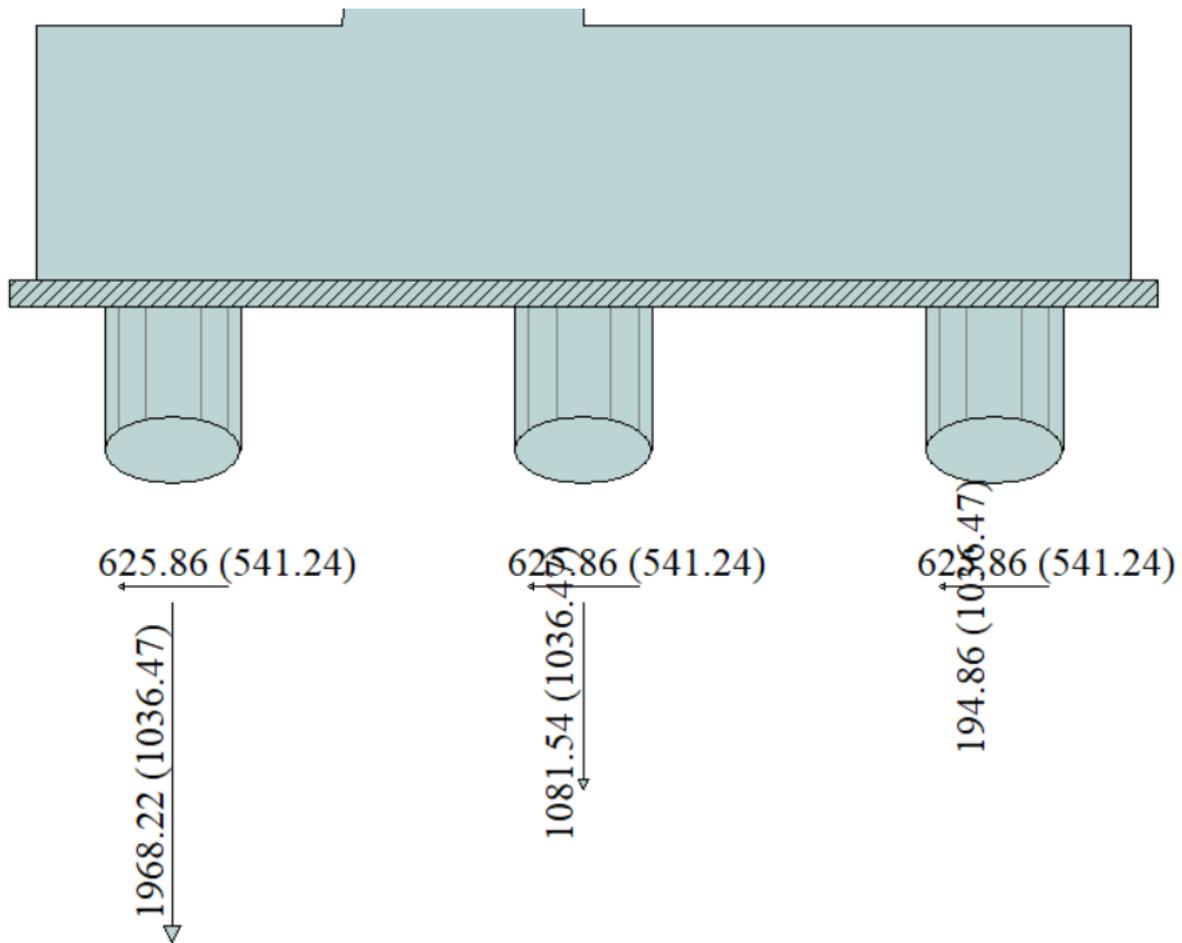


Figura 33: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 104 di 121

Verifiche fondazione a mensola

Per le verifiche strutturali il plinto di fondazione è stato schematizzato con una mensola incastrata in corrispondenza della sezione di attacco con il paramento e con l'estremità libera posta in corrispondenza della fila di pali più esterna, nella direzione di verifica considerata. Le azioni che intervengono sono rappresentate dalla pressione esercitata dal peso proprio del plinto e del terreno gravante sulla mensola di monte della fondazione e dalle forze esplicate sulla mensola per la reazione vincolare dei pali.

Si fa l'ipotesi che le reazioni del suolo siano esplicate esclusivamente dalla palificata e che siano trasmesse sul plinto come forze concentrate. Per la valutazione delle sollecitazioni sulla mensola viene presa in considerazione la combinazione di carico che dà luogo alle massime reazioni dei pali, sia in compressione che in trazione.

Per la verifica in direzione trasversale del muro si considera una mensola di larghezza pari all'interasse longitudinale dei pali e di altezza pari allo spessore della fondazione. L'azione applicata sull'estremo libero è posta pari alla reazione massima sul palo della fila più esterna, lato monte.

Si esibiscono quindi le sollecitazioni e le verifiche a flessione e taglio della mensola, relativamente alla sezione di incastro, corrispondente all'attacco plinto-paramento.

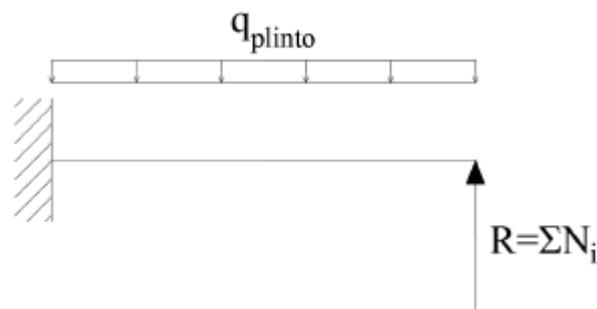


Figura 34: Schema a mensola del plinto su pali

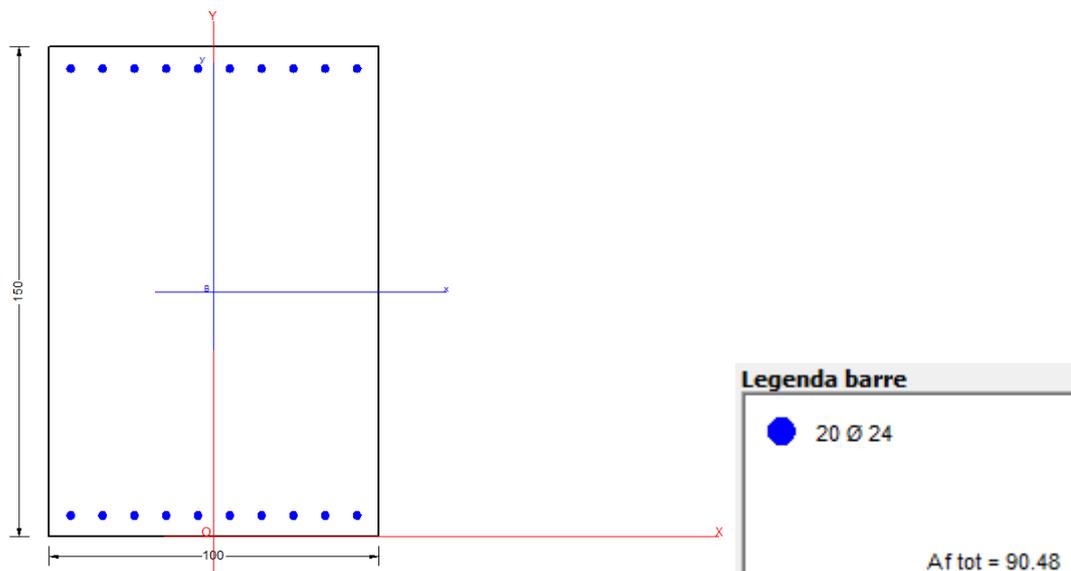
I dati utili per la verifica del plinto sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 105 di 121
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo								

SOLLECITAZIONI PLINTO (IN DIREZ TRASVERSALE)		
L	2.4 m	Lunghezza mensola di calcolo del plinto
B	2.4 m	Base sezione di calcolo
s	1.5 m	Altezza sezione di calcolo
H	8.0 m	Altezza paramento muro
L _{monte}	3.2 m	Larghezza mensola di monte
$R = \sum N_{i_SLU}$	-251.0 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla sezione di calcolo (SLU)
$R = \sum N_{i_SLE}$	-819.0 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla sezione di calcolo (SLE)
q _{SLU}	474 kN/m	Peso proprio del plinto e del terreno di competenza della striscia di calcolo (SLU)
q _{SLE}	474 kN/m	Peso proprio del plinto e del terreno di competenza della striscia di calcolo (SLE)
M _{i_SLU}	602 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M _{s_SLU}	-1365 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M _{ris_SLU}	-763 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
V _{ris_SLU}	887 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
M_{ris_SLU/m}	-318 kNm/m	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)
V_{ris_SLU/m}	369 kN/m	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)
M _{i_SLE}	1966 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M _{s_SLE}	-1365 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M _{ris_SLE}	600 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento
M_{ris_SLE/m}	250 kNm/m	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-paramento (striscia di 1m)

Di seguito si esibiscono, sulla base delle sollecitazioni desunte, le verifiche a flessione e taglio della fondazione in esame.

L'armatura a flessione prevista è pari a quella minima per la sezione di calcolo in esame.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	106 di 121

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	43.4	143.4	24
2	-43.4	143.4	24
3	43.4	6.6	24
4	-43.4	6.6	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	24
2	3	4	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-318.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	107 di 121				

My
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	250.00 (1424.95)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2368.03	0.00	0.00	-2461.28	0.00	7.740	45.2(26.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02465	-50.0	0.0	0.00061	-43.4	6.6	-0.05929	43.4	143.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	108 di 121

1 0.000000000 -0.000437873 0.003500000 0.056 0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.84	50.0	150.0	-41.4	-33.8	6.6	2318	45.2	9.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.5	0	0.125	24	54	-31.488	0.00008 (0.00008)	189	0.027 (0.20)	1424.95	0.00

Per quanto riguarda l'armatura a taglio, si dispongono spilli $\phi 14/50 \times 25$. La verifica è esibita di seguito.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 109 di 121

SEZIONE				IPOTESI 1 $\text{Cot } \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
b_w	=	100	cm	Armatura trasversale			
h	=	150	cm	$V_{Rsd} =$	1583.02 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
c	=	4	cm	$V_{Rcd} =$	4262.19 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
d	=	$h-c$	= 146 cm	$V_{Rd} =$	1583.02 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
MATERIALI				IPOTESI 2 $\text{Cot } \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
f_{ywd}	=	391.30	MPa	Armatura trasversale			
R_{ck}	=	40	MPa	$V_{Rsd} =$	633.21 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
γ_c	=	1.5		$V_{Rcd} =$	6180.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
f_{ck}	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2 MPa	$V_{Rd} =$	633.21 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
f_{cd}	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa	IPOTESI 3 $\text{Cot } \phi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$: Rottura bilanciata			
ARMATURE A TAGLIO				$\cot(\theta) =$	4.30 (calcolato)	$\cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
ϕ_{st}	=	14		$\theta =$	13.08 °	$V_{Rsd} =$	2725.02 (KN)
braccia	=	4		$V_{Rcd} =$	2725.02 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
ϕ_{st2}	=	0		$V_{Rd} =$	2725.02 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
braccia	=	0		MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
passo	=	50	cm	$V_{Rd} =$	1583 (KN)		
(A_{sw} / s)	=	12.315	cm ² / m				
α	=	90	° (90° staffe verticali)				
ARMATURE LONGITUDINALI							
ϕ	=						
Numero	=						
A_{sl}	=	0.000	cm ²				
TAGLIO AGENTE $V_{Ed} =$							
SFORZO NORMALE $N_{Ed} =$							

Verifiche strutturali pali di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 110 di 121

Il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri):

$$M_t(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

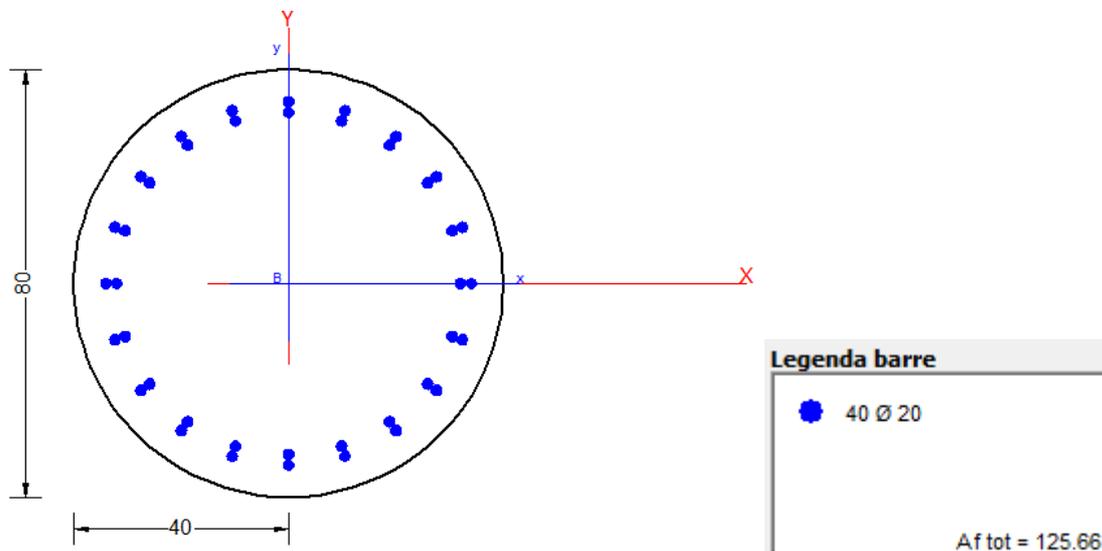
Il coefficiente α dipende dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e dunque dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo.

Nel caso in esame, il terreno risulta potenzialmente liquefacibile e il valore di α assume il valore massimo di 2.16m.

L'armatura di progetto prevede:

Armatura longitudinale 20+20Ø20

Spirale Ø10/20



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 40.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	111 di 121				

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	32.0	20	20
2	0.0	0.0	30.0	20	20

ARMATURE A TAGLIO

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	407.00	1184.00	0.00	550.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	819.00	613.00 (217.35)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	112 di 121

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	407.00	946.66	0.00	406.87	1278.78	0.00	1.080	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00074	0.0	40.0	0.00251	0.0	32.0	-0.00541	0.0	-32.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000123699	-0.001447954	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	113 di 121				

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	550.00	1051.35	858.52	62.6	72.3	21.80°	1.057	10.0	15.6(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	12.63	0.0	150.0	-197.0	0.0	-32.0	973	31.4	2.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi $= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/S2)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.2	0	0.125	20	50	0.874	0.00086 (0.00039)	135	0.198 (0.20)	217.35	0.00

Verifiche geotecniche pali di fondazione

Seguono le verifiche geotecniche di portanza verticale e orizzontale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 114 di 121

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D_{pali}	800	mm	Diametro pali
L_{pali}	26	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
N_{min}	-1772	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
$Q_{d,c}$	1867	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
$FS,c = Q_{d,c}/N_{min} > 1$	1.05	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
Terreno	Potenzialmente liquefacibile	-	Condizioni terreno
D_{pali}	800	mm	Diametro pali
L_{pali}	26	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
N_{min}	-1140	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
RESISTENZE			
$Q_{ll,k}$	2104	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
$FS = Q_{ll,k}/N_{min} > 1,25$	1.85	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

Si riporta di seguito la tabella di portanza di riferimento per le verifiche eseguite. La lunghezza dei pali da prevedere è pari a 26m per i muri del tipo in esame.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 115 di 121

9+380 - 9+480 - A1+M1+R3 - VERIFICA CARICO LIMITE PALO - D = 0.8m - compressione in sisma										
a. Dati di calcolo										
D	Diametro palo 0.80 m									
Ap	Area base palo 0.50 mq									
s	Superficie laterale del palo 2.51 m									
zw	Profondità della falda dal p.c. 3.50 m									
zp	Quota testa palo 1.50 m									
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs) 1.78									
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb) 2.09									
b. Parametri geotecnici										
strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	$\phi(Nq)$ (-)	Nq^* (-)	q_{lim} (kPa)	τ_{lim} (kPa)	Note
1	DI	3.5	3.5	16	30	27	14	0	0	
2	Po	1.0	4.5	16	33	30	19	0	0	
3	Po	4.0	8.5	16	30	27	14	0	0	liquefazione
4	Po	3.5	12.0	16	35	32	24	2890	150	
5	Ts	18.0	30.0	15	37	34	27	3400	150	
6	Pb (sabbia lim)	20.0	50.0	16	37	34	26	3400	150	
c. Calcolo carico limite										
z da p.c. [m]	lp [m]	β [-]	$\sigma'v$ [kPa]	τ_i [kPa]	Qll [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0.0	0.80	24	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.5	0.80	32	0	0	0	0	2	0	0
2.5	1.0	0.80	40	0	0	0	0	5	0	0
3.0	1.5	0.80	48	0	0	0	0	7	0	0
3.5	2.0	0.80	56	0	0	0	0	9	0	0
4.0	2.5	0.80	59	0	0	0	0	11	0	0
4.5	3.0	0.80	62	0	0	0	0	14	0	0
5.0	3.5	0.80	65	0	0	0	0	16	0	0
5.5	4.0	0.77	68	0	0	0	0	18	0	0
6.0	4.5	0.74	71	0	0	0	0	20	0	0
6.5	5.0	0.71	74	0	0	0	0	23	0	0
7.0	5.5	0.68	77	0	0	0	0	25	0	0
7.5	6.0	0.65	80	0	0	0	0	27	0	0
8.0	6.5	0.62	83	0	0	0	0	29	0	0
8.5	7.0	0.59	86	0	0	0	0	32	0	0
9.0	7.5	0.56	89	50	31	2136	1074	34	1071	497
9.5	8.0	0.53	92	49	93	2208	1110	36	1167	547
10.0	8.5	0.50	95	48	154	2280	1146	38	1261	595
10.5	9.0	0.48	98	47	213	2352	1182	41	1355	644
11.0	9.5	0.46	101	46	272	2424	1218	43	1447	692
11.5	10.0	0.44	104	46	330	2496	1255	45	1539	739
12.0	10.5	0.42	107	45	387	2568	1291	48	1630	786
12.5	11.0	0.40	110	44	443	2957	1486	55	1873	903
13.0	11.5	0.38	112	43	497	3024	1520	58	1959	947
13.5	12.0	0.36	115	41	549	3092	1554	60	2043	991
14.0	12.5	0.34	117	40	600	3159	1588	63	2125	1033
14.5	13.0	0.32	120	38	649	3227	1622	65	2206	1074
15.0	13.5	0.30	122	37	696	3294	1656	68	2284	1114
15.5	14.0	0.30	125	37	743	3362	1690	70	2362	1154
16.0	14.5	0.30	127	38	790	3400	1709	73	2426	1187
16.5	15.0	0.30	130	39	839	3400	1709	75	2472	1212
17.0	15.5	0.30	132	40	888	3400	1709	78	2519	1237
17.5	16.0	0.30	135	40	938	3400	1709	80	2567	1263
18.0	16.5	0.30	137	41	989	3400	1709	83	2615	1289
18.5	17.0	0.30	140	42	1041	3400	1709	85	2665	1316
19.0	17.5	0.30	142	43	1095	3400	1709	88	2716	1343
19.5	18.0	0.30	145	43	1149	3400	1709	90	2767	1371
20.0	18.5	0.30	147	44	1203	3400	1709	93	2820	1399
20.5	19.0	0.30	150	45	1259	3400	1709	96	2873	1428
21.0	19.5	0.30	152	45	1316	3400	1709	98	2927	1457
21.5	20.0	0.30	155	46	1373	3400	1709	101	2981	1486
22.0	20.5	0.29	157	46	1430	3400	1709	103	3036	1516
22.5	21.0	0.29	160	47	1489	3400	1709	106	3092	1546
23.0	21.5	0.29	162	47	1548	3400	1709	108	3149	1577
23.5	22.0	0.29	165	48	1607	3400	1709	111	3206	1608
24.0	22.5	0.29	167	48	1667	3400	1709	113	3263	1639
24.5	23.0	0.29	170	49	1728	3400	1709	116	3321	1671
25.0	23.5	0.29	172	49	1789	3400	1709	118	3380	1702
25.5	24.0	0.28	175	49	1851	3400	1709	121	3440	1735
26.0	24.5	0.28	177	50	1914	3400	1709	123	3500	1767

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	116 di 121

26.5	25.0	0.28	180	50	1977	3400	1709	126	3560	1800
27.0	25.5	0.28	182	51	2040	3400	1709	128	3621	1833
27.5	26.0	0.28	185	51	2104	3400	1709	131	3683	1867
28.0	26.5	0.28	187	52	2169	3400	1709	133	3745	1900
28.5	27.0	0.27	190	52	2234	3400	1709	136	3807	1934
29.0	27.5	0.27	192	52	2300	3400	1709	138	3870	1969
29.5	28.0	0.27	195	53	2366	3400	1709	141	3934	2003
30.0	28.5	0.27	197	53	2432	3400	1709	143	3998	2038
30.5	29.0	0.27	200	54	2500	3400	1709	131	4078	2088
31.0	29.5	0.27	203	55	2568	3400	1709	133	4144	2124
31.5	30.0	0.27	206	56	2637	3400	1709	136	4211	2161
32.0	30.5	0.27	209	56	2708	3400	1709	138	4279	2198
32.5	31.0	0.27	212	57	2779	3400	1709	140	4348	2236
33.0	31.5	0.27	215	58	2852	3400	1709	143	4418	2274
33.5	32.0	0.27	218	59	2925	3400	1709	145	4489	2313
34.0	32.5	0.27	221	60	3000	3400	1709	147	4562	2353
34.5	33.0	0.27	224	60	3075	3400	1709	149	4635	2393

9+380 - 9+480 - A1+M1+R3 - VERIFICA CARICO LIMITE PALO - D = 0.8m - compressione in sisma

z da p.c.	Lp	β	$\sigma'v$	τ	QII	qbl	Qbl	Wp	Qu	Qd
[m]	[m]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
35.0	33.5	0.27	227	61	3152	3400	1709	152	4709	2433
35.5	34.0	0.27	230	62	3229	3400	1709	154	4784	2475
36.0	34.5	0.27	233	63	3308	3400	1709	156	4861	2516
36.5	35.0	0.27	236	64	3387	3400	1709	158	4938	2559
37.0	35.5	0.27	239	65	3468	3400	1709	161	5016	2602
37.5	36.0	0.27	242	65	3549	3400	1709	163	5096	2645
38.0	36.5	0.27	245	66	3632	3400	1709	165	5176	2689
38.5	37.0	0.27	248	67	3716	3400	1709	167	5257	2734
39.0	37.5	0.27	251	68	3800	3400	1709	170	5340	2779
39.5	38.0	0.27	254	69	3886	3400	1709	172	5423	2825
40.0	38.5	0.27	257	69	3973	3400	1709	174	5508	2871
40.5	39.0	0.27	260	70	4060	3400	1709	176	5593	2918
41.0	39.5	0.27	263	71	4149	3400	1709	179	5679	2966
41.5	40.0	0.27	266	72	4239	3400	1709	181	5767	3014
42.0	40.5	0.27	269	73	4330	3400	1709	183	5855	3062
42.5	41.0	0.27	272	73	4421	3400	1709	185	5945	3112
43.0	41.5	0.27	275	74	4514	3400	1709	188	6036	3162
43.5	42.0	0.27	278	75	4608	3400	1709	190	6127	3212
44.0	42.5	0.27	281	76	4703	3400	1709	192	6220	3263
44.5	43.0	0.27	284	77	4799	3400	1709	195	6313	3314
45.0	43.5	0.27	287	77	4896	3400	1709	197	6408	3366
45.5	44.0	0.27	290	78	4993	3400	1709	199	6503	3419
46.0	44.5	0.27	293	79	5092	3400	1709	201	6600	3472
46.5	45.0	0.27	296	80	5192	3400	1709	204	6698	3526
47.0	45.5	0.27	299	81	5293	3400	1709	206	6796	3580
47.5	46.0	0.27	302	82	5395	3400	1709	208	6896	3635
48.0	46.5	0.27	305	82	5498	3400	1709	210	6997	3691
48.5	47.0	0.27	308	83	5602	3400	1709	213	7099	3747
49.0	47.5	0.27	311	84	5707	3400	1709	215	7201	3804
49.5	48.0	0.27	314	85	5813	3400	1709	217	7305	3861
50.0	48.5	0.27	317	86	5920	3400	1709	219	7410	3919

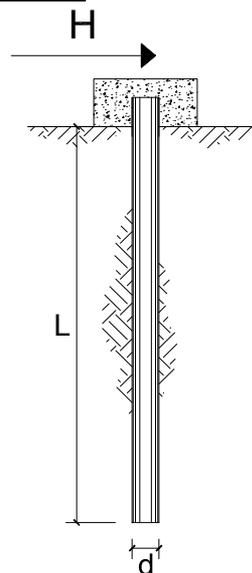
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI03 - MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B PAGINA 117 di 121

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

OPERA: MU02-tipo3

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	γ_T
			γ_G	γ_Q		
SLS	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25
					1.00	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ζ_r	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.40
ζ_r	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.40

Palo corto:
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	26.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	M_y =	1394.13	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	ϕ'_{med} =	30.00	(°)	ϕ'_{min} =	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d}$ =	30.00	(°)	$\phi'_{min,d}$ =	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\phi')/(1-\sin\phi')$)	$k_{p,med}$ =	3.00	(-)	$k_{p,min}$ =	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	548	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. PAGINA B 118 di 121

Palo corto:

$$H1_{med} = 38937.60 \text{ (kN)}$$

$$H1_{min} = 38937.60 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 13032.82 \text{ (kN)}$$

$$H2_{min} = 13032.82 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 1002.84 \text{ (kN)}$$

$$H3_{min} = 1002.84 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 1002.84 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_{min} = 1002.84 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 716.31 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 551.01 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 548.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.01$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL RI.03.00.001 B 119 di 121	

13 INCIDENZE

Di seguito si esplicita l'incidenza relativa all'opera di sostegno in esame:

	Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di progetto [kg/m ³]
			Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
MURI DI SOSTEGNO RI.03 MURO TIPO 1	Fondazione	1.10	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	12	50x50	4	3.55	56.97	100
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
	Elevazione	0.90	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	12	50x50	4	3.55	56.97	115
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
MURI DI SOSTEGNO RI.03 MURO TIPO 2	Fondazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	14	50x50	4	4.83	56.97	100
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
	Elevazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	14	50x50	4	4.83	56.97	115
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	<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>RI.03.00.001</td> <td>B</td> <td>120 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	120 di 121
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.03.00.001	B	120 di 121								

MURI DI SOSTEGNO RI.03 MURO TIPO 3	Fondazione	1.50	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	10	35.51	14	50x25	8	9.66	97.90	100
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	24	10	35.51						
	Elevazione	1.50	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	10	35.51	14	50x25	8	9.66	97.90	115
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	24	10	35.51						

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 RI03 – MURO DI SOSTEGNO IN SX TRA PROGR. 8+926.80 E PROGR. 9+529.59- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.03.00.001	REV. B	PAGINA 121 di 121

14 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione tipologica	5
Figura 2 – Pianta 1/4	6
Figura 3 – Pianta 2/4	6
Figura 4 – Pianta 3/4	6
Figura 5 – Pianta 4/4	7
Figura 6 – Profilo longitudinale 1/4	7
Figura 7 – Profilo longitudinale 2/4	7
Figura 8 – Profilo longitudinale 3/4	8
Figura 9 – Profilo longitudinale 4/4	8
Figura 10: Zona di allargo muro per portale TE.....	9
Figura 11: Sezione tipo muro $3 < H < 5$	10
Figura 12: Sezione tipo muro $5 < H < 7$	11
Figura 13: Sezione tipo muro $7 < H < 8$	12
Figura 14: Geometria e dimensioni	61
Figura 15: Profilo del terreno.....	62
Figura 16: Verifica stabilità locale.....	63
Figura 17: Stabilità globale del sistema terra-muro	64
Figura 18: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)	65
Figura 19: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)	66
Figura 20: Schema a mensola tozza per la verifica del plinto su pali	67
Figura 21: Geometria e dimensioni	78
Figura 22: Profilo del terreno.....	79
Figura 23: Verifica stabilità locale.....	80
Figura 24: Stabilità globale del sistema terra-muro	81
Figura 25: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)	82
Figura 26: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)	83
Figura 27: Schema a mensola del plinto su pali.....	84
Figura 28: Geometria e dimensioni	98
Figura 29: Profilo del terreno.....	99
Figura 30: Verifica stabilità locale.....	100
Figura 31: Stabilità globale del sistema terra-muro	101
Figura 32: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)	102
Figura 33: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)	103
Figura 34: Schema a mensola del plinto su pali.....	104