

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE VENEZIA

PROGETTAZIONE:



STUDI ESECUZIONE PROGETTI INGEGNERIA S.E.P.I. S.r.l.
Via F.lli Perini, 93 - 38122 Trento (TN)

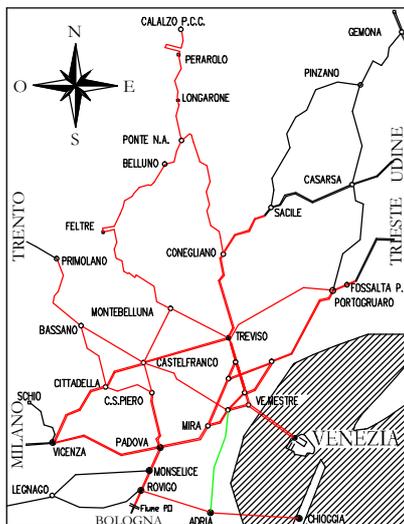
SOGGETTO TECNICO: DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE VENEZIA
S.O. INGEGNERIA e TECNOLOGIE
REP. S.O.A.F.I.S. - Sede Opere d'Arte Fabbricati Impianti Speciali

PROGETTO DEFINITIVO

Linea: VENEZIA - TRIESTE

Località: QUARTO D'ALTINO - RONCADE

Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro



OPERE DI SOSTEGNO E DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture

SCALA -

Foglio 1 di 1

PROGETTO/ANNO	SOTTOPR.	LIVELLO	NOME DOC.	PROG.OP.	FASE FUNZ.	NUMERAZIONE
1 4 4 1 1 3	0 0 1	P D	T B B C	0 4	0 4	O A G R 0 1 B

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	Romania	13.08.15	Soraperra	14.08.15	Meneguzzer	17.08.15	Meneguzzer	17.08.15
B	Seconda istruttoria	Romania	07.09.15	Romania	08.09.15	Meneguzzer	11.09.15	Meneguzzer	11.09.15

POSIZIONE ARCHIVIO	LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZIONE	TIMBRO	
	L 3 9 0	T R 3 0 4 4	T B B C	O A G R 0 1 B		
	Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

Linea: VENEZIA – TRIESTE
Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE

**Progettazione definitiva dell'intervento di modifica
di tracciato della linea ferroviaria Venezia – Trieste
tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della
velocizzazione della tratta Venezia Mestre – Portogruaro**

**OPERE DI SOSTEGNO E DI
ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

INDICE

1	PREMESSE.....	6
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
4	INTERVENTO IN PROGETTO.....	7
5	CARATTERISTICHE GENERALI DELLE OPERE	8
5.1	Quadro normativo di riferimento.....	8
5.2	Caratteristiche dei materiali.....	8
5.2.1	Strutture in cemento armato	8
5.3	Metodi di calcolo e di verifica.....	10
5.3.1	Percentuale minima di armatura	10
5.3.2	Copriferro	11
5.3.3	Verifica di fessurazione	11
5.4	Codici di calcolo utilizzati	11
5.5	Caratteristiche dell'opera strutturale.....	12
5.5.1	Vita nominale.....	12
5.5.2	Classe d'uso.....	12
5.5.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	12
5.6	Inquadramento sismico	13
5.7	Caratterizzazione geotecnica e stratigrafica	16
6	PONTICELLO 1 – PK 17+027.....	17
6.1	Descrizione	17
6.1.1	Sezione scatolare.....	18
6.1.2	Sezione muro andatore	19
6.2	Analisi dei carichi	20
6.2.1	Pesi propri e permanente portato	20
6.2.2	Accidentali da traffico veicolare	20
6.3	Metodi di calcolo	21

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.3.1	Analisi statica	21
6.3.2	Analisi sismica - Metodo di Wood	21
6.4	Analisi scatolare	22
6.4.1	Parametri di analisi	22
6.4.2	Combinazioni di carico	23
6.4.3	Valori delle sollecitazioni	24
6.4.4	Pressioni	29
6.4.5	Spostamenti	30
6.4.6	Capacità portante terreno	32
6.5	Analisi muro andatore	33
6.5.1	Calcolo della spinta sul muro	33
6.5.2	Caratteristiche muro	43
6.5.3	Condizioni di carico	46
6.5.4	Descrizione combinazioni di carico	47
6.5.5	Analisi della spinta e sollecitazioni	53
7	PONTICELLO 2 – PK 17+281	58
7.1	Descrizione	58
7.1.1	Sezione scatolare	59
7.1.2	Sezione muro andatore	60
7.2	Analisi dei carichi	61
7.2.1	Pesi propri e permanente portato	61
7.2.2	Accidentali da traffico ferroviario	61
7.3	Metodi di calcolo	62
7.3.1	Analisi statica	62
7.3.2	Analisi sismica - Metodo di Wood	62
7.4	Analisi scatolare	63
7.4.1	Parametri di analisi	63
7.4.2	Combinazioni di carico	64
7.4.3	Valori delle sollecitazioni	65
7.4.4	Pressioni	70
7.4.5	Spostamenti	71
7.4.6	Capacità portante terreno	73

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5	Analisi muro andatore.....	74
7.5.1	Calcolo della spinta sul muro.....	74
7.5.2	Caratteristiche muro	84
7.5.3	Condizioni di carico	87
7.5.4	Descrizione combinazioni di carico.....	88
7.5.5	Analisi della spinta e sollecitazioni.....	94

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Leggi e decreti

- [1] Legge n.1086 del 5.11.1971
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
G.U. n.321 del 21.12.1971
- [2] Legge n.64 del 2.2.1974
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
G.U. n.76 del 21.3.1974
- [3] Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14.01.2008
Norme tecniche per le costruzioni.
G.U. n.29 del 04.02.2008

Circolari

- [4] Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02.02.2009, n. 617
Istruzione per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Istruzioni Rete Ferroviaria Italiana (RFI)

- [5] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011
Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.
- [6] RFI DINIC MA CS 00 001 C del 20.09.2004
Manuale di progettazione – Corpo stradale.

Norme europee

- [7] UNI-EN 1991-2:2005 Eurocodice 1 (marzo 2005)
Azioni sulle strutture – Parte 2: carichi da traffico sui ponti.
- [8] UNI-EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2 (aprile 2006)
Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- [9] UNI-EN 1992-2:2006 Eurocodice 2 (gennaio 2006)
Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli.
- [10] UNI-EN 1997-1:2005 Eurocodice 7 (febbraio 2005)
Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

- [11] UNI-EN 1998-1:2005 Eurocodice 8 (marzo 2005)
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- [12] UNI-EN 1998-2 Eurocodice 8 (febbraio 2006)
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 2: Ponti.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

1 PREMESSE

Il presente elaborato, che costituisce parte integrante della “*progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia – Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre – Portogruaro*”, descrive l’analisi per il dimensionamento delle opere di sostegno e di attraversamento idraulico presenti nell’intervento in progetto.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di illustrare le modalità dell’analisi statica svolta per determinare il dimensionamento, a livello di progettazione definitiva, delle opere di sostegno e di attraversamento idraulico. Nel documento si riportano le descrizioni delle modalità di calcolo, l’individuazione dei carichi e le relative sollecitazioni agenti su tutti gli elementi costituenti i manufatti. Si riportano successivamente le verifiche di stabilità e scorrimento dei manufatti.

In particolare si distinguono le seguenti opere analizzate:

- Ponticello 1 - pk 17+027;
- Ponticello 2 - pk 17+281;

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Il presente documento è corredato dai seguenti elaborati grafici:

- OABT01 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+027: Planimetria e sezioni;
- OABT02 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+027: Carpenteria e particolari costruttivi;
- OACT01 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+281: Planimetria e sezioni;
- OACT02 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+281: Carpenteria e particolari costruttivi - Foglio 1 di 3;
- OACT03 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+281: Carpenteria e particolari costruttivi - Foglio 2 di 3;
- OACT04 – PROLUNGAMENTO PONTICELLO pk 17+281: Carpenteria e particolari costruttivi - Foglio 3 di 3;

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

4 INTERVENTO IN PROGETTO

In questo capitolo viene descritto sinteticamente il progetto, che si inserisce nell'ambito del complesso dei lavori diffusi di adeguamento della linea ferroviaria Venezia - Trieste, funzionali all'incremento della velocità di percorrenza a 180 - 200 km/h.

Il segmento di linea oggetto di questa progettazione si sviluppa tra il km 15+600 ed il km 17+800, della tratta Venezia Mestre – Portogruaro. In particolare si prevede la realizzazione di una variante planoaltimetrica fra il ponte sul fiume Sile ed il manufatto di attraversamento dello scolo San Giovanni, per uno sviluppo di circa 930 metri, che ricade interamente nel territorio del Comune di Roncade.

La modifica planimetrica del tracciato ha inizio in corrispondenza della spalla del ponte sul fiume Sile in sponda sinistra, alla pk 16+849.50, e termina alla nuova pk 17+780.80.

In questo tratto saranno aumentati i raggi di curvatura, con conseguente traslazione dei binari verso nord-ovest fino ad un massimo 15 metri circa, allargando il rilevato esistente. Per quanto riguarda il profilo altimetrico si prevede un alzamento del piano del ferro fino ad un massimo di 90 cm circa.

Il progetto prevede inoltre: la realizzazione di una nuova opera di contenimento del rilevato ferroviario lato nord, nel tratto limitrofo a via Principe, costituita da una paratia di pali tipo CFA sormontati da una trave di coronamento, che si sviluppa per una lunghezza di circa 116 m; il prolungamento di due ponticelli esistenti; la traslazione della strada poderale che corre attualmente al piede del rilevato ferroviario e dell'adiacente fosso, che fungerà anche da bacino di laminazione. È inoltre prevista, in prima fase, l'installazione di una barriera antirumore per una lunghezza di 120 m sul lato nord, in corrispondenza del nucleo abitato limitrofo alla ferrovia, e la realizzazione delle fondazioni per la messa in opera, in seconda fase, di altre barriere antirumore, sia sul lato nord che quello sud, per complessivi ulteriori 430 m circa.

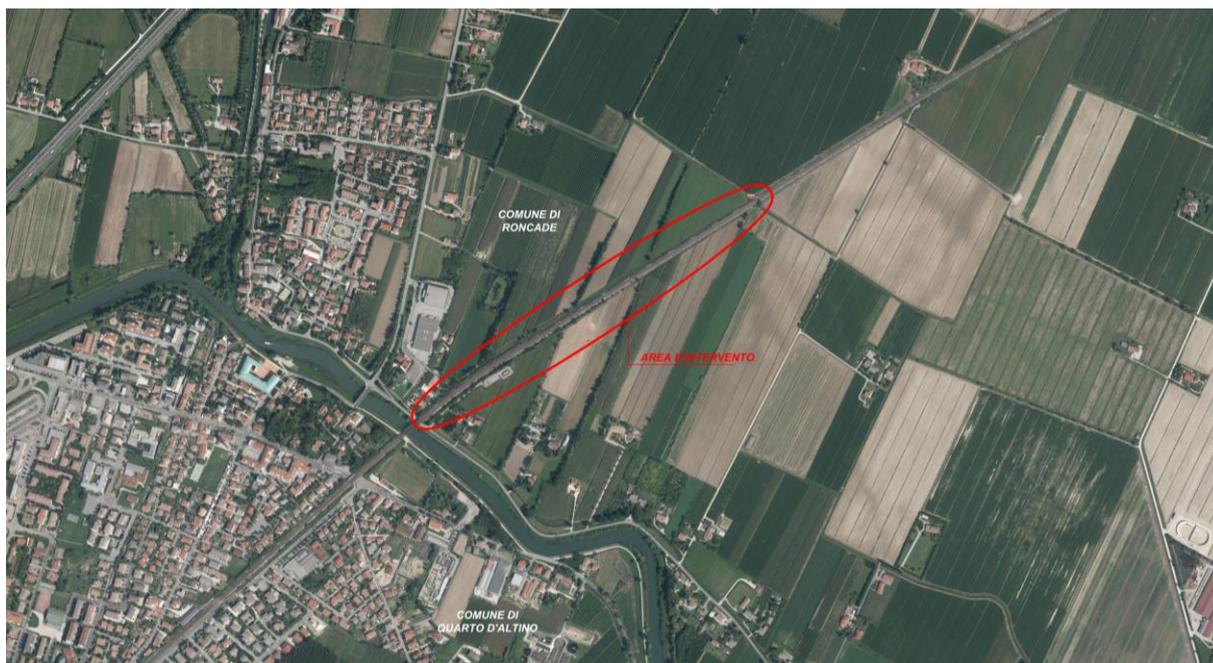


Figura 4-1 Individuazione dell'area di intervento

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

5 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE OPERE

Nel presente capitolo sono riportate le caratteristiche generali delle opere in oggetto. In particolare si individuano le specifiche normative e le caratteristiche dei materiali che dovranno essere utilizzate nell'analisi dei vari manufatti, nonché l'inquadramento sismico della zona di intervento.

5.1 Quadro normativo di riferimento

Le analisi e le verifiche di seguito documentate sono state svolte, in accordo a quanto prescritto nelle vigenti "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M.14/01/2008 (di seguito indicate con NTC), ricorrendo al metodo degli stati limite. Oltre a suddetta norma si è fatto riferimento al disciplinare RFI – Manuale di progettazione - Corpo stradale – per determinate prescrizioni, quando più restrittive rispetto alla Norma nazionale.

5.2 Caratteristiche dei materiali

Si riporta di seguito l'elenco con le caratteristiche principali dei materiali utilizzati per il dimensionamento dei vari elementi costituenti i manufatti.

5.2.1 Strutture in cemento armato

I materiali per le strutture in cemento armato sono in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 – D.M. 14/01/2008), UNI EN 206:2006 e UNI 11104:2004 "Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale".

Calcestruzzo

Il calcestruzzo ha le seguenti caratteristiche generali:

Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,2$
Coefficiente di espansione termica	$\alpha = 1,00 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$
Peso specifico (compresa l'armatura)	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Di seguito sono elencate le caratteristiche specifiche del calcestruzzo per i diversi tipi di impiego.

Solette

Classe di resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} \geq 29,05 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico secante	$E = 32.588 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC3

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Classe di consistenza	S4
Diametro massimo dell'aggregato	20 mm
Massimo rapporto A/C	0,45
Contenuto minimo di cemento	360 kg/m ³
Copriferro nominale	40 mm

Strutture in elevazione

Classe di resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} \geq 29,05 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico secante	$E = 32.588 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo dell'aggregato	24 mm
Massimo rapporto A/C	0,60
Contenuto minimo di cemento	360 kg/m ³
Copriferro nominale	40 mm

Strutture di fondazione

Classe di resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} \geq 29,05 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico secante	$E = 32.588 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo dell'aggregato	32 mm
Massimo rapporto A/C	0,60
Contenuto minimo di cemento	360 kg/m ³
Copriferro nominale	40 mm

Magrone di pulizia e livellamento

Classe di resistenza	C12/15
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} \geq 12,45 \text{ N/mm}^2$
Contenuto minimo di cemento	150 kg/m ³

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Acciaio per armatura lenta

L'acciaio ha le seguenti caratteristiche generali:

Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$
Coefficiente di espansione termica	$\alpha = 1,20 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$
Peso specifico	$\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$

Di seguito sono elencate le caratteristiche dell'acciaio per armatura lenta sono:

Barre

Tipo di acciaio	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Rapporto tensioni caratteristiche	$1,15 \leq (f_t/f_y)_k < 1,35$
Rapporto tensioni di snervamento	$(f_y/f_{y,nom})_k < 1,25$
Allungamento a carico massimo	$(A_{gt})_k \geq 7,5\%$

Reti elettrosaldate

Tipo di acciaio	B450A
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Rapporto tensioni caratteristiche	$(f_t/f_y)_k \geq 1,05$
Rapporto tensioni di snervamento	$(f_y/f_{y,nom})_k < 1,25$
Allungamento a carico massimo	$(A_{gt})_k \geq 2,5\%$

5.3 Metodi di calcolo e di verifica

La schematizzazione di calcolo delle strutture progettate, il calcolo dei parametri di sollecitazione e la valutazione delle tensioni e delle deformazioni, allo scopo di ottenere la garanzia di una sicurezza permanente e uniforme dell'opera, sono stati effettuati secondo i metodi della scienza delle costruzioni e della teoria dell'elasticità.

Si sono analizzate le combinazioni più sfavorevoli delle condizioni elementari di carico al fine di individuare i valori massimi e minimi delle sollecitazioni cercate.

5.3.1 Percentuale minima di armatura

Per la percentuale minima di armatura si considerano le prescrizioni delle NTC 2008 tenendo conto del tipo di sollecitazione agente sull'elemento.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

5.3.2 Copriferro

In accordo con il disciplinare RFI [6] il valore del copriferro minimo per tutti gli elementi costituenti i manufatti è di $c = 40$ mm.

5.3.3 Verifica di fessurazione

In accordo con disciplinare RFI [6] si considerano le aperture di fessure riportate in tabella 6.1 per gruppo di elemento strutturale a contatto permanente con il terreno.

Gruppi di elementi	Condizioni ambientali	Combinazione delle azioni	Armatura Poco sensibile	
			Stato limite	w_d
Fondazioni	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm
Elevazioni	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm
Solette	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq 0,1$ mm

Tabella 5-1 Stato limite di fessurazione

5.4 Codici di calcolo utilizzati

Le analisi sono state svolte ricorrendo ai seguenti codici di calcolo:

- MAX ver. 10.10g, Aztec Informatica, Corso Umberto – 87050 CASOLE BRUZIO (CS)
- RC-SEC ver. 8.8.1.400, GeoStru Software, via Lungomare – 89032 BIANCO (RC)
- Fogli di calcolo appositamente predisposti per specifiche verifiche con Office Excel 2007, Microsoft.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

5.5 Caratteristiche dell'opera strutturale

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'opera strutturale secondo quanto esposto nelle "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M. 14/01/2008 (NTC 2008) e in accordo con la relativa Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 per l'applicazione delle Nuove NTC.

5.5.1 Vita nominale

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

TIPI DI COSTRUZIONE	V_N (anni)
1 - Opere provvisorie	≤ 10
2 - Opere ordinarie	≥ 50
3 - Grandi opere	≥ 100

Tabella 5-2 Tipo e vita nominale V_N dell'opera (NTC 2008 – tabella 2.4.I)

Nel caso in studio è possibile fare riferimento al tipo 3 – Grandi opere - con vita nominale pari a:

$$V_N = 100 \text{ anni}$$

5.5.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso la classe d'uso dell'opera in oggetto è pari a IV (si veda § 2.4.2 NTC 2008).

5.5.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella 1.4.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 5-3: Valori del coefficiente d'uso C_U dell'opera (NTC 2008 – tabella 2.4.II)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \times 2,0 = 200 \text{ anni}$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

5.6 Inquadramento sismico

L'area di intervento 5 è sita nel comune di Roncade (TV) ed ha le seguenti caratteristiche:

SISTEMA DI COORDINATE		
	World Geodetic System 1984 WGS84	European Datum 1950 ED50
Latitudine	45°,582896	45°,583799
Longitudine	12°,378644	12°,379632

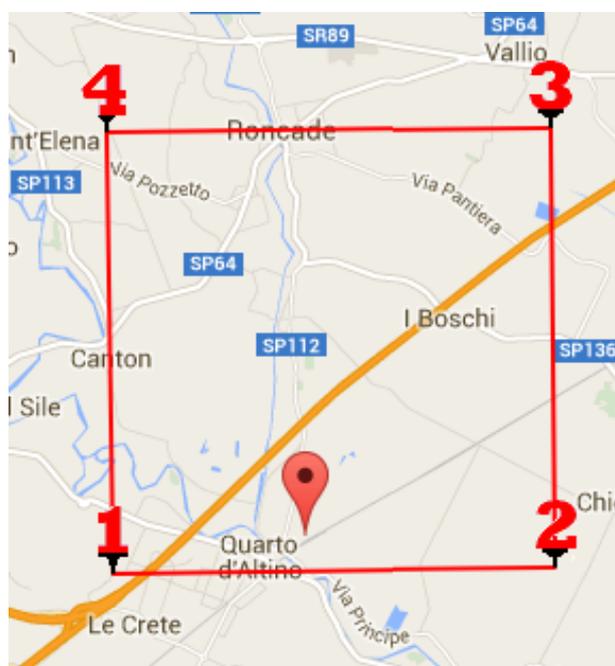


Figura 5.1 Maglia del reticolo di riferimento

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 12083	Lat: 45,5795	Lon: 12,3484	Distanza: 2474,335
Sito 2	ID: 12084	Lat: 45,5802	Lon: 12,4198	Distanza: 3150,714
Sito 3	ID: 11862	Lat: 45,6302	Lon: 12,4189	Distanza: 5991,198
Sito 4	ID: 11861	Lat: 45,6295	Lon: 12,3475	Distanza: 5663,554

Le coordinate sono espresse in ED50.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	200 anni
Coefficiente cu:	2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	120	[anni]
ag:	0,057	g
Fo:	2,544	
Tc*:	0,304	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	201	[anni]
ag:	0,071	g
Fo:	2,561	
Tc*:	0,322	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	1898	[anni]
ag:	0,160	g
Fo:	2,611	
Tc*:	0,394	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,175	g
Fo:	2,624	
Tc*:	0,399	[s]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Coefficienti Sismici:

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,560
St: 1,000
Kh: 0,015
Kv: 0,008
Amax: 0,839
Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,530
St: 1,000
Kh: 0,019
Kv: 0,010
Amax: 1,042
Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,056
Kv: 0,028
Amax: 2,275
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,420
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,060
Kv: 0,030
Amax: 2,437
Beta: 0,240

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

5.7 Caratterizzazione geotecnica e stratigrafica

Per la caratterizzazione geotecnica e stratigrafica si rimanda agli specifici documenti del progetto definitivo, in particolare agli elaborati:

- Relazione geologica
- Allegato 0 – Ubicazione delle prove penetrometriche, dei sondaggi e degli stendimenti geofisici
- Allegato 1 – Tabelle riassuntive Prove CPTU e Prove CPT
- Allegato 2 – Dati di Campagna CPTU
- Allegato 3 – Dati di Campagna CPT
- Allegato 4 – Grafici ed Elaborazioni Parametri Meccanici CPTU
- Allegato 5 – Grafici ed Elaborazioni Parametri Meccanici CPT
- Allegato 6 – Tabelle Sondaggi, Prove di laboratorio, Elaborazione SPT
- Allegato 7 – Elaborazione Prove Lefrac
- Allegato 8 – Elaborazione Prove di Dissipazione
- Allegato 9 – Risultati Tomografia Elettrica
- Allegato 10 – Elaborazione ReMI e Masw
- Allegato 11 – Modello stratigrafico
- Allegato 12 – Modello geotecnico
- Allegato 13 – Documentazione fotografica

In questi elaborati si trovano le indicazioni sui parametri sismici utilizzati ed esposti nel relativo paragrafo. Per la caratterizzazione del terreno per il Ponticello 1 si fa riferimento alla prova CPT0 mentre per il Ponticello 2 si considera la CPT6.

In particolare, da tutte le prove, si desume dal profilo del terreno indagato che vi è una zona di circa 1,50 m di profondità dal piano di campagna di materiale di riporto ghiaioso che andrà asportata per individuare il primo strato di terreno. La zona individuata di circa un metro è di caratteristiche argillose che dovrà essere trattata a calce per un doppio strato di 50+50 cm per renderne le caratteristiche idonee alla posa delle fondazioni dirette. Si riportano i valori indicativi per l'argilla tratta a calce sono

Densità terreno	$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Larghezza soletta	$c' = 12,0 \text{ kPa}$
Angolo di attrito	$\phi = 43,0^\circ$

Si indica che per la successiva fase di progetto debbano essere effettuate particolari indagini nelle zone di realizzazione dei manufatti per poter confermare le ipotesi utilizzate in questa fase di progettazione.

6 PONTICELLO 1 – PK 17+027

Nel presente capitolo si riporta l'analisi strutturale dell'allargamento del tombino idraulico (ponticello 1) posto alla progressiva 17+027,00 dello stato attuale (17+030,00 di progetto) del tracciato ferroviario.

6.1 Descrizione

Il nuovo ponticello, che per continuità con il manufatto esistente ha una altezza interna di 2,00 m, è posto per quasi la sua totalità esternamente al rilevato ferroviario e viene scavalcato da una strada poderale utilizzata anche per la manutenzione della linea ferroviaria. Oltre lo scatolare per contenere l'andamento dello scavalco stradale (pendenza 10%) sono necessari dei muri d'ala di larghezza 1,00 e dei muri andatori di altezza massima di 1,70 m.

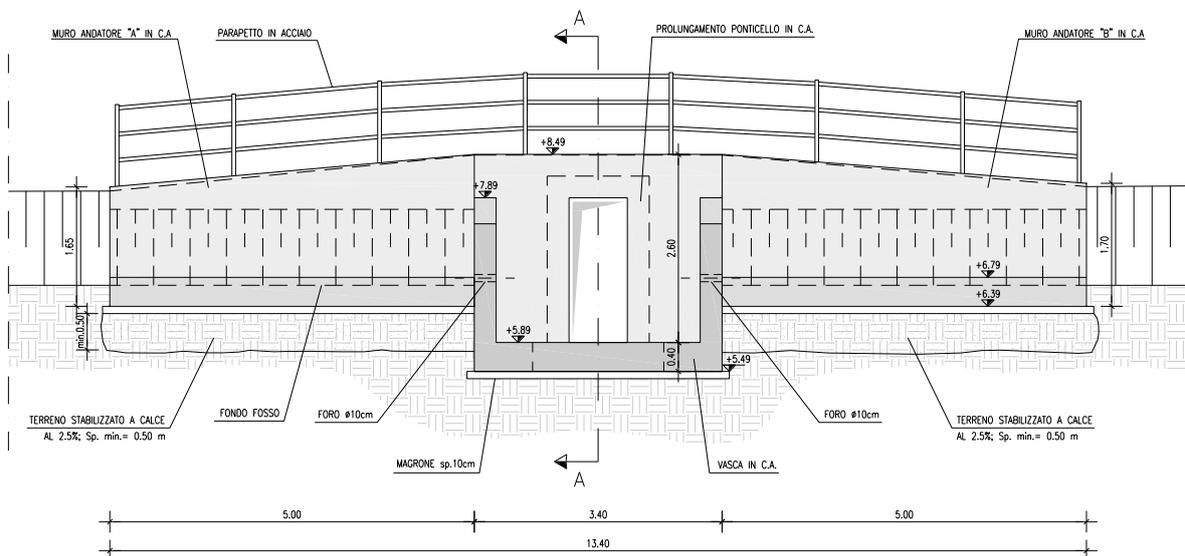


Figura 6.1: Prospetto – Ponticello 1

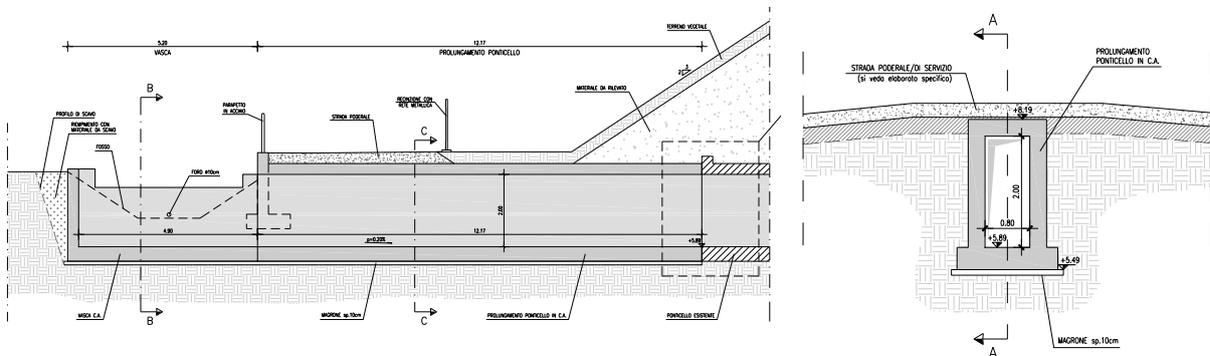


Figura 6.2 Sezioni – Ponticello 1

6.1.1 Sezione scatolare

Il manufatto è costituito da uno scatolare di dimensioni 2,70 m di altezza totale x 1,40 m di larghezza. Di seguito sono riportate le principali caratteristiche geometriche:

Altezza totale	$h_{tot} = 2,70 \text{ m}$
Larghezza traverso	$l_t = 1,40 \text{ m}$
Larghezza fondazione	$l_f = 1,80 \text{ m}$
Spessore traverso	$s_t = 0,30 \text{ m}$
Spessore fondazione	$s_f = 0,40 \text{ m}$

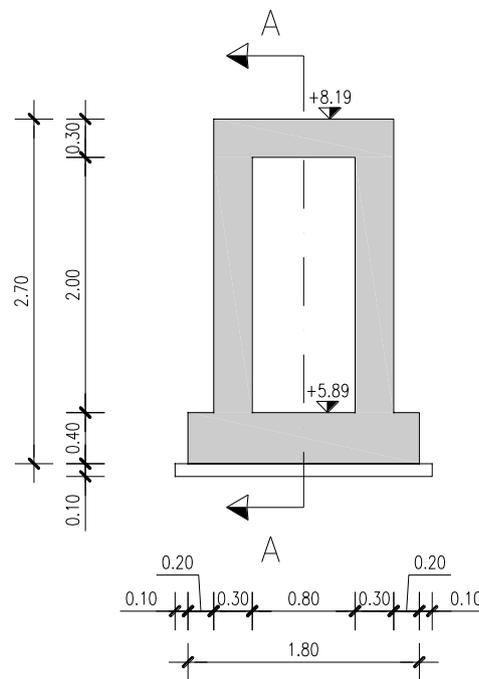


Figura 6.3 Sezione – Ponticello 1

6.1.2 Sezione muro andatore

Il muro andatore del Ponticello 1, ha le seguenti caratteristiche geometriche:

Altezza paramento	$h_p = 1,25 \div 1,70$ m
Altezza fondazione	$h_f = 0,40$ m
Spessore in testa	$s_t = 0,30$ m
Spessore alla base	$s_t = 0,30$ m
Lunghezza fondazione	$L = 1,20$ m

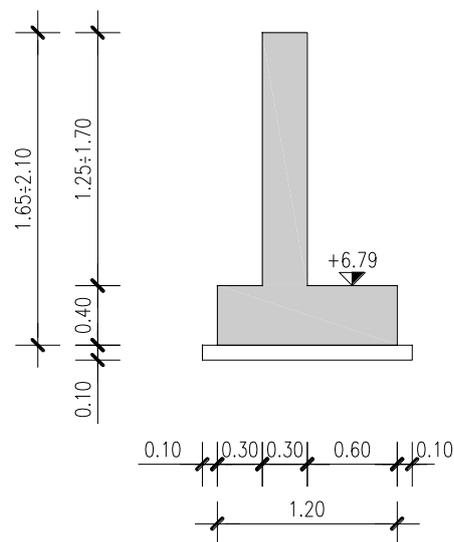


Figura 6.4 Sezione – Muro andatore

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.2 Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi agenti sul ponticello

6.2.1 Pesi propri e permanente portato

Nell'analisi si considera lo sviluppo del manufatto pari a 1,00 m.

Peso proprio

Sezione CA $p_{SA} = 2,34 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 58,50 \text{ kN/m}$

Permanente

Ricoprimento stradale $p_p = 0,30 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^2 = 6,30 \text{ kN/m}$

6.2.2 Accidentali da traffico veicolare

Sul ponticello si assume, a favore della sicurezza, che agisca un'impronta di carico per ponti di prima categoria. Vista la lunghezza limitata e considerando il dimensionamento a metro lineare si ottengono questi valori.

$$Q_{ik} = 150 \text{ kN su impronta di carico } 0,40 \times 0,40 \text{ m}$$

Considerando la diffusione a 45° sia nel ricoprimento che nella soletta l'impronta copre tutto lo sviluppo del manufatto.

Contemporaneamente agisce sia sulla soletta che sul terreno esterno un carico distribuito pari a:

$$q_{ik} = 9,00 \text{ kN/m}^2$$

Frenata

Per la frenata si considera il valore minore da norma distribuito solo su un metro di manufatto.

$$F = 180 \text{ kN/3m} = 60 \text{ kN/m}$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.3 Metodi di calcolo

Si riportano di seguito le ipotesi di calcolo utilizzate per la verifica del manufatto.

6.3.1 Analisi statica

Per la verifica dello scatolare si utilizza un foglio di calcolo (Excel) opportunamente predisposto che implementa il metodo degli elementi finiti (EF). Lo schema di calcolo che si adotta è quello di modello piano (stato di deformazione piana) essendo l'opera sufficientemente lunga da rendere trascurabili gli effetti di bordo. Il sistema si riduce quindi ad un insieme di aste che interagiscono con il terreno, modellato attraverso un letto di molle elastiche verticali (modello alla Winkler). Per garantire la stabilità del modello anche sotto l'azione di spinte orizzontali dissimetriche (ad esempio il sisma) è necessario ricorrere anche a vincoli orizzontali. Nel modello si è scelto di applicare ad ogni nodo della fondazione una molla orizzontale di rigidezza pari alla metà di quella verticale. La disposizione di tali vincoli non è in genere molto rilevante ai fini dei risultati delle analisi.

Nel caso in esame si è assunta una costante di sottofondo pari a $k_s = 100.000 \text{ kN/m}^3$

Le spinte del terreno sono calcolate considerando le pareti impedite di muoversi adottando il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$k_{st} = k_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 35^\circ = 0,43$$

Per la diffusione dei carichi sulla soletta, a favore della sicurezza, si considera la sola larghezza di un metro e non quella effettiva di diffusione.

6.3.2 Analisi sismica - Metodo di Wood

Anche per l'azione sismica si fa riferimento a metodi che ipotizzano pareti rigide come il metodo di Wood. La sovraspinta sismica quindi vale:

$$\Delta S = \frac{a_g}{g} \cdot S_{str} \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{0,160g}{g} \times 1,45 \times 19,0 \times (2,00 + 0,30)^2 = 23,32 \text{ kN/m}$$

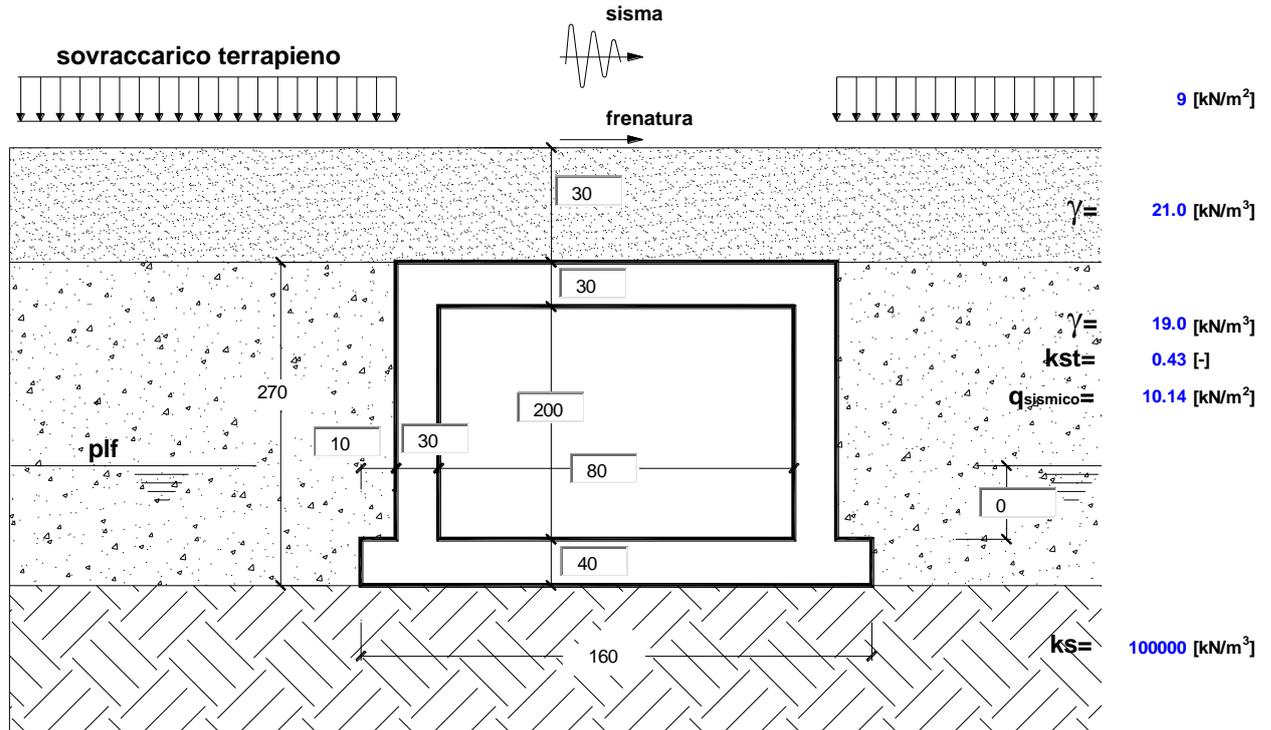
$$q_{sism} = \Delta S / h = 23,32 / 2,30 = 10,14 \text{ kN/m}^2$$

6.4 Analisi scatolare

Si riporta di seguito l'analisi dello scatolare in esame.

6.4.1 Parametri di analisi

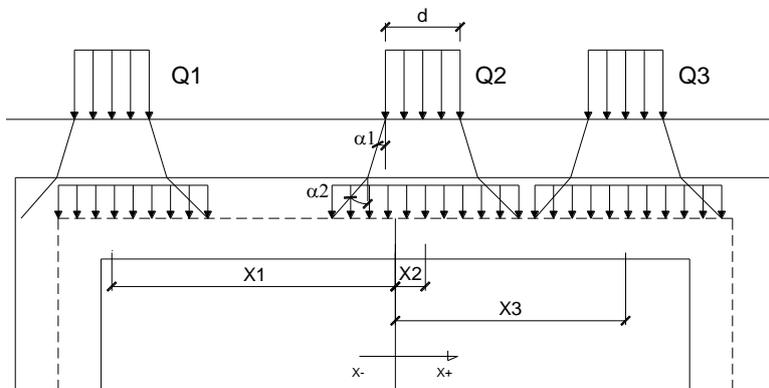
I parametri per l'analisi dello scatolare sono i seguenti:



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls	E	3.26E+07 [kN/m²]	γcls	25 [kN/m³]
acc. sismica or.	kh	0.06 [-]	γw	10 [kN/m³]

F frenatura 60 [kN/m]



SOVRACCARICHI

angolo di diffusione nel ricoprimento	α1 [°]	45
angolo di diffusione nella soletta	α2 [°]	45
CONDIZIONI DI CARICO		
impronta del carico	d [m]	A 0.40 B 0.40
area influenza long.	l [m]	A 1.00 B 1.00
Carico 1	Q1 [kN]	A 150 B 150
	X1 [m]	A 0 B 0.4
Carico 2	Q2 [kN]	A 0 B 0
	X2 [m]	A 0 B 0
Carico 3	Q3 [kN]	A 0 B 0
	X3 [m]	A 0 B 0
Carico distribuito	[kN/m]	A 9 B 9

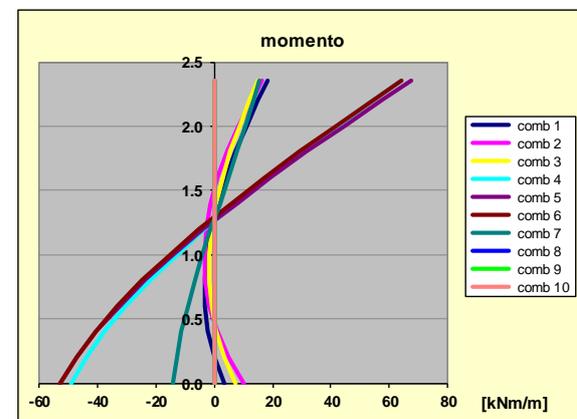
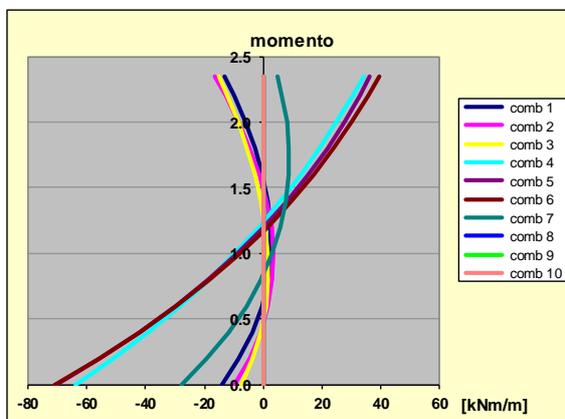
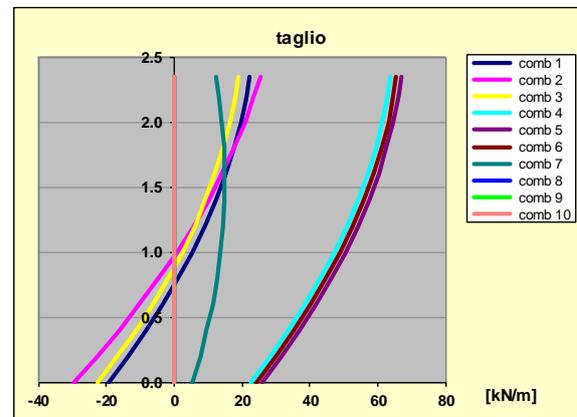
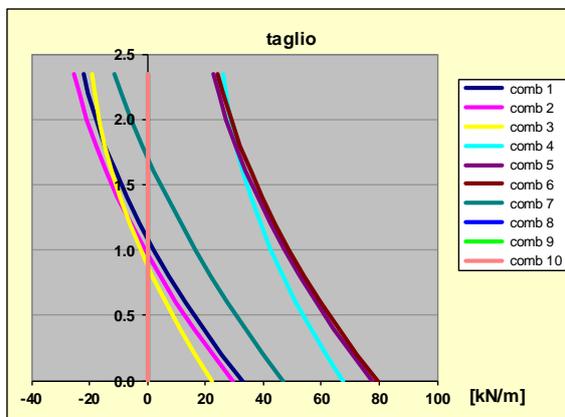
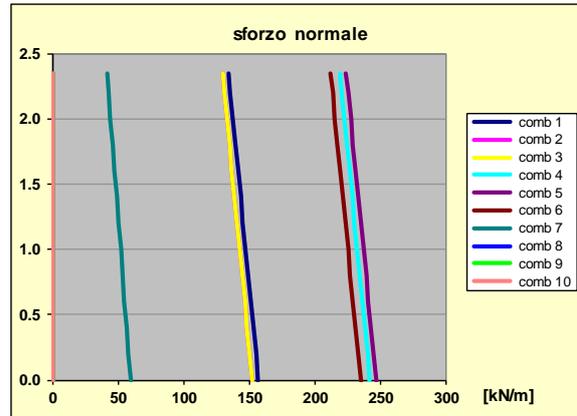
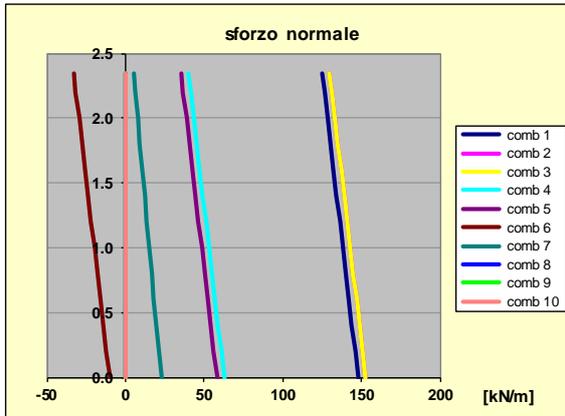
Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.4.2 Combinazioni di carico

Si riportano le combinazioni di carico analizzate.

condizioni di carico	combinazioni di carico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1			
falda + spinta terreno	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1			
sovaccarico A	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		0.2			
sovaccarico B						1.5				
sovaccarico terreno sn	1.5	1.5			1.5	1.5	0.2			
sovaccarico terreno dx		1.5								
frenatura				1.5	1.5	1.5				
sisma							1			

PARETI



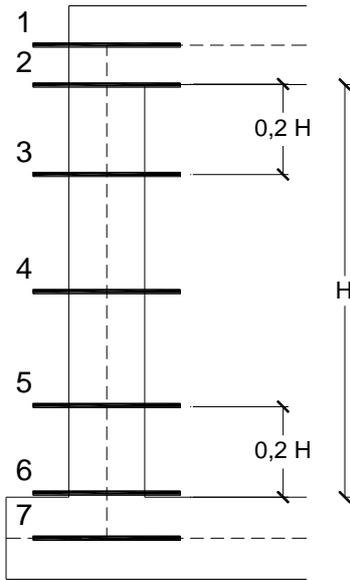
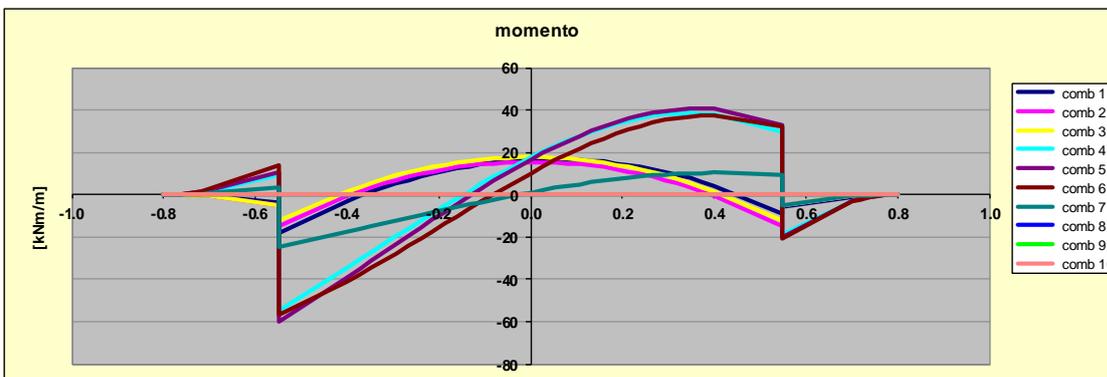
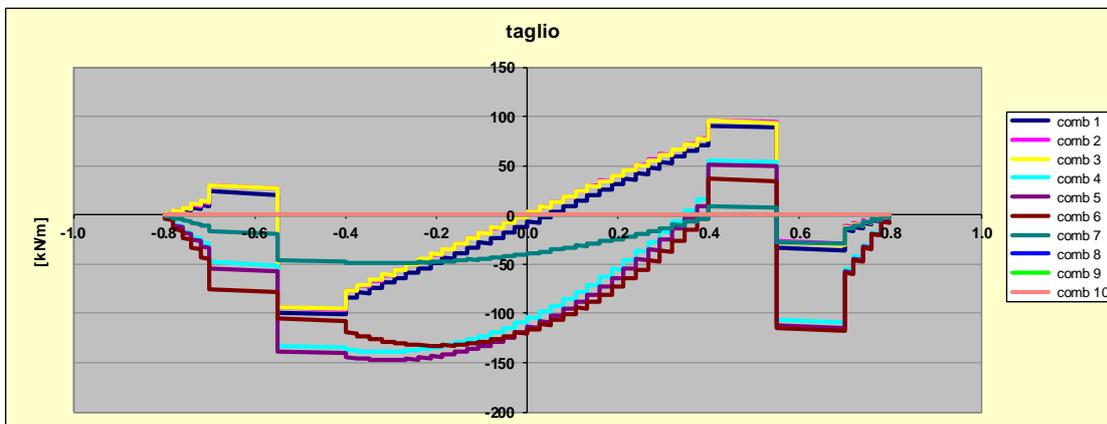
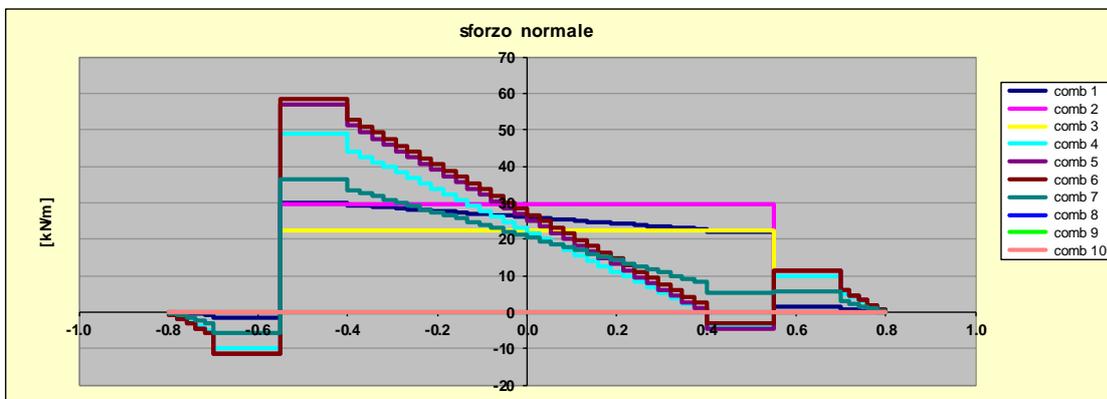
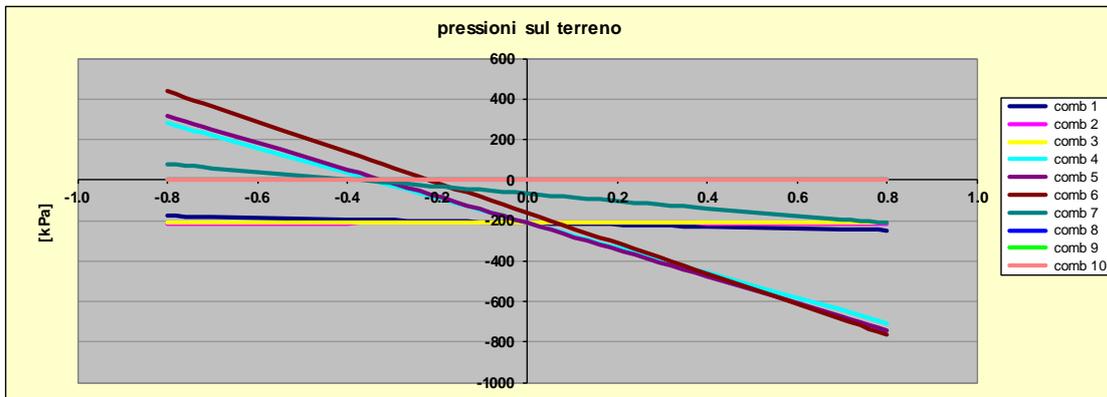


TABELLA DI RIEPILOGO

parete sn (asta 45)																					
y	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6			comb 7		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
2.350	125.130	-22.145	-13.127	129.792	-25.350	-16.491	129.792	-18.940	-14.892	39.991	26.060	34.499	35.329	22.855	36.263	-32.894	24.385	39.306	5.129	-11.470	4.928
2.200	126.592	-20.398	-9.934	131.255	-23.592	-12.817	131.255	-18.053	-12.114	41.454	26.947	30.526	36.791	24.612	32.706	-31.432	26.142	35.519	6.254	-9.088	6.472
2.000	128.542	-17.673	-6.121	133.205	-20.877	-8.363	133.205	-16.499	-8.652	43.404	28.501	24.989	38.741	27.327	27.519	-29.482	28.857	30.026	7.754	-5.825	7.949
1.800	130.492	-14.533	-2.893	135.155	-17.738	-4.495	135.155	-14.521	-5.543	45.354	30.479	19.098	40.691	30.467	21.747	-27.532	31.997	23.948	9.254	-1.836	8.701
1.600	132.442	-10.968	-0.336	137.105	-14.173	-1.297	137.105	-12.117	-2.872	47.304	32.883	12.768	42.641	34.032	15.304	-25.582	35.562	17.199	10.754	2.279	8.662
1.400	134.392	-6.978	1.465	139.055	-10.183	1.146	139.055	-9.288	-0.724	49.254	35.712	5.916	44.591	38.022	8.106	-23.632	39.552	9.695	12.254	6.722	7.767
1.200	136.342	-2.564	2.427	141.005	-6.769	2.748	141.005	-6.035	0.815	51.204	38.965	-1.545	46.541	42.436	0.067	-19.732	43.966	1.350	13.754	11.491	5.951
1.000	138.292	2.275	2.463	142.955	-0.930	3.425	142.955	-2.357	1.661	53.154	42.643	-9.698	48.491	47.275	-8.897	-19.732	48.805	-7.920	15.254	16.588	3.149
0.800	140.242	7.539	1.488	144.905	4.334	3.092	144.905	1.746	1.729	55.104	46.746	-18.630	50.441	52.539	-18.871	-17.782	54.069	-18.200	16.754	22.011	-0.706
0.600	142.192	13.228	-0.591	146.855	10.023	1.663	146.855	6.274	0.934	57.054	51.274	-28.425	52.391	58.228	-29.941	-15.832	59.759	-29.576	18.254	27.760	-5.677
0.400	144.142	19.342	-3.831	148.805	16.137	-0.946	148.805	11.227	-0.809	59.004	56.227	-39.168	54.341	64.342	-42.191	-13.882	65.872	-42.132	19.754	33.837	-11.832
0.200	146.092	25.880	-8.346	150.755	22.676	-4.820	150.755	16.605	-3.585	60.954	61.605	-50.944	56.291	70.880	-55.706	-11.932	72.410	-55.953	21.254	40.240	-19.234
0.000	148.042	32.844	-14.212	152.705	29.639	-10.044	152.705	22.407	-7.479	62.904	67.407	-63.838	58.241	77.844	-70.571	-9.982	79.374	-71.125	22.754	46.971	-27.950
parete dx (asta 46)																					
y	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6			comb 7		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
2.350	134.454	22.145	18.256	129.792	25.350	16.491	129.792	18.940	14.892	219.593	63.940	64.282	224.255	67.145	67.646	212.543	65.615	64.365	42.031	12.320	15.368
2.200	135.917	21.258	14.998	131.254	23.592	12.817	131.254	18.053	12.114	221.055	63.053	54.755	225.718	66.258	57.638	214.006	64.728	54.587	43.156	13.222	13.450
2.000	137.867	19.704	10.894	133.204	20.877	8.363	133.204	16.499	8.652	223.005	61.499	42.292	227.668	64.704	44.535	215.956	63.174	41.789	44.656	14.138	10.708
1.800	139.817	17.725	7.144	135.154	17.738	4.495	135.154	14.521	5.543	224.955	59.521	30.183	229.618	62.725	31.785	217.906	61.195	29.345	46.156	14.728	7.816
1.600	141.767	15.322	3.832	137.104	14.173	1.297	137.104	12.117	2.872	226.905	57.117	18.512	231.568	60.322	19.473	219.856	58.792	17.339	47.656	14.991	4.839
1.400	143.717	12.493	1.044	139.054	10.183	-1.146	139.054	9.288	0.724	228.855	54.288	7.365	233.518	57.493	7.684	221.806	55.963	5.857	49.156	14.927	1.841
1.200	145.667	9.240	-1.137	141.004	5.769	-2.748	141.004	6.035	-0.815	230.805	51.035	-3.175	235.468	54.240	-3.496	223.756	52.710	-5.017	50.656	14.537	-1.110
1.000	147.617	5.562	-2.624	142.954	0.930	-3.425	142.954	2.357	-1.661	232.755	47.357	-13.021	237.418	50.562	-13.983	225.706	49.032	-15.199	52.156	13.819	-3.951
0.800	149.567	1.459	-3.333	144.904	-4.334	-3.092	144.904	-1.746	-1.729	234.705	43.254	-22.069	239.368	46.459	-23.692	227.656	44.326	-24.602	53.656	12.775	-6.616
0.600	151.517	-3.069	-3.179	146.854	-10.023	-1.663	146.854	-6.274	-0.934	236.655	38.726	-30.294	241.518	41.331	-32.538	229.606	40.401	-33.142	55.156	11.404	-9.040
0.400	153.467	-8.022	-2.077	148.804	-16.137	0.946	148.804	-11.227	0.809	238.605	33.773	-37.551	243.268	36.978	-40.436	231.556	35.448	-40.734	56.656	9.706	-11.156
0.200	155.417	-13.400	0.058	150.754	-22.676	4.820	150.754	-16.605	3.585	240.555	28.395	-43.775	245.218	31.600	-47.301	233.506	30.070	-47.293	58.156	7.682	-12.900
0.000	157.367	-19.202	3.311	152.704	-29.639	10.044	152.704	-22.407	7.479	242.505	22.593	-48.881	247.168	25.798	-53.048	235.456	24.268	-52.733	59.656	5.330	-14.207

FONDAZIONE



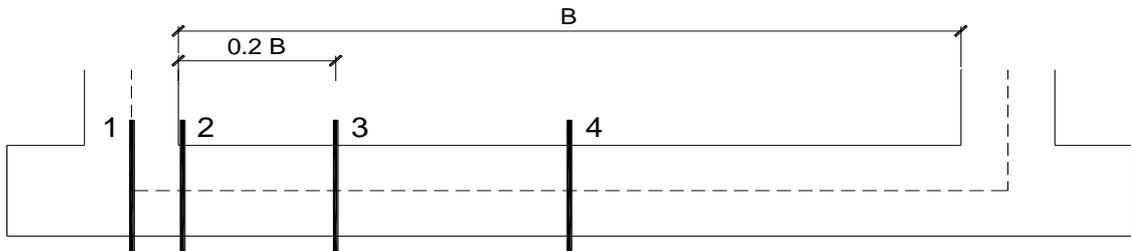


TABELLA DI RIEPILOGO

fondazione	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6			comb 7		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
-8.00	-0.086	1.786	0.000	-0.001	2.144	0.000	0.000	2.129	0.000	-0.563	-2.803	0.000	-0.648	-3.146	0.000	-0.648	-4.379	0.000	-0.327	-0.777	0.000
-7.80	-0.086	0.217	-0.020	-0.001	0.575	-0.027	0.000	0.786	-0.029	-0.563	-4.146	0.069	-0.648	-4.715	0.079	-0.648	-5.947	0.103	-0.327	-1.840	0.026
-7.60	-0.257	3.806	-0.020	-0.002	4.862	-0.027	-0.001	5.043	-0.029	-1.689	-9.505	0.069	-1.945	-10.742	0.079	-1.945	-14.403	0.103	-0.927	-3.321	0.026
-7.60	-0.257	2.238	-0.080	-0.002	3.294	-0.109	-0.001	3.700	-0.117	-1.689	-10.848	0.273	-1.945	-12.311	0.309	-1.945	-15.972	0.407	-0.962	-4.384	0.103
-7.60	-0.429	5.843	-0.080	-0.003	7.580	-0.109	-0.002	7.957	-0.117	-2.815	-15.960	0.273	-3.242	-18.074	0.309	-3.242	-24.127	0.407	-1.637	-5.792	0.103
-7.40	-0.429	4.275	-0.182	-0.003	6.012	-0.245	-0.002	6.613	-0.262	-2.815	-17.303	0.606	-3.242	-19.642	0.686	-3.242	-25.695	0.905	-1.637	-6.855	0.230
-7.40	-0.601	7.897	-0.182	-0.004	10.298	-0.245	-0.003	10.869	-0.262	-3.941	-22.168	0.606	-4.539	-25.140	0.686	-4.539	-33.548	0.905	-2.292	-8.189	0.230
-7.20	-0.601	6.329	-0.324	-0.004	8.730	-0.435	-0.003	9.526	-0.466	-3.941	-23.512	1.062	-4.539	-26.709	1.205	-4.539	-35.116	1.592	-2.292	-9.252	0.404
-7.20	-0.772	9.968	-0.324	-0.006	13.015	-0.435	-0.004	13.781	-0.466	-5.068	-28.129	1.062	-5.836	-31.942	1.205	-5.836	-42.668	1.592	-2.946	-10.512	0.404
-7.00	-0.772	8.400	-0.508	-0.006	11.447	-0.680	-0.004	12.438	-0.728	-5.068	-29.473	1.638	-5.836	-33.510	1.859	-5.836	-44.236	2.461	-2.946	-11.576	0.625
-7.00	-1.502	23.939	-0.508	-0.011	29.657	-0.680	-0.008	30.518	-0.728	-9.854	-48.049	1.638	-11.347	-54.628	1.859	-11.347	-75.049	2.461	-5.729	-16.620	0.625
-5.50	-1.502	20.681	-3.756	-0.011	26.398	-4.786	-0.008	27.484	-4.997	-9.854	-51.083	9.158	-11.347	-57.886	10.396	-11.347	-78.307	14.061	-5.729	-18.983	3.360
-5.50	30.054	-96.987	-17.968	29.619	-94.205	-14.830	22.392	-93.363	-12.476	49.106	-132.874	-54.684	56.769	-138.497	-60.175	58.298	-105.731	-57.064	36.330	-46.507	-24.590
-4.00	30.054	-100.937	-2.973	29.619	-96.155	-0.553	22.392	-95.313	1.675	49.106	-134.824	-34.606	56.769	-140.447	-39.254	58.298	-107.681	-41.058	36.330	-48.607	-17.501
-4.00	29.298	-83.676	-2.973	29.615	-77.278	-0.553	22.389	-76.588	1.675	44.134	-137.787	-34.606	51.043	-144.875	-39.254	52.572	-119.740	-41.058	33.440	-48.393	-17.501
-3.73	29.298	-84.022	-0.737	29.615	-77.625	1.512	22.389	-76.935	3.722	44.134	-138.134	-30.927	51.043	-145.221	-35.386	52.572	-120.098	-37.860	33.440	-48.660	-16.207
-3.73	29.069	-78.782	-0.737	29.614	-71.928	1.512	22.388	-71.284	3.722	42.634	-138.592	-30.927	49.315	-146.090	-35.386	50.844	-123.193	-37.860	32.568	-48.647	-16.207
-3.47	29.069	-79.129	1.368	29.614	-72.275	3.435	22.388	-71.631	5.627	42.634	-138.939	-27.227	49.315	-146.437	-31.486	50.844	-123.540	-34.570	32.568	-48.914	-14.906
-3.47	28.841	-73.859	1.368	29.613	-66.580	3.435	22.387	-65.982	5.627	41.133	-138.961	-27.227	47.587	-146.838	-31.486	49.116	-126.114	-34.570	31.695	-48.772	-14.906
-3.20	28.841	-74.206	3.342	29.613	-66.926	5.215	22.387	-66.329	7.391	41.133	-139.308	-23.517	47.587	-147.185	-27.566	49.116	-126.460	-31.203	31.695	-49.038	-13.602
-3.20	28.613	-68.907	3.342	29.612	-61.233	5.215	22.386	-60.682	7.391	39.632	-138.894	-23.517	45.859	-147.119	-27.566	47.388	-128.502	-31.203	30.823	-48.768	-13.602
-2.93	28.613	-69.254	5.184	29.612	-61.579	6.853	22.386	-61.029	9.014	39.632	-139.241	-19.808	45.859	-147.466	-23.638	47.388	-128.848	-27.771	30.823	-49.034	-12.298
-2.93	28.385	-63.925	5.184	29.611	-55.887	6.853	22.386	-55.384	9.014	38.132	-138.392	-19.808	44.131	-146.933	-23.638	45.660	-130.358	-27.771	29.951	-48.635	-12.298
-2.67	28.385	-64.272	6.894	29.611	-56.234	8.348	22.386	-55.730	10.496	38.132	-138.738	-16.113	44.131	-147.280	-19.715	45.660	-130.704	-24.291	29.951	-48.901	-10.998
-2.67	28.157	-58.914	6.894	29.610	-50.543	8.348	22.385	-50.087	10.496	36.313	-137.454	-16.113	42.403	-146.281	-19.715	43.932	-131.681	-24.291	29.951	-48.373	-10.998
-2.40	28.157	-59.261	8.469	29.610	-50.890	9.700	22.385	-50.434	11.836	36.313	-137.800	-12.443	42.403	-146.628	-15.810	43.932	-132.028	-20.775	29.079	-48.640	-9.704
-2.40	27.929	-53.874	8.469	29.609	-45.201	9.700	22.384	-44.792	11.836	35.131	-136.081	-12.443	40.676	-145.163	-15.810	42.204	-132.473	-20.775	28.207	-47.983	-9.704
-2.13	27.929	-54.220	9.911	29.609	-45.547	10.910	22.384	-45.138	13.035	35.131	-136.427	-8.810	40.676	-145.509	-11.934	42.204	-132.820	-17.237	28.207	-48.250	-8.421
-2.13	27.701	-48.804	9.911	29.608	-39.859	10.910	22.384	-39.498	13.035	33.631	-134.273	-8.810	38.948	-143.578	-11.934	40.476	-132.734	-17.237	27.335	-47.464	-8.421
-1.87	27.701	-49.150	11.217	29.608	-40.206	11.978	22.384	-39.845	14.093	33.631	-134.619	-5.225	38.948	-143.925	-8.101	40.476	-133.081	-13.693	27.335	-47.761	-7.152
-1.87	27.473	-43.704	11.217	29.608	-34.519	11.978	22.383	-34.206	14.093	32.131	-132.030	-5.225	37.220	-141.528	-8.101	38.749	-132.463	-13.693	26.463	-46.817	-7.152
-1.60	27.473	-44.050	12.387	29.608	-34.866	12.903	22.383	-34.552	15.010	32.131	-132.377	-1.699	37.220	-141.874	-4.322	38.749	-132.810	-10.156	26.463	-47.084	-5.900
-1.60	27.245	-38.574	12.387	29.607	-29.180	12.903	22.383	-28.915	15.010	30.631	-129.352	-1.699	35.493	-139.011	-4.322	37.022	-131.661	-10.156	25.591	-46.042	-5.900
-1.33	27.245	-38.921	13.240	29.607	-29.527	13.686	22.383	-29.261	15.785	30.631	-129.699	-1.755	35.493	-139.358	-6.641	37.022	-132.008	-6.641	25.591	-46.309	-4.668
-1.33	27.018	-33.414	13.240	29.607	-23.842	13.686	22.383	-23.625	15.785	29.131	-126.240	1.755	33.786	-136.029	-0.610	35.294	-130.328	-6.641	24.719	-45.138	-4.668
-1.07	27.018	-33.761	14.316	29.607	-24.189	14.326	22.383	-23.971	16.420	29.131	-126.586	5.126	33.786	-136.376	3.022	35.294	-130.676	-3.180	24.719	-45.405	-3.461
-1.07	26.790	-28.224	14.316	29.607	-18.504	14.326	22.383	-18.335	16.420	27.631	-122.692	5.126	32.039	-132.581	3.022	33.567	-128.465	-3.180	23.847	-44.107	-3.461
-0.80	26.790	-28.571	15.073	29.607	-18.851	14.824	22.383	-18.682	16.913	27.631	-123.039	8.402	32.039	-132.928	6.562	33.567	-128.811	0.270	23.847	-44.373	-2.281
-0.80	26.563	-23.004	15.073	29.606	-13.168	14.824	22.382	-13.047	16.913	26.131	-118.710	8.402	30.312	-128.667	6.562	31.840	-126.070	0.270	22.976	-42.947	-2.281
-0.53	26.563	-23.351	15.691	29.606	-13.514	15.180	22.382	-13.393	17.266	26.131	-119.056	11.573	30.312	-129.014	9.998	31.840	-126.417	3.636	22.976	-43.214	-1.133
-0.53	26.335	-17.754	15.691	29.606	-7.831	15.180	22.382	-7.758	17.266	24.632	-114.292	11.573	28.585	-124.288	9.998	30.113	-123.144	3.636	22.074	-41.659	-1.133
-0.27	26.335	-18.100	16.169	29.606	-8.178	15.393	22.382	-8.105	17.477	24.632	-114.639	14.625	28.585	-124.634	13.316	30.113	-123.491	6.925	22.104	-41.926	-0.018
-0.27	26.108	-12.472	16.169	29.606	-2.495	15.393	22.382	-2.471	17.477	23.132	-109.440	14.625	26.858	-119.442	13.316	28.386	-119.688	6.925	21.233	-40.263	-0.018
0.000	26.108	-12.819	16.506	29.606	-2.841	15.464	22.382	-2.817	17.548	23.132	-109.787	17.548	26.858	-119.788	16.506	28.386	-120.034	10.121	21.233	-40.510	1.059
0.000	25.881	-7.160	16.506	29.606	2.841	15.464	22.382	2.817	17.548	21.632	-104.152	17.548	25.131	-114.130	16.506	26.859	-115.700	10.121	20.361	-38.699	1.059
0.027	25.881	-7.507	16.702	29.606	2.495	15.393	22.382	2.471	17.477	21.632	-104.499	20.330	25.131	-114.476	16.506	26.659	-116.047	13.211	20.361	-38.966	2.094
0.027	25.653	-1.817	16.702	29.606	8.178	15.393	22.382	8.105	17.477	20.133	-98.429	20.330	23.404	-108.351	19.554	24.932	-111.181	13.211	19.490	-37.027	2.094
0.053	25.653	-2.164	16.755	29.606	7.831	15.180	22.382	7.758	17.266	20.133	-98.776	22.959	23.404	-108.698	22.448	24.932	-111.528	16.181	19.490	-37.294	3.085
0.053																					

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.4.4 Pressioni

Si riportano i valori delle pressioni della fondazione sul terreno (kPa).

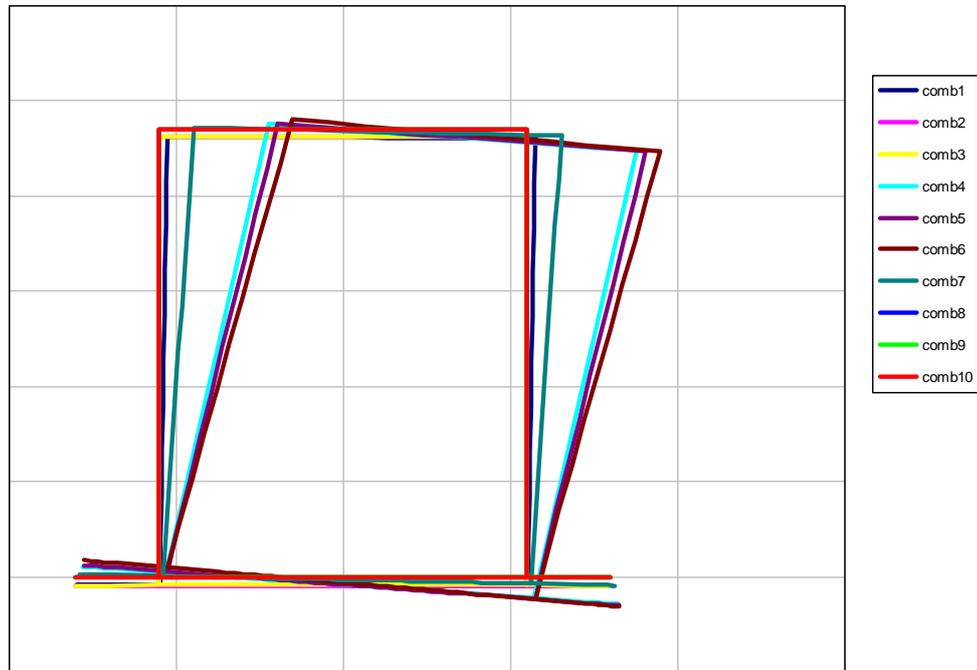
fondazione	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6	comb 7
x	[kPa]						
-0.800	-178.578	-214.377	-212.918	280.284	314.623	437.890	77.705
-0.780	-179.426	-214.349	-212.876	267.937	301.387	422.813	74.033
-0.760	-180.274	-214.321	-212.834	255.590	288.151	407.735	70.361
-0.740	-181.121	-214.292	-212.792	243.243	274.914	392.658	66.689
-0.720	-181.969	-214.264	-212.751	230.896	261.677	377.580	63.017
-0.700	-182.817	-214.236	-212.709	218.548	248.440	362.501	59.345
-0.550	-189.163	-214.009	-212.380	125.915	149.132	249.372	31.794
-0.400	-195.407	-213.695	-211.977	33.550	50.120	136.512	4.372
-0.373	-196.508	-213.633	-211.902	17.184	32.579	116.509	-0.477
-0.347	-197.608	-213.571	-211.829	0.831	15.052	96.522	-5.319
-0.320	-198.709	-213.511	-211.758	-15.511	-2.462	76.550	-10.155
-0.293	-199.811	-213.453	-211.691	-31.844	-19.964	56.589	-14.985
-0.267	-200.915	-213.398	-211.626	-48.169	-37.457	36.641	-19.811
-0.240	-202.022	-213.346	-211.566	-64.487	-54.942	16.702	-24.632
-0.213	-203.132	-213.299	-211.511	-80.799	-72.420	-3.228	-29.449
-0.187	-204.247	-213.255	-211.462	-97.109	-89.894	-23.151	-34.262
-0.160	-205.366	-213.217	-211.418	-113.416	-107.364	-43.069	-39.073
-0.133	-206.490	-213.184	-211.380	-129.722	-124.832	-62.982	-43.881
-0.107	-207.619	-213.156	-211.348	-146.029	-142.300	-82.893	-48.687
-0.080	-208.755	-213.135	-211.324	-162.338	-159.769	-102.802	-53.492
-0.053	-209.896	-213.119	-211.306	-178.651	-177.241	-122.712	-58.296
-0.027	-211.044	-213.109	-211.295	-194.968	-194.717	-142.623	-63.099
0.000	-212.199	-213.106	-211.292	-211.292	-212.199	-162.537	-67.902
0.027	-213.360	-213.109	-211.295	-227.622	-229.687	-182.455	-72.706
0.053	-214.529	-213.119	-211.306	-243.961	-247.184	-202.378	-77.511
0.080	-215.704	-213.135	-211.324	-260.309	-264.689	-222.308	-82.317
0.107	-216.885	-213.156	-211.348	-276.668	-282.205	-242.246	-87.124
0.133	-218.074	-213.184	-211.380	-293.038	-299.732	-262.192	-91.934
0.160	-219.269	-213.217	-211.418	-309.420	-317.271	-282.149	-96.746
0.187	-220.470	-213.255	-211.462	-325.815	-334.823	-302.116	-101.560
0.213	-221.678	-213.299	-211.511	-342.223	-352.390	-322.095	-106.378
0.240	-222.891	-213.346	-211.566	-358.646	-369.971	-342.087	-111.199
0.267	-224.110	-213.398	-211.626	-375.084	-387.567	-362.092	-116.023
0.293	-225.333	-213.453	-211.691	-391.537	-405.180	-382.110	-120.851
0.320	-226.561	-213.511	-211.758	-408.005	-422.808	-402.144	-125.683
0.347	-227.793	-213.571	-211.829	-424.489	-440.453	-422.191	-130.518
0.373	-229.027	-213.633	-211.902	-440.989	-458.114	-442.254	-135.358
0.400	-230.264	-213.695	-211.977	-457.504	-475.792	-462.332	-140.202
0.550	-237.226	-214.009	-212.380	-550.675	-575.521	-575.545	-167.526
0.700	-244.128	-214.236	-212.709	-643.966	-675.385	-688.879	-194.889
0.720	-245.046	-214.264	-212.751	-656.397	-688.692	-703.982	-198.535
0.740	-245.964	-214.292	-212.792	-668.828	-701.999	-719.084	-202.181
0.760	-246.881	-214.321	-212.834	-681.258	-715.305	-734.187	-205.827
0.780	-247.799	-214.349	-212.876	-693.688	-728.611	-749.289	-209.473
0.800	-248.716	-214.377	-212.918	-706.119	-741.918	-764.391	-213.120

6.4.5 Spostamenti

Si riportano i valori degli spostamenti agenti sugli elementi del manufatto (m).

coordinate		spostamenti condizioni elementari															
x	y	1	2	3	4	5sn	5dx	6	7	8	9	10	11	12	13		
		Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy		
-0.8	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	6.59E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.00019	0.000114	0.000229	-0.00011	-0.00024	0.00075	0.003288	0.000642	0.001407
-0.78	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	6.2E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.0002	0.000114	0.000223	-0.00011	-0.00023	0.00075	0.003205	0.000642	0.001372
-0.76	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	5.8E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.00021	0.000114	0.000217	-0.00011	-0.00023	0.00075	0.003123	0.000642	0.001337
-0.74	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	5.41E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.00022	0.000114	0.000211	-0.00011	-0.00022	0.00075	0.00304	0.000642	0.001301
-0.72	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	5.02E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.00023	0.000114	0.000205	-0.00011	-0.00022	0.00075	0.002958	0.000642	0.001266
-0.7	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	4.63E-06	-1.4E-07	-0.00101	-9.4E-08	-0.00025	0.000114	0.000199	-0.00011	-0.00021	0.00075	0.002875	0.000642	0.00123
-0.55	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	1.69E-06	-1.4E-07	-0.001	-9.4E-08	-0.00033	0.000114	0.000155	-0.00011	-0.00017	0.00075	0.002255	0.000642	0.000965
-0.4	0	3.67E-09	-0.00048	6.4E-07	-8.5E-07	-1E-07	-0.001	-6.8E-08	-0.00042	0.000114	0.00011	-0.00011	-0.00012	0.00075	0.001637	0.000642	0.0007
-0.37333	0	3.42E-09	-0.00048	5.97E-07	-1.2E-06	-9.3E-08	-0.001	-6.4E-08	-0.00044	0.000114	0.000103	-0.00011	-0.00011	0.00075	0.001527	0.000642	0.000653
-0.34667	0	3.18E-09	-0.00048	5.54E-07	-1.6E-06	-8.6E-08	-0.001	-5.9E-08	-0.00045	0.000114	9.48E-05	-0.00011	-0.00011	0.00075	0.001418	0.000642	0.000606
-0.32	0	2.93E-09	-0.00048	5.12E-07	-1.9E-06	-8E-08	-0.001	-5.5E-08	-0.00047	0.000114	8.7E-05	-0.00011	-9.9E-05	0.00075	0.001308	0.000642	0.000559
-0.29333	0	2.69E-09	-0.00048	4.69E-07	-2.2E-06	-7.3E-08	-0.001	-5E-08	-0.00049	0.000114	7.92E-05	-0.00011	-9.1E-05	0.00075	0.001199	0.000642	0.000512
-0.26667	0	2.44E-09	-0.00048	4.26E-07	-2.4E-06	-6.6E-08	-0.001	-4.6E-08	-0.0005	0.000114	7.14E-05	-0.00011	-8.3E-05	0.00075	0.001109	0.000642	0.000466
-0.24	0	2.2E-09	-0.00048	3.84E-07	-2.7E-06	-6E-08	-0.001	-4.1E-08	-0.00052	0.000114	6.36E-05	-0.00011	-7.5E-05	0.00075	0.000981	0.000642	0.000419
-0.21333	0	1.95E-09	-0.00048	3.41E-07	-2.9E-06	-5.3E-08	-0.00099	-3.6E-08	-0.00053	0.000114	5.59E-05	-0.00011	-6.8E-05	0.00075	0.000871	0.000642	0.000372
-0.18667	0	1.71E-09	-0.00048	2.99E-07	-3.1E-06	-4.7E-08	-0.00099	-3.2E-08	-0.00055	0.000114	4.81E-05	-0.00011	-6E-05	0.00075	0.000762	0.000642	0.000326
-0.16	0	1.47E-09	-0.00048	2.56E-07	-3.2E-06	-4E-08	-0.00099	-2.7E-08	-0.00057	0.000114	4.03E-05	-0.00011	-5.2E-05	0.00075	0.000653	0.000642	0.000279
-0.13333	0	1.22E-09	-0.00048	2.13E-07	-3.4E-06	-3.3E-08	-0.00099	-2.3E-08	-0.00058	0.000114	3.26E-05	-0.00011	-4.5E-05	0.00075	0.000544	0.000642	0.000233
-0.10667	0	9.77E-10	-0.00048	1.71E-07	-3.5E-06	-2.7E-08	-0.00099	-1.8E-08	-0.0006	0.000114	2.49E-05	-0.00011	-3.7E-05	0.00075	0.000435	0.000642	0.000186
-0.08	0	7.33E-10	-0.00048	1.28E-07	-3.6E-06	-2E-08	-0.00099	-1.4E-08	-0.00061	0.000114	1.71E-05	-0.00011	-2.9E-05	0.00075	0.000327	0.000642	0.000139
-0.05333	0	4.89E-10	-0.00048	8.53E-08	-3.6E-06	-1.3E-08	-0.00099	-9.1E-09	-0.00063	0.000114	9.4E-06	-0.00011	-2.1E-05	0.00075	0.000218	0.000642	9.3E-05
-0.02667	0	2.44E-10	-0.00048	4.26E-08	-3.7E-06	-6.6E-09	-0.00099	-4.6E-09	-0.00065	0.000114	1.67E-06	-0.00011	-1.4E-05	0.00075	0.000109	0.000642	4.6E-05
0	0	-5.2E-19	-0.00048	-3.1E-18	-3.7E-06	-4.4E-19	-0.00099	-1.9E-17	-0.00066	0.000114	-6E-06	-0.00011	-6E-06	0.00075	1.22E-12	0.000642	5.22E-13
0.026667	0	-2.4E-10	-0.00048	-4.3E-08	-3.7E-06	6.65E-09	-0.00099	4.56E-09	-0.00068	0.000114	-1.4E-05	-0.00011	1.67E-06	0.00075	-0.00011	0.000642	-4.6E-05
0.053333	0	-4.9E-10	-0.00048	-8.5E-08	-3.6E-06	1.33E-08	-0.00099	9.12E-09	-0.00069	0.000114	-2.1E-05	-0.00011	9.4E-06	0.00075	-0.00022	0.000642	-9.3E-05
0.08	0	-7.3E-10	-0.00048	-1.3E-07	-3.6E-06	1.99E-08	-0.00099	1.37E-08	-0.00071	0.000114	-2.9E-05	-0.00011	1.71E-05	0.00075	-0.00033	0.000642	-0.00014
0.106667	0	-9.8E-10	-0.00048	-1.7E-07	-3.5E-06	2.66E-08	-0.00099	1.82E-08	-0.00073	0.000114	-3.7E-05	-0.00011	2.49E-05	0.00075	-0.00044	0.000642	-0.00019
0.133333	0	-1.2E-09	-0.00048	-2.1E-07	-3.4E-06	3.32E-08	-0.00099	2.28E-08	-0.00074	0.000114	-4.5E-05	-0.00011	3.26E-05	0.00075	-0.00054	0.000642	-0.00023
0.16	0	-1.5E-09	-0.00048	-2.6E-07	-3.2E-06	3.99E-08	-0.00099	2.74E-08	-0.00076	0.000114	-5.2E-05	-0.00011	4.03E-05	0.00075	-0.00065	0.000642	-0.00028
0.186667	0	-1.7E-09	-0.00048	-3E-07	-3.1E-06	4.65E-08	-0.00099	3.19E-08	-0.00078	0.000114	-6E-05	-0.00011	4.81E-05	0.00075	-0.00076	0.000642	-0.00033
0.213333	0	-2E-09	-0.00048	-3.4E-07	-2.9E-06	5.32E-08	-0.00099	3.65E-08	-0.00079	0.000114	-6.8E-05	-0.00011	5.59E-05	0.00075	-0.00087	0.000642	-0.00037
0.24	0	-2.2E-09	-0.00048	-3.8E-07	-2.7E-06	5.98E-08	-0.001	4.1E-08	-0.00081	0.000114	-7.5E-05	-0.00011	6.36E-05	0.00075	-0.00098	0.000642	-0.00042
0.266667	0	-2.4E-09	-0.00048	-4.3E-07	-2.4E-06	6.65E-08	-0.001	4.56E-08	-0.00083	0.000114	-8.3E-05	-0.00011	7.14E-05	0.00075	-0.00109	0.000642	-0.00047
0.293333	0	-2.7E-09	-0.00048	-4.7E-07	-2.2E-06	7.31E-08	-0.001	5.02E-08	-0.00084	0.000114	-9.1E-05	-0.00011	7.92E-05	0.00075	-0.0012	0.000642	-0.00051
0.32	0	-2.9E-09	-0.00048	-5.1E-07	-1.9E-06	7.97E-08	-0.001	5.47E-08	-0.00086	0.000114	-9.9E-05	-0.00011	8.7E-05	0.00075	-0.00131	0.000642	-0.00056
0.346667	0	-3.2E-09	-0.00048	-5.5E-07	-1.6E-06	8.64E-08	-0.001	5.93E-08	-0.00088	0.000114	-0.00011	-0.00011	9.48E-05	0.00075	-0.00142	0.000642	-0.00061
0.373333	0	-3.4E-09	-0.00048	-6E-07	-1.2E-06	9.3E-08	-0.001	6.39E-08	-0.00089	0.000114	-0.00011	-0.00011	0.000103	0.00075	-0.00153	0.000642	-0.00065
0.4	0	-3.7E-09	-0.00048	-6.4E-07	-8.5E-07	9.97E-08	-0.001	6.84E-08	-0.00091	0.000114	-0.00012	-0.00011	0.00011	0.00075	-0.00164	0.000642	-0.0007
0.55	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	1.69E-06	1.37E-07	-0.001	9.41E-08	-0.001	0.000114	-0.00017	-0.00011	0.000155	0.00075	-0.00226	0.000642	-0.00096
0.7	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	4.63E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.0011	0.000114	-0.00021	-0.00011	0.000199	0.00075	-0.00288	0.000642	-0.00123
0.72	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	5.02E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.00111	0.000114	-0.00022	-0.00011	0.000205	0.00075	-0.00296	0.000642	-0.00127
0.74	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	5.41E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.00112	0.000114	-0.00022	-0.00011	0.000211	0.00075	-0.00304	0.000642	-0.0013
0.76	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	5.8E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.00113	0.000114	-0.00023	-0.00011	0.000217	0.00075	-0.00312	0.000642	-0.00134
0.78	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	6.2E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.00115	0.000114	-0.00023	-0.00011	0.000223	0.00075	-0.00321	0.000642	-0.00137
0.8	0	-5E-09	-0.00048	-8.8E-07	6.59E-06	1.37E-07	-0.00101	9.41E-08	-0.00116	0.000114	-0.00024	-0.00011	0.000229	0.00075	-0.00329	0.000642	-0.00141
-0.55	0	5.04E-09	-0.00048	8.8E-07	1.69E-06	-1.4E-07	-0.001	-9.4E-08	-0.00033	0.000114	0.000155	-0.00011	-0.00017	0.00075	0.002255	0.000642	0.000965
-0.55	0.235	-1.9E-06	-0.00048	5.14E-06	1.69E-06	-6.2E-06	-0.001	0.000138	-0.00033	0.000185	0.000155	-0.00018	-0.00017	0.001735	0.002257	0.001064	0.000965
-0.55	0.47	-3.3E-06	-0.00048	8.67E-06	1.69E-06	-1.3E-05	-0.00101	0.000277	-0.00034	0.000257	0.000155	-0.00025	-0.00017	0.002743	0.002258	0.001496	0.000965
-0.55	0.705	-4.3E-06	-0.00048	1.14E-05	1.69E-06	-1.8E-05	-0.00101	0.000416	-0.00034	0.00033	0.000155	-0.00033	-0.00017	0.003769	0.00226	0.001935	0.000966
-0.55	0.94	-4.8E-06	-0.00048	1.32E-05	1.69E-06	-2.3E-05	-0.00101	0.000555	-0.00034	0.000405	0.000155	-0.0004	-0.00017	0.004806	0.002261	0.002378	0.000966
-0.55	1.175	-4.9E-06	-0.00048	1.4E-05	1.69E-06	-2.7E-05	-0.00101	0.000696	-0.00034	0.000479	0.000155	-0.00048	-0.00017	0.005851	0.002262	0.002824	0.000967
-0.55	1.41	-4.6E-06	-0.00048	1.38E-05	1.69E-06	-2.8E-05	-0.00101	0.000838	-0.00034	0.000554	0.000155	-0.00055	-0.00017	0.006898	0.002264	0.00327	0.000967
-0.55	1.645	-4E-06	-0.00048	1.24E-05	1.69E-06	-2.6E-05	-0.00102	0.000982	-0.00034	0.000628	0.000155	-0.00062	-0.00017	0.007941	0.002265	0.003715	0.000968
-0.55	1.88	-3E-06	-0.														

Deformate



Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.4.6 Capacità portante terreno

Di seguito si riporta la verifica della capacità portante del terreno su cui appoggia la fondazione. Considerando la fondazione diretta nastriforme in condizioni drenate, la pressione limite si determina con al seguente formula:

$$q_{lim} = c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q$$

Il terreno di progetto, argilla trattata a calce, ha le seguenti caratteristiche:

densità	$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
coesione efficace	$c' = 12 \text{ kPa}$
angolo di attrito	$\phi' = 43^\circ$

I fattori di capacità portante per questo tipo di terreno valgono quindi:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) = 99,02$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotan \varphi = 105,11$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi = 186,54$$

Con una base di $B = 1,80 \text{ m}$ e uno scavo di $D = 0,40 \text{ m}$ si ottiene il seguente valore

$$q_{lim} = 12 \times 105,11 + \frac{1}{2} \times 1,80 \times 20,5 \times 186,54 + 20,5 \times 0,40 \times 99,02$$

$$q_{lim} = 5.514,94 \text{ kN/m}^2$$

Si considera la verifica per dell'approccio 2 la cui combinazione è A1-M1-R3, con cui si ottiene il seguente valore

$$q_{lim}/\gamma_R = 5.514,94/2,30 = 2.397,80 \text{ kN/m}^2 > q_{ter} = 741,92 \text{ kN/m}^2$$

Al verifica è soddisfatta.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.5 Analisi muro andatore

Si riportano di seguito i carichi agenti sul muro e sul rilevato.

6.5.1 Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb : un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale . Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = 1/2(1 \pm k_v) \gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

L'angolo θ è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$\tan(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

dove k_h e k_v rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme Q l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + Q) K_a$$

$$S = (1/2 \gamma H^2 + QH) K_a$$

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$.

Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità z , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c(K_a)^{1/2}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine $\gamma z K_a$, si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione σ_a risulta negativa per valori di z minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma(K_a)^{1/2}}$$

La grandezza h_c è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad h_c non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

Spinta in presenza di falda

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

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_r W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

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

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

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$
Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e 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.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2	M2	M1
-----------	----	----	----	----

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	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	

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.5.2 Caratteristiche muro

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1.70 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [%]
Inclinazione paramento interno	0.00 [%]
Lunghezza del muro	1.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.60 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [%]
Spessore fondazione	0.30 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	35.00 [N/mm ²]
Modulo elastico E	32587.986 [N/mm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449.94 [N/mm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

N	X	Y	A
1	1.00	0.00	0.00
2	3.00	0.00	0.00
3	5.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[%]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ^q]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ^q]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno riepimento	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Stato 2	20.50	20.50	43.00	43.00	0.0000	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [%]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1.60	0.00	0.00	0.00	Terreno riepimento
2	1.00	0.00	1.90	1.00	Stato 2

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.5.3 Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

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

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

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

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

D/C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Variabile)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=5.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.5.4 Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

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

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

Combinazione n° 3 - 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

Combinazione n° 4 - 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

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

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Combinazione n° 7 - 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

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	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - 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
Variabile	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

COMMITTENTE

PROGETTAZIONE

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - 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
Variabile	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - 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

Combinazione n° 17 - 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

Combinazione n° 18 - 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

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1.00	1.00	1.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - 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

Combinazione n° 22 - 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

Combinazione n° 23 - 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
Variabile	SFAV	1.00	0.30	0.30

Combinazione n° 24 - 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
Variabile	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 25 - 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
Variabile	SFAV	1.00	1.00	1.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.10$

$w_3 = 0.10$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	5.08	--	45.03	--
2	A1-M1 - [1]	--	6.35	--	41.07	--
3	A1-M1 - [1]	--	5.65	--	43.09	--
4	A1-M1 - [1]	--	5.77	--	41.56	--
5	A2-M2 - [1]	--	3.97	--	13.58	--
6	EQU - [1]	--	--	4.58	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.93
8	A1-M1 - [2]	--	3.47	--	19.68	--
9	A1-M1 - [2]	--	3.18	--	19.99	--
10	A1-M1 - [2]	--	3.70	--	20.23	--
11	A1-M1 - [2]	--	3.42	--	20.72	--
12	A2-M2 - [2]	--	2.24	--	4.96	--
13	EQU - [2]	--	--	2.41	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.34
15	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	4.10	--	35.23	--
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	4.02	--	36.70	--
17	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.72	--	8.55	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.68	--	8.89	--
19	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.36	--	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.14	--	--
21	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.74
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.72
23	SLEQ - [1]	--	5.21	--	42.45	--
24	SLEF - [1]	--	4.70	--	37.29	--
25	SLER - [1]	--	3.91	--	28.13	--

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6.5.5 Analisi della spinta e sollecitazioni

Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Mononobe-Okabe
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.57 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.45
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 6.68$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 3.34$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0.0

Lunghezza del muro 1.00 [m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Peso muro 21.0000 [kN]
Baricentro del muro X=-0.09 Y=-1.21

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0.60 Y = -1.90
Punto superiore superficie di spinta X = 0.60 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta 1.90 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0.00 [%]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6058	1.0196	-0.0139	0.0007	0.0167	0.6190
3	0.16	1.2230	2.0537	-0.0008	0.0341	0.0667	1.2714
4	0.24	1.8518	3.1022	0.0023	0.1275	0.1501	1.9571
5	0.32	2.4921	4.1653	0.0113	0.2754	0.2669	2.6762
6	0.40	3.1439	5.2429	0.0288	0.4804	0.4170	3.4286
7	0.48	3.8072	6.3350	0.0577	0.7453	0.6005	4.2144
8	0.56	4.4820	7.4415	0.1004	1.0726	0.8173	5.0335
9	0.64	5.1684	8.5626	0.1599	1.4650	1.0675	5.8861
10	0.72	5.8662	9.6982	0.2386	1.9252	1.3511	6.7719
11	0.80	6.5756	10.8482	0.3394	2.4560	1.6680	7.6912
12	0.88	7.2965	12.0128	0.4649	3.0598	2.0182	8.6438
13	0.96	8.0289	13.1918	0.6178	3.7395	2.4019	9.6297
14	1.04	8.7727	14.3854	0.8008	4.4977	2.8189	10.6490
15	1.12	9.5282	15.5934	1.0165	5.3370	3.2692	11.7017
16	1.20	10.2951	16.8160	1.2678	6.2601	3.7529	12.7877
17	1.28	11.0735	18.0530	1.5572	7.2698	4.2700	13.9071
18	1.36	11.8635	19.3046	1.8874	8.3685	4.8204	15.0599
19	1.44	12.6649	20.5706	2.2612	9.5592	5.4042	16.2460
20	1.52	13.4779	21.8512	2.6812	10.8443	6.0214	17.4654
21	1.60	14.3024	23.1462	3.1501	12.2265	6.6401	18.7183

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6520	0.7605	-0.0094	-0.0032	0.1206	0.3720
3	0.16	1.3152	1.5321	0.0027	0.0104	0.2672	0.7699
4	0.24	1.9896	2.3149	0.0196	0.0613	0.4395	1.1936
5	0.32	2.6751	3.1088	0.0497	0.1456	0.6377	1.6431
6	0.40	3.3717	3.9138	0.0951	0.2651	0.8618	2.1185
7	0.48	4.0795	4.7301	0.1576	0.4220	1.1117	2.6198
8	0.56	4.7985	5.5574	0.2396	0.6184	1.3875	3.1469
9	0.64	5.5286	6.3960	0.3430	0.8563	1.6891	3.6999

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

10	0.72	6.2699	7.2457	0.4698	1.1378	2.0166	4.2787
11	0.80	7.0223	8.1065	0.6223	1.4650	2.3699	4.8834
12	0.88	7.7858	8.9785	0.8023	1.8400	2.7491	5.5139
13	0.96	8.5605	9.8616	1.0121	2.2647	3.1541	6.1703
14	1.04	9.3464	10.7559	1.2536	2.7413	3.5850	6.8526
15	1.12	10.1434	11.6613	1.5289	3.2718	4.0417	7.5606
16	1.20	10.9516	12.5779	1.8402	3.8584	4.5243	8.2946
17	1.28	11.7709	13.5057	2.1894	4.5030	5.0328	9.0544
18	1.36	12.6014	14.4446	2.5786	5.2078	5.5671	9.8400
19	1.44	13.4430	15.3946	3.0100	5.9747	6.1272	10.6515
20	1.52	14.2958	16.3558	3.4855	6.8060	6.7132	11.4889
21	1.60	15.1597	17.3282	4.0073	7.7036	7.3251	12.3521

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.03	0.0146	0.0343	0.9724	2.2787
3	0.06	0.0584	0.1363	1.9491	4.5135
4	0.09	0.1316	0.3047	2.9299	6.7046
5	0.12	0.2342	0.5381	3.9150	8.8518
6	0.15	0.3665	0.8353	4.9042	10.9553
7	0.18	0.5285	1.1950	5.8976	13.0150
8	0.21	0.7204	1.6158	6.8952	15.0308
9	0.24	0.9423	2.0964	7.8970	17.0029
10	0.27	1.1943	2.6355	8.9031	18.9311
11	0.30	1.4765	3.2318	9.9133	20.8156

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.03	0.0167	0.0236	1.1137	1.5707
3	0.06	0.0668	0.0941	2.2225	3.1272
4	0.09	0.1500	0.2111	3.3263	4.6697
5	0.12	0.2663	0.3741	4.4253	6.1980

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

6	0.15	0.4155	0.5828	5.5193	7.7122
7	0.18	0.5974	0.8367	6.6084	9.2123
8	0.21	0.8119	1.1354	7.6925	10.6983
9	0.24	1.0589	1.4785	8.7718	12.1702
10	0.27	1.3382	1.8655	9.8461	13.6280
11	0.30	1.6496	2.2960	10.9155	15.0717

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0640	0.0022	-2.1033	0.0733
3	0.12	-0.2489	0.0087	-4.0314	0.1433
4	0.18	-0.5442	0.0193	-5.7843	0.2100
5	0.24	-0.9395	0.0339	-7.3620	0.2734
6	0.30	-1.4242	0.0521	-8.8154	0.3336
7	0.36	-1.9877	0.0738	-10.2759	0.3905
8	0.42	-2.6197	0.0989	-11.6355	0.4441
9	0.48	-3.3528	0.1270	-12.8942	0.4944
10	0.54	-4.1617	0.1581	-14.0521	0.5414
11	0.60	-5.0371	0.1919	-15.1092	0.5851

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0265	-0.0073	-0.8733	-0.2396
3	0.12	-0.1037	-0.0284	-1.6901	-0.4596
4	0.18	-0.2282	-0.0620	-2.4505	-0.6599
5	0.24	-0.3966	-0.1072	-3.1544	-0.8404
6	0.30	-0.6056	-0.1625	-3.8019	-1.0013
7	0.36	-0.8517	-0.2269	-4.3929	-1.1425
8	0.42	-1.1316	-0.2992	-4.9275	-1.2640
9	0.48	-1.4419	-0.3782	-5.4057	-1.3658
10	0.54	-1.7791	-0.4627	-5.8274	-1.4480
11	0.60	-2.1400	-0.5516	-6.1926	-1.510

7 PONTICELLO 2 – PK 17+281

Nel presente capitolo si riporta l'analisi strutturale dell'allargamento del tombino idraulico (ponticello 2) posto alla progressiva 17+281,00 dello stato attuale (17+282,00 di progetto) del tracciato ferroviario.

7.1 Descrizione

Il nuovo ponticello, che per continuità con il manufatto esistente ha una altezza interna di 1,50 m, è posto per metà sotto il rilevato ferroviario e per la parte terminale è scavalcato da una strada poderale utilizzata anche per la manutenzione della linea ferroviaria. Oltre lo scatolare per contenere l'andamento dello scavalco stradale (pendenza 10%) sono necessari dei muri d'ala di larghezza 1,00 e dei muri andatori di altezza massima di 2,15 m.

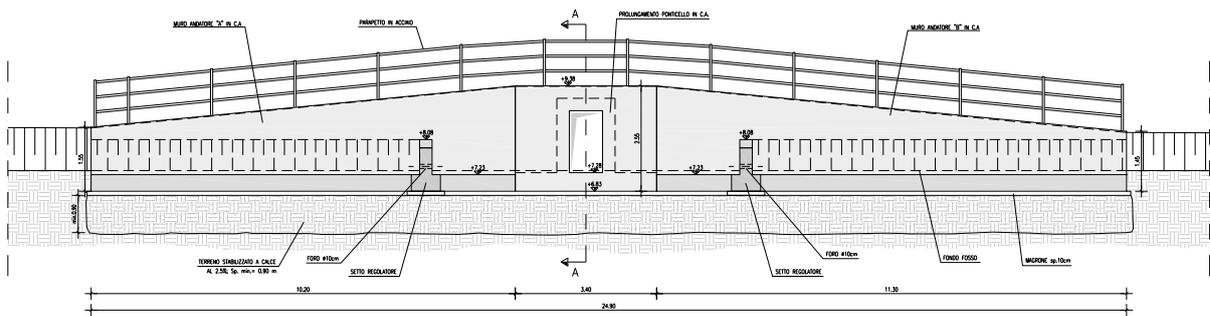


Figura 7.1 Prospetto – Ponticello 2

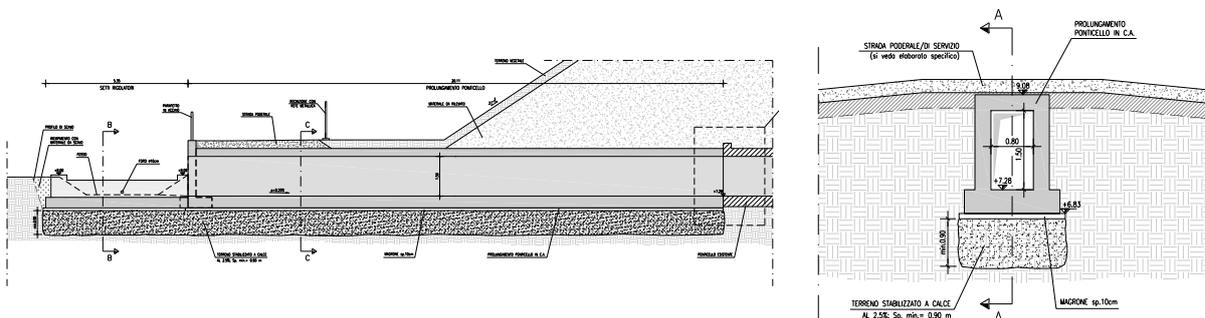


Figura 7.2 Sezioni – Ponticello 2

7.1.1 Sezione scatolare

Il manufatto è costituito da uno scatolare di dimensioni 2,25 m di altezza totale x 1,40 m di larghezza. Di seguito sono riportate le principali caratteristiche geometriche:

Altezza totale	$h_{tot} = 2,25 \text{ m}$
Larghezza traverso	$l_t = 1,40 \text{ m}$
Larghezza fondazione	$l_f = 1,80 \text{ m}$
Spessore traverso	$s_t = 0,30 \text{ m}$
Spessore fondazione	$s_f = 0,45 \text{ m}$

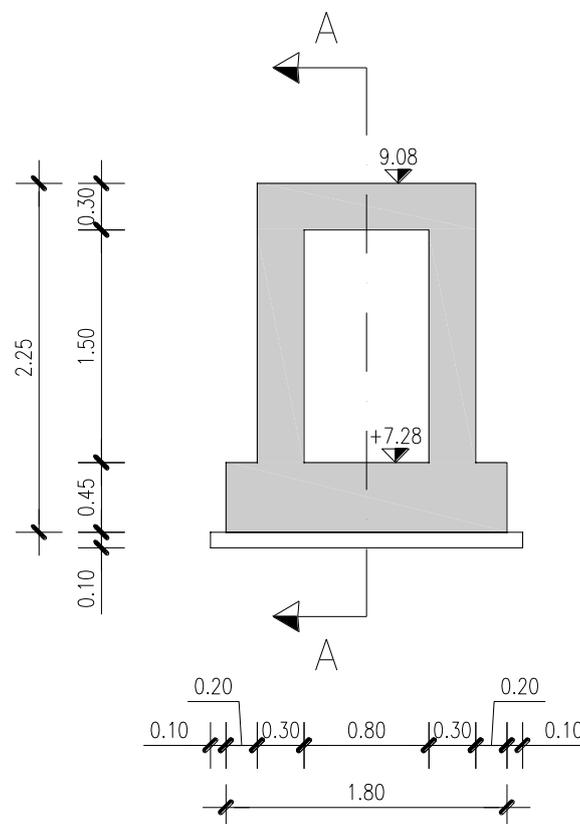


Figura 7.3 Sezione – Ponticello 2

7.1.2 Sezione muro andatore

Il muro andatore del Ponticello 2, ha le seguenti caratteristiche geometriche:

Altezza paramento	$h_p = 1,05 \div 2,15$ m
Altezza fondazione	$h_f = 0,40$ m
Spessore in testa	$s_t = 0,30$ m
Spessore alla base	$s_t = 0,30$ m
Lunghezza fondazione	$L = 1,50$ m

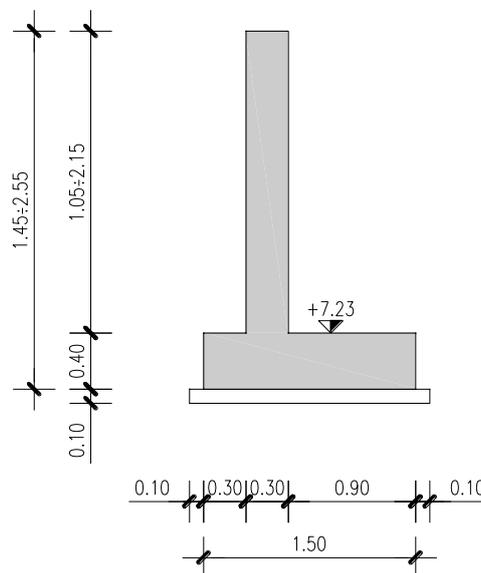


Figura 7.4 Sezione– Muto andatore

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.2 Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi agenti sul ponticello. In particolare si analizza la sezione sotto il rilevato ferroviario, per quella al di sotto della strada si può far riferimento all'analisi del ponticello 1.

7.2.1 Pesì propri e permanente portato

Nell'analisi si considera lo sviluppo del manufatto pari a 1,00 m.

Peso proprio

Sezione CA $p_{SA} = 2,85 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 71,25 \text{ kN/m}$

Permanente

Ricoprimento ferroviario $p_p = 2,90 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^2 = 60,90 \text{ kN/m}$

7.2.2 Accidentali da traffico ferroviario

In accordo con il disciplinare RFI [6] si considera come carico accidentale sul rilevato un carico distribuito pari a:

$$q_{ik} = 40 \text{ kN/m}^2$$

Che per la combinazione sismica va ridotto del 50%, e quindi ha un valore di:

$$q_{ik} = 20,00 \text{ kN/m}^2$$

Frenata

Per la frenata si considera il valore minore da norma per un modello di carico SW/2

$$F = 35 \text{ kN} \times 1,00 = 35 \text{ kN}$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.3 Metodi di calcolo

Si riportano di seguito le ipotesi di calcolo utilizzate per la verifica del manufatto.

7.3.1 Analisi statica

Per la verifica dello scatolare si utilizza un foglio di calcolo (Excel) opportunamente predisposto che implementa il metodo degli elementi finiti (EF). Lo schema di calcolo che si adotta è quello di modello piano (stato di deformazione piana) essendo l'opera sufficientemente lunga da rendere trascurabili gli effetti di bordo. Il sistema si riduce quindi ad un insieme di aste che interagiscono con il terreno, modellato attraverso un letto di molle elastiche verticali (modello alla Winkler). Per garantire la stabilità del modello anche sotto l'azione di spinte orizzontali dissimetriche (ad esempio il sisma) è necessario ricorrere anche a vincoli orizzontali. Nel modello si è scelto di applicare ad ogni nodo della fondazione una molla orizzontale di rigidezza pari alla metà di quella verticale. La disposizione di tali vincoli non è in genere molto rilevante ai fini dei risultati delle analisi.

Nel caso in esame si è assunta una costante di sottofondo pari a $k_s = 100.000 \text{ kN/m}^3$

Le spinte del terreno sono calcolate considerando le pareti impedito di muoversi adottando il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$k_{st} = k_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 35^\circ = 0,43$$

Per la diffusione dei carichi sulla soletta, a favore della sicurezza, si considera la sola larghezza di un metro e non quella effettiva di diffusione.

7.3.2 Analisi sismica - Metodo di Wood

Anche per l'azione sismica si fa riferimento a metodi che ipotizzano pareti rigide come il metodo di Wood. La sovraspinta sismica quindi vale:

$$\Delta S = \frac{a_g}{g} \cdot S_{str} \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{0,160g}{g} \times 1,45 \times 19,0 \times (1,50 + 0,30)^2 = 14,28 \text{ kN/m}$$

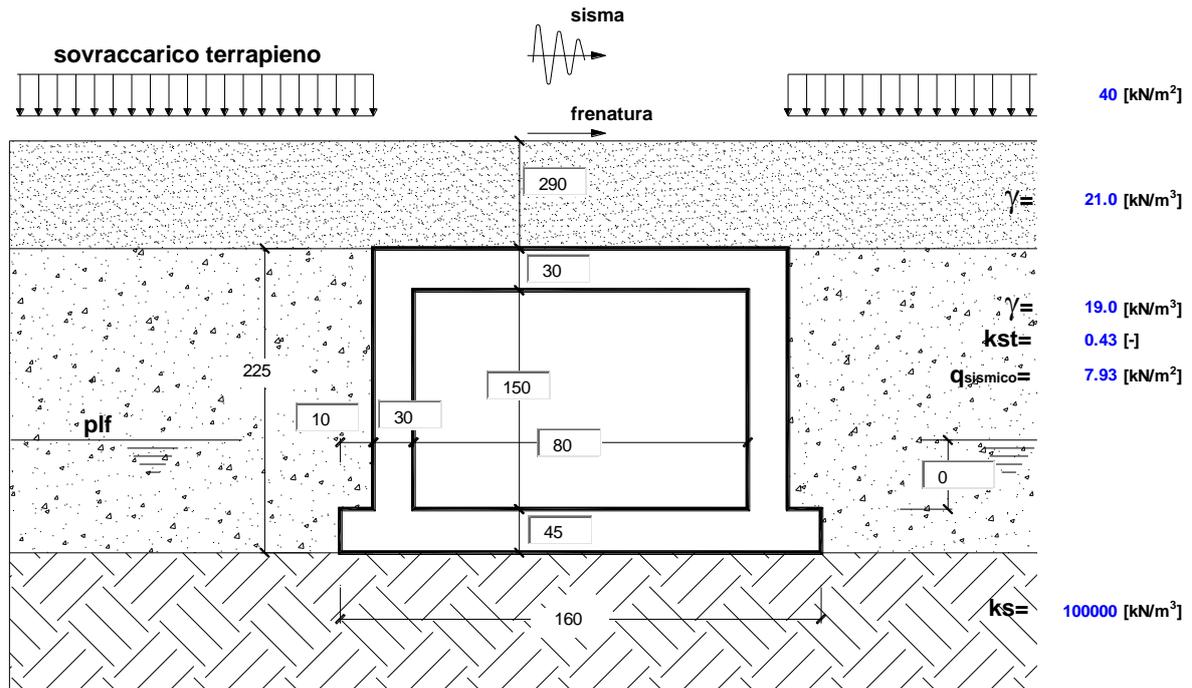
$$q_{sism} = \Delta S / h = 14,28 / 1,80 = 7,93 \text{ kN/m}^2$$

7.4 Analisi scatolare

Si riporta di seguito l'analisi dello scatolare in esame.

7.4.1 Parametri di analisi

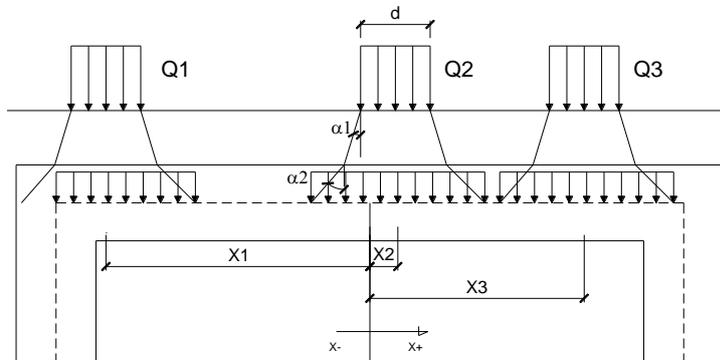
I parametri per l'analisi dello scatolare sono i seguenti:



(dimensioni in cm)

F frenatura **35 [kN/m]**

modulo elastico cls **E 3.26E+07 [kN/m²]** γ_{cls} **25 [kN/m³]**
 acc. sismica or. **kh 0.06 [-]** γ_w **10 [kN/m³]**



SOVRACCARICHI

CONDIZIONI DI CARICO		A	B
angolo di diffusione nel ricoprimento	α_1 [°]	45	
angolo di diffusione nella soletta	α_2 [°]	45	
impronta del carico	d [m]	0.00	0.00
area influenza long.	l [m]	1.00	1.00
Carico 1	Q1 [kN]	0	0
	X1 [m]	0	0
Carico 2	Q2 [kN]	0	0
	X2 [m]	0	0
Carico 3	Q3 [kN]	0	0
	X3 [m]	0	0
Carico distribuito	[kN/m]	40	40

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.4.2 Combinazioni di carico

Si riportano le combinazioni di carico analizzate.

condizioni di carico	combinazioni di carico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1				
falda + spinta terreno	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1				
sovaccarico A	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5				
sovaccarico B										
sovaccarico terreno sn	1.5	1.5			1.5	0.5				
sovaccarico terreno dx		1.5								
frenatura				1.5	1.5					
sisma						1				

7.4.3 Valori delle sollecitazioni

Si riportano i valori delle sollecitazioni agenti sugli elementi del manufatto.

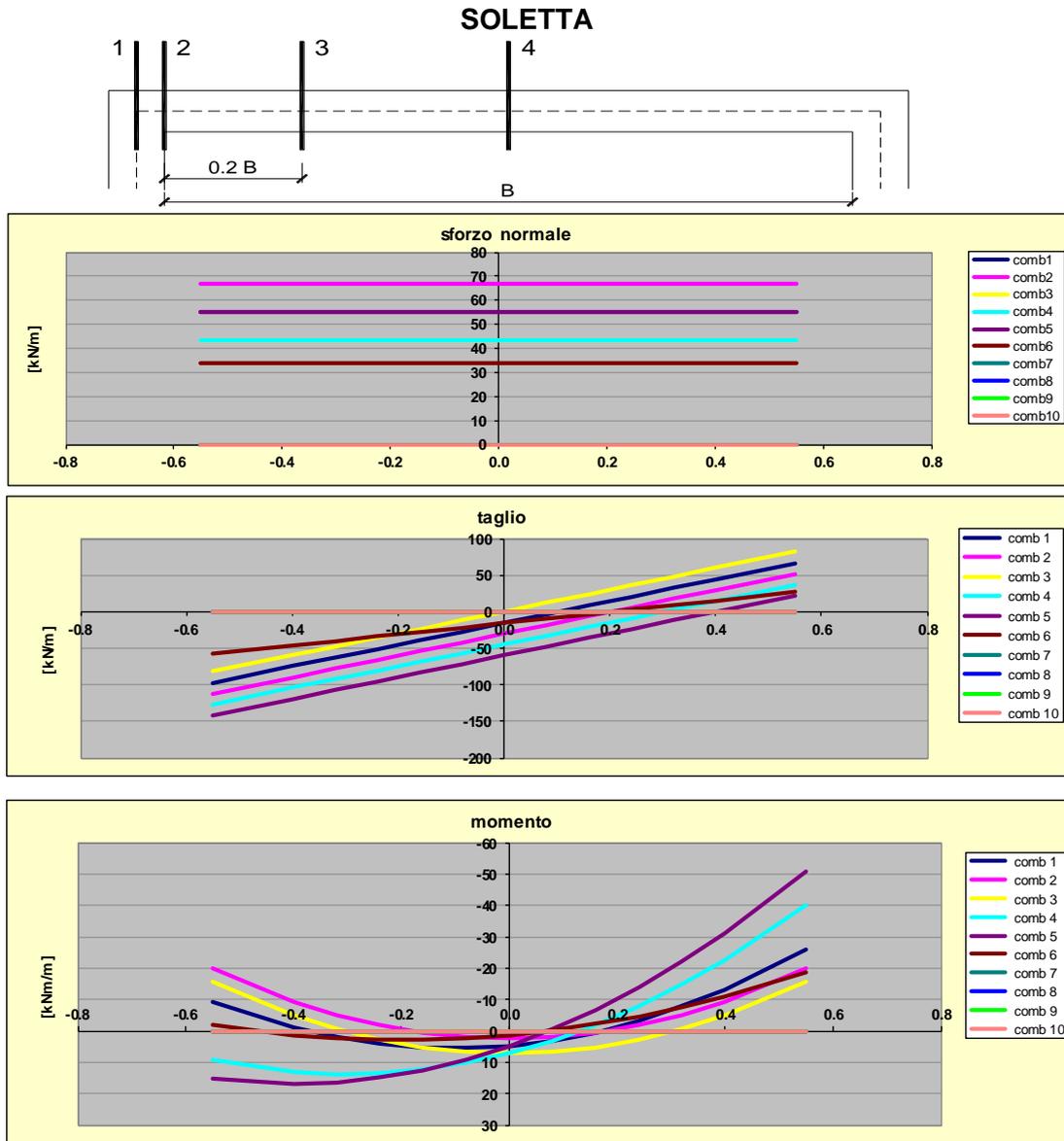
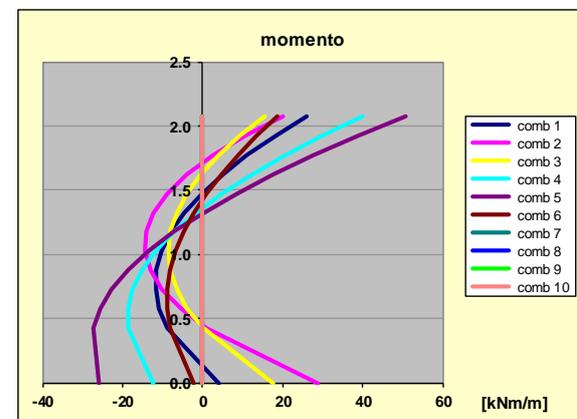
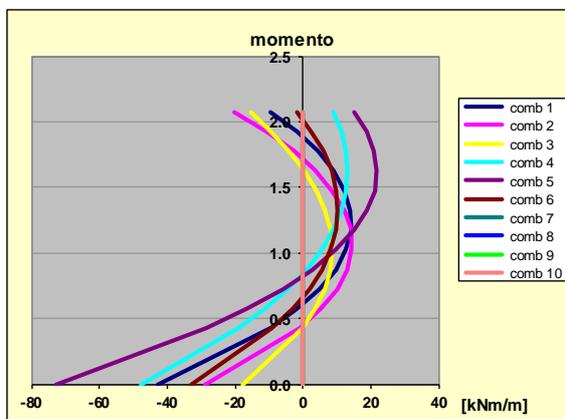
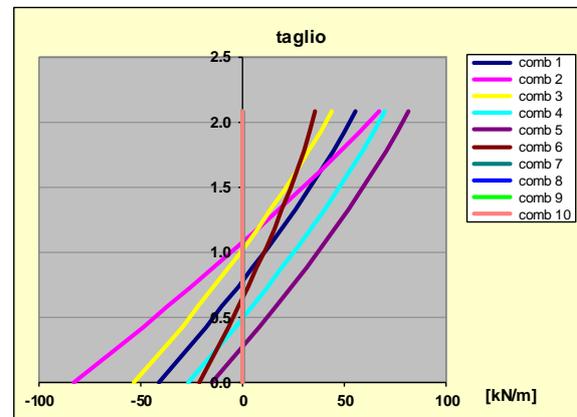
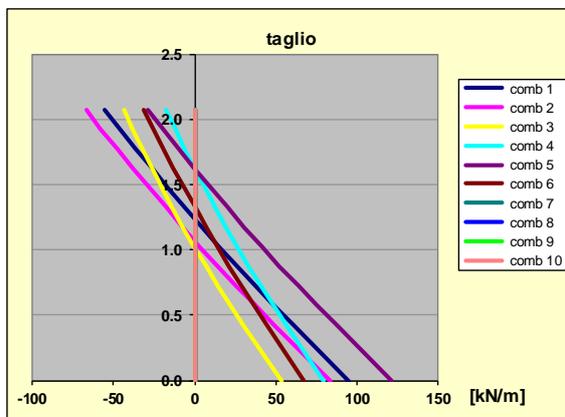
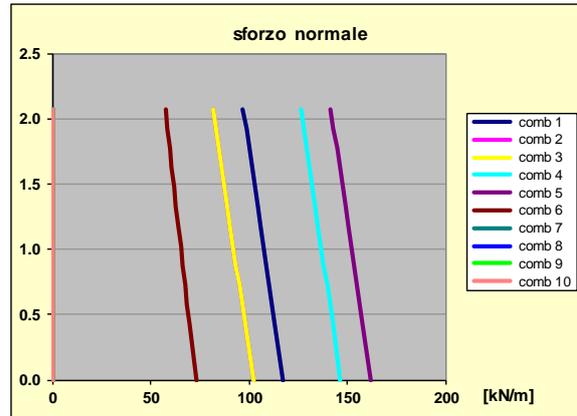
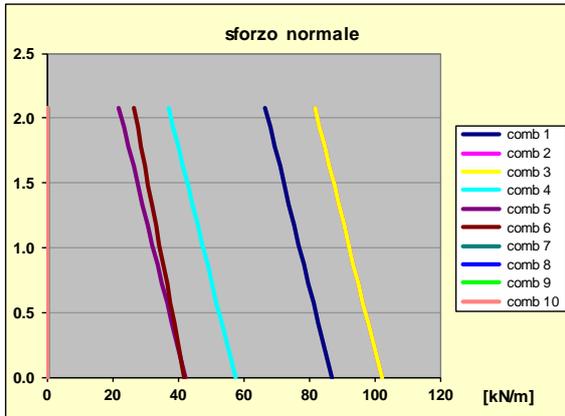


TABELLA DI RIEPILOGO

soletta (asta 47)																		
x	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
-0.550	55.297	-97.134	-9.369	67.057	-112.361	-20.027	43.536	-81.906	-15.461	43.536	-126.554	9.095	55.297	-141.781	15.187	33.700	-57.492	-1.744
-0.400	55.297	-74.796	-1.043	67.057	-90.023	-9.417	43.536	-59.568	-4.851	43.536	-104.216	13.008	55.297	-119.443	16.816	33.700	-46.032	1.379
-0.320	55.297	-62.882	2.028	67.057	-78.109	-5.128	43.536	-47.654	-0.562	43.536	-92.302	13.725	55.297	-107.530	16.315	33.700	-39.920	2.341
-0.240	55.297	-50.968	4.145	67.057	-66.196	-1.792	43.536	-35.741	2.774	43.536	-80.389	13.489	55.297	-95.616	14.861	33.700	-33.808	2.815
-0.160	55.297	-39.055	5.310	67.057	-54.282	0.591	43.536	-23.827	5.157	43.536	-68.475	12.300	55.297	-83.703	12.454	33.700	-27.696	2.800
-0.080	55.297	-27.141	5.521	67.057	-42.369	2.020	43.536	-11.914	6.586	43.536	-56.561	10.158	55.297	-71.789	9.093	33.700	-21.584	2.295
0.000	55.297	-15.228	4.780	67.057	-30.455	2.497	43.536	0.000	7.063	43.536	-44.648	7.063	55.297	-59.875	4.780	33.700	-15.472	1.302
0.080	55.297	-3.314	3.085	67.057	-18.541	2.020	43.536	11.914	6.586	43.536	-32.734	3.014	55.297	-47.962	-0.487	33.700	-9.360	-0.180
0.160	55.297	8.600	0.437	67.057	-6.628	0.591	43.536	23.827	5.157	43.536	-20.821	-1.987	55.297	-36.048	-6.706	33.700	-3.248	-2.151
0.240	55.297	20.513	-3.164	67.057	5.286	-1.792	43.536	35.741	2.774	43.536	-8.907	-7.942	55.297	-24.135	-13.879	33.700	2.864	-4.611
0.320	55.297	32.427	-7.718	67.057	17.199	-5.128	43.536	47.654	-0.562	43.536	3.007	-14.849	55.297	-12.221	-22.005	33.700	8.976	-7.561
0.400	55.297	44.340	-13.225	67.057	29.113	-9.417	43.536	59.568	-4.851	43.536	14.920	-22.710	55.297	-0.307	-31.084	33.700	15.088	-10.999
0.550	55.297	66.678	-26.120	67.057	51.451	-20.027	43.536	81.906	-15.461	43.536	37.258	-40.018	55.297	22.031	-50.676	33.700	26.548	-18.763

PARETI



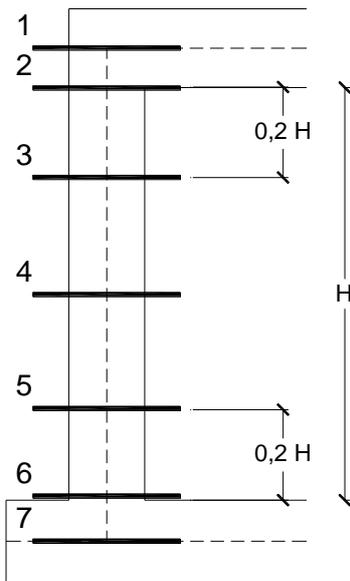
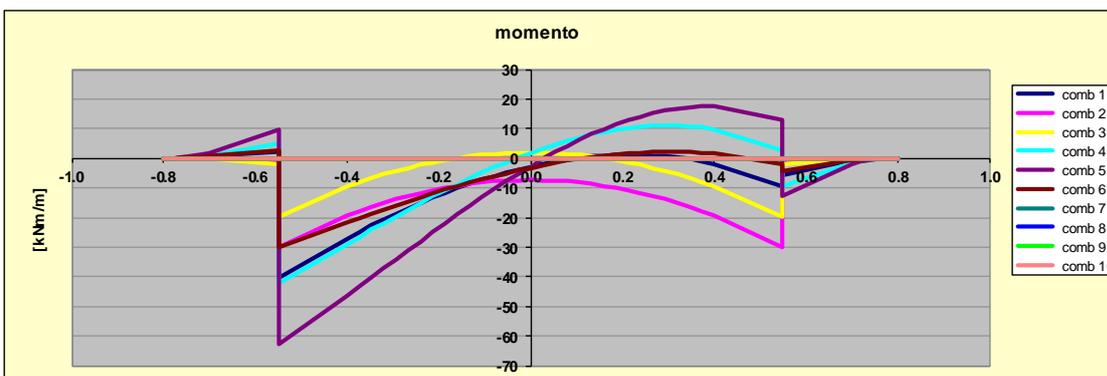
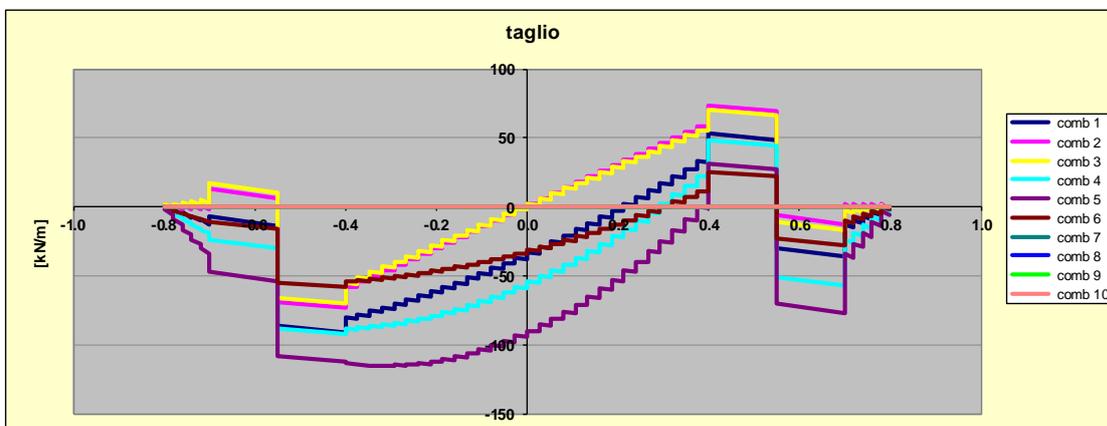
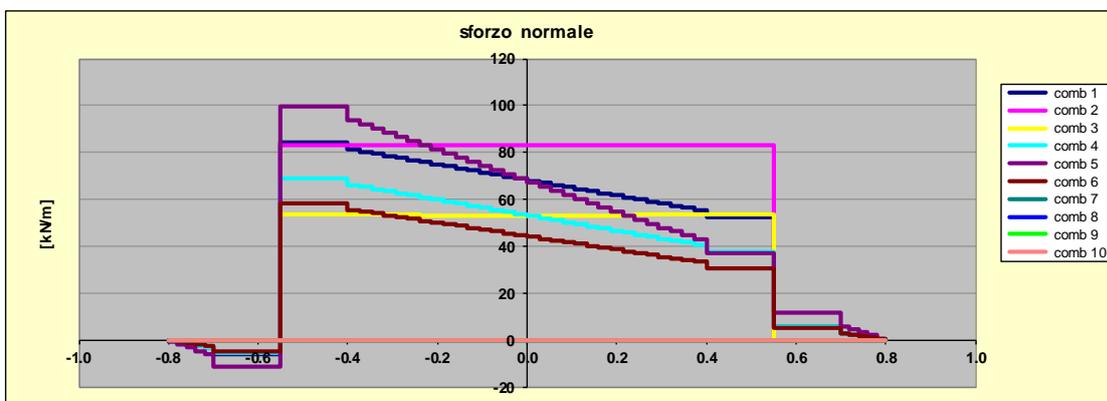
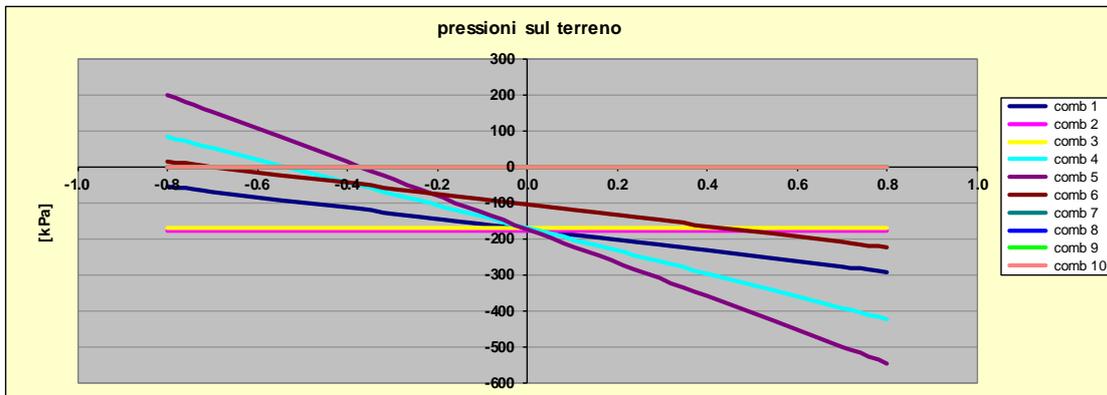


TABELLA DI RIEPILOGO

parete sn (asta 45)																		
y	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
2.075	66.678	-55.297	-9.369	81.906	-67.057	-20.027	81.906	-43.536	-15.461	37.258	-17.286	9.095	22.031	-29.047	15.187	26.548	-31.593	-1.744
1.925	68.141	-45.962	-1.772	83.368	-57.722	-10.666	83.368	-38.071	-9.338	38.721	-11.821	11.281	23.493	-19.712	18.847	27.673	-25.621	2.549
1.775	69.603	-36.388	4.407	84.831	-48.148	-2.723	84.831	-32.368	-4.052	40.183	-6.118	12.629	24.956	-10.138	21.089	28.798	-19.465	5.933
1.625	71.066	-26.575	9.133	86.293	-38.335	3.767	86.293	-26.425	0.361	41.646	-0.175	13.104	26.418	-0.325	21.876	29.923	-13.125	8.380
1.475	72.528	-16.523	12.368	87.756	-28.284	8.766	87.756	-20.243	3.864	43.108	6.007	12.670	27.881	9.727	21.174	31.048	-6.601	9.861
1.325	73.991	-6.232	14.078	89.218	-17.993	12.240	89.218	-13.822	6.421	44.571	12.428	11.290	29.343	20.018	18.946	32.173	0.107	10.351
1.175	75.453	4.297	14.226	90.681	-7.463	14.152	90.681	-7.162	7.998	46.033	19.088	8.930	30.806	30.547	15.157	33.298	6.998	9.820
1.025	76.916	15.066	12.776	92.143	3.306	14.467	92.143	-0.264	8.558	47.496	25.986	5.552	32.268	41.316	9.770	34.423	14.073	8.242
0.875	78.378	26.074	9.694	93.606	14.314	13.148	93.606	6.874	8.065	48.958	33.124	1.122	33.731	52.324	2.750	35.548	21.332	5.589
0.725	79.841	37.321	4.942	95.068	25.560	10.161	95.068	14.251	6.484	50.421	40.501	-4.397	35.193	63.571	-5.939	36.673	28.775	1.833
0.575	81.303	48.806	-1.514	96.531	37.046	5.468	96.531	21.867	3.778	51.883	48.117	-11.041	36.656	75.056	-16.333	37.798	36.402	-3.053
0.425	82.766	60.531	-9.712	97.993	48.771	-0.965	97.993	29.721	-0.088	53.346	55.971	-18.844	38.118	86.781	-28.468	38.923	44.213	-9.097
0.000	86.910	95.048	-42.704	102.137	83.288	-28.960	102.137	53.274	-17.656	57.489	79.524	-47.569	42.262	121.298	-72.617	42.111	67.341	-32.749

parete dx (asta 46)																		
y	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4			comb 5			comb 6		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	M
2.075	97.134	55.297	26.120	81.906	67.057	20.027	81.906	43.536	15.461	126.554	69.786	40.018	141.781	81.547	50.676	57.492	35.806	18.763
1.925	98.596	49.832	18.232	83.369	57.722	10.666	83.369	38.071	9.338	128.016	64.321	29.957	143.244	76.082	38.851	58.617	32.855	13.611
1.775	100.059	44.128	11.182	84.831	48.148	2.723	84.831	32.368	4.052	129.479	58.618	20.733	144.706	70.378	27.863	59.742	29.720	8.916
1.625	101.521	38.185	5.005	86.294	38.335	-3.767	86.294	26.425	-0.361	130.941	52.675	12.383	146.169	64.435	17.749	60.867	26.401	4.704
1.475	102.984	32.003	-0.262	87.756	28.284	-8.766	87.756	20.243	-3.864	132.404	46.493	4.943	147.631	58.253	8.545	61.992	22.898	1.004
1.325	104.446	25.582	-4.584	89.219	17.993	-12.240	89.219	13.822	-6.421	133.866	40.072	-1.553	149.094	51.832	0.285	63.117	19.212	-2.156
1.175	105.909	18.923	-7.924	90.681	7.463	-14.152	90.681	7.162	-7.998	135.329	33.412	-7.067	150.556	45.173	-6.993	64.242	15.341	-4.750
1.025	107.371	12.024	-10.248	92.144	-3.306	-14.467	92.144	0.264	-8.558	136.791	26.514	-11.564	152.019	38.274	-13.255	65.367	11.287	-6.749
0.875	108.834	4.886	-11.520	93.606	-14.314	-13.148	93.606	-6.874	-8.065	138.254	19.376	-15.009	153.481	31.136	-18.463	66.492	7.049	-8.127
0.725	110.296	-2.491	-11.702	95.069	-25.560	-10.161	95.069	-14.251	-6.484	139.716	11.999	-17.365	154.944	23.759	-22.583	67.617	2.627	-8.855
0.575	111.759	-10.106	-10.760	96.531	-37.046	-5.468	96.531	-21.867	-3.778	141.179	4.383	-18.597	156.406	16.144	-25.579	68.742	-1.979	-8.906
0.425	113.221	-17.961	-8.658	97.994	-48.771	0.965	97.994	-29.721	0.088	142.641	-3.471	-18.668	157.869	8.289	-27.415	69.867	-6.768	-8.252
0.000	117.365	-41.513	3.912	102.137	-83.288	28.960	102.137	-53.274	17.656	146.785	-27.024	-12.256	162.013	-15.263	-26.001	73.054	-21.337	-2.332

FONDAZIONE



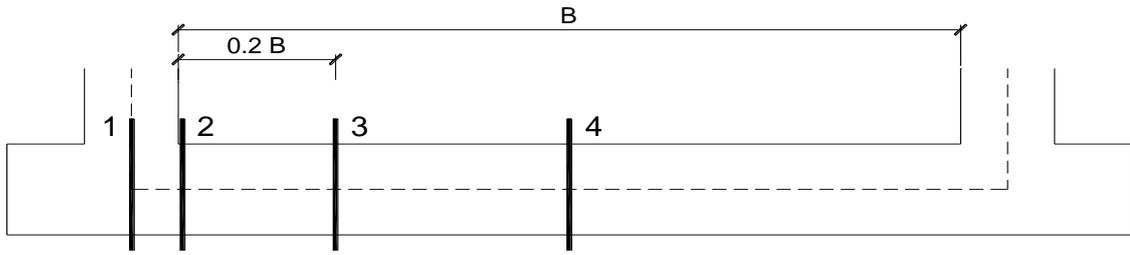


TABELLA DI RIEPILOGO

fondazione	comb 1			comb 2			comb 3			comb 4		comb 5		comb 6				
	N	T	M	N	T	M	N	T	M	N	T	N	T	M	N	T	M	
-0.800	-0.335	0.554	0.000	-0.001	1.781	0.000	-0.001	1.707	0.000	-0.329	-0.829	0.000	-0.663	-1.982	0.000	-0.288	-0.144	0.000
-0.780	-0.335	-3.059	0.025	-0.001	-1.832	0.001	-0.001	-0.906	-0.008	-0.329	-3.442	0.043	-0.663	-5.595	0.076	-0.288	-2.287	0.024
-0.760	-1.006	-1.890	0.025	-0.002	1.730	0.001	-0.002	2.508	-0.008	-0.986	-4.974	0.043	-1.990	-9.372	0.076	-0.864	-2.515	0.024
-0.760	-1.006	-5.503	0.099	-0.002	-1.883	0.002	-0.002	-0.105	-0.032	-0.986	-7.587	0.168	-1.990	-12.985	0.299	-0.864	-4.658	0.096
-0.760	-1.676	-4.275	0.099	-0.004	1.679	0.002	-0.003	3.309	-0.032	-1.643	-8.991	0.168	-3.317	-16.576	0.299	-1.440	-4.826	0.096
-0.740	-1.676	-7.888	0.221	-0.004	-1.934	0.005	-0.003	0.696	-0.072	-1.643	-11.604	0.374	-3.317	-20.189	0.667	-1.440	-6.969	0.214
-0.740	-2.347	-6.600	0.221	-0.006	1.629	0.005	-0.004	4.111	-0.072	-2.301	-12.882	0.374	-4.644	-23.593	0.667	-2.016	-7.076	0.214
-0.720	-2.347	-10.213	0.389	-0.006	-1.984	0.008	-0.004	1.498	-0.128	-2.301	-15.495	0.658	-4.644	-27.206	1.175	-2.016	-9.220	0.377
-0.720	-3.018	-8.866	0.389	-0.007	1.579	0.008	-0.005	4.912	-0.128	-2.958	-16.645	0.658	-5.971	-30.423	1.175	-2.592	-9.267	0.377
-0.700	-3.018	-12.479	0.602	-0.007	-2.034	0.013	-0.005	2.299	-0.200	-2.958	-19.258	1.017	-5.971	-34.036	1.820	-2.592	-11.410	0.584
-0.700	-5.868	-6.499	0.602	-0.014	13.108	0.013	-0.009	16.810	-0.200	-5.752	-23.609	1.017	-11.610	-46.918	1.820	-5.040	-11.356	0.584
-0.550	-5.868	-13.703	2.347	-0.014	5.904	-1.184	-0.009	10.606	-2.102	-5.752	-29.813	5.178	-11.610	-54.122	9.627	-5.040	-16.261	2.784
-0.550	84.151	-86.704	-40.357	83.261	-69.500	-30.143	53.257	-65.919	-19.758	68.841	-87.838	-42.391	99.736	-108.623	-62.990	57.981	-54.895	-29.966
-0.400	84.151	-90.847	-27.041	83.261	-73.644	-19.407	53.257	-70.663	-9.560	68.841	-91.982	-28.904	99.736	-112.766	-46.385	57.981	-58.082	-21.492
-0.400	81.191	-80.682	-27.041	83.256	-57.896	-19.407	53.253	-54.979	-9.560	65.940	-88.094	-28.904	93.877	-113.797	-46.385	55.438	-54.045	-21.492
-0.373	81.191	-81.419	-24.880	83.256	-58.633	-17.854	53.253	-55.716	-8.084	65.940	-88.831	-26.545	93.877	-114.534	-43.341	55.438	-54.612	-20.043
-0.373	80.298	-78.244	-24.880	83.254	-53.879	-17.854	53.252	-51.162	-8.084	65.064	-87.432	-26.545	92.109	-114.514	-43.341	54.671	-53.286	-20.043
-0.347	80.298	-78.981	-22.783	83.254	-54.615	-16.407	53.252	-51.899	-6.710	65.064	-88.169	-24.204	92.109	-115.251	-40.278	54.671	-53.853	-18.615
-0.347	79.404	-75.700	-22.783	83.253	-49.861	-16.407	53.251	-47.345	-6.710	64.188	-86.544	-24.204	90.341	-114.899	-40.278	53.903	-52.421	-18.615
-0.320	79.404	-76.437	-20.755	83.253	-50.598	-15.068	53.251	-48.082	-5.437	64.188	-87.281	-21.886	90.341	-115.636	-37.204	53.903	-52.987	-17.210
-0.320	78.511	-73.051	-20.755	83.252	-45.843	-15.068	53.251	-43.528	-5.437	63.312	-85.431	-21.886	88.572	-114.953	-37.204	53.136	-51.449	-17.210
-0.293	78.511	-73.787	-18.797	83.252	-46.580	-13.835	53.251	-44.264	-4.267	63.312	-86.167	-19.598	88.572	-115.690	-34.128	53.136	-52.015	-15.830
-0.293	77.618	-70.295	-18.797	83.251	-41.825	-13.835	53.250	-39.711	-4.267	62.436	-84.092	-19.598	86.804	-114.676	-34.128	52.368	-50.370	-15.830
-0.267	77.618	-71.032	-16.913	83.251	-42.562	-12.710	53.250	-40.447	-3.198	62.436	-84.829	-17.346	86.804	-115.413	-31.061	51.601	-48.337	-14.479
-0.267	76.725	-67.434	-16.913	83.250	-37.807	-12.710	53.249	-35.894	-3.198	61.561	-82.528	-17.346	85.036	-114.068	-31.061	51.601	-49.185	-14.479
-0.240	76.725	-68.171	-15.105	83.249	-38.544	-11.692	53.249	-36.630	-2.231	61.561	-83.265	-15.135	85.036	-114.805	-28.009	51.601	-49.751	-13.160
-0.240	75.832	-64.467	-15.105	83.249	-33.789	-11.692	53.249	-32.077	-2.231	60.685	-80.738	-15.135	83.268	-113.129	-28.009	50.834	-47.893	-13.160
-0.213	75.832	-65.204	-13.976	83.249	-34.525	-10.781	53.249	-32.813	-1.366	60.685	-81.475	-12.973	83.268	-113.866	-24.982	50.834	-48.459	-11.875
-0.213	74.939	-61.395	-13.976	83.248	-29.770	-10.781	53.248	-28.259	-1.366	59.810	-78.724	-12.973	81.501	-111.859	-24.982	50.067	-46.494	-11.875
-0.187	74.939	-62.131	-11.729	83.248	-30.507	-9.978	53.248	-28.996	-0.602	59.810	-79.460	-10.863	81.501	-112.596	-21.990	50.067	-47.061	-10.628
-0.187	74.046	-58.217	-11.729	83.247	-25.752	-9.978	53.248	-24.442	-0.602	58.934	-76.484	-10.863	79.733	-110.258	-21.990	49.300	-44.989	-10.628
-0.160	74.046	-58.953	-10.166	83.247	-26.489	-9.281	53.248	-25.179	0.059	58.934	-77.220	-8.814	79.733	-110.994	-19.040	49.300	-45.556	-9.421
-0.160	73.153	-54.933	-10.166	83.246	-21.734	-9.281	53.247	-20.625	0.059	58.059	-74.018	-8.814	77.965	-108.326	-19.040	48.533	-43.738	-9.421
-0.133	73.153	-55.669	-8.692	83.246	-22.470	-8.692	53.247	-21.362	0.619	58.059	-74.755	-6.830	77.965	-109.062	-16.141	48.533	-43.944	-8.256
-0.133	72.261	-51.543	-8.692	83.246	-17.715	-8.692	53.247	-16.808	0.619	57.184	-71.328	-6.830	76.198	-106.062	-16.141	47.766	-41.659	-8.256
-0.107	72.261	-52.280	-7.307	83.246	-18.452	-8.209	53.247	-17.545	1.077	57.184	-72.064	-4.918	76.198	-106.799	-13.303	47.766	-42.226	-7.138
-0.107	71.368	-48.048	-7.307	83.245	-13.697	-8.209	53.247	-12.991	1.077	56.309	-68.412	-4.918	74.430	-103.468	-13.303	46.999	-39.835	-7.138
-0.080	71.368	-48.784	-6.016	83.245	-14.433	-7.834	53.247	-13.728	1.433	56.309	-69.148	-3.084	74.430	-104.205	-10.534	46.999	-40.401	-6.068
-0.080	70.476	-44.447	-6.016	83.245	-9.678	-7.834	53.246	-9.174	1.433	55.433	-65.270	-3.084	72.663	-100.543	-10.534	46.232	-38.904	-6.068
-0.053	70.476	-45.184	-4.821	83.245	-10.415	-7.567	53.246	-9.114	1.688	55.433	-66.007	-1.334	72.663	-101.280	-7.843	46.232	-37.470	-5.050
-0.053	69.584	-40.740	-4.821	83.245	-5.660	-7.567	53.246	-5.357	1.688	54.558	-61.904	-1.334	70.896	-97.287	-7.843	45.466	-35.866	-5.050
-0.027	69.584	-41.477	-3.725	83.245	-6.396	-7.406	53.246	-6.094	1.841	54.558	-62.641	0.327	70.896	-98.024	-5.239	45.466	-36.433	-4.086
-0.027	68.691	-36.928	-3.725	83.245	-1.641	-7.406	53.246	-1.540	1.841	53.684	-58.312	0.327	69.129	-93.700	-5.239	44.699	-33.722	-4.086
0.000	68.691	-37.665	-2.730	83.245	-2.378	-7.352	53.246	-2.277	1.891	53.684	-59.049	1.891	69.129	-94.437	-2.730	44.699	-34.288	-3.179
0.000	67.799	-33.010	-2.730	83.245	2.378	-7.352	53.246	2.277	1.891	52.809	-54.495	1.891	67.362	-98.782	-2.730	43.932	-31.471	-3.179
0.027	67.799	-33.747	-1.840	83.245	1.641	-7.406	53.246	1.540	1.841	52.809	-55.232	3.354	67.362	-99.519	-0.326	43.932	-32.038	-2.332
0.027	66.907	-28.987	-1.840	83.245	6.396	-7.406	53.246	6.094	1.841	51.934	-50.453	3.354	65.595	-85.534	-0.326	43.166	-29.114	-2.332
0.053	66.907	-29.724	-1.057	83.245	5.660	-7.567	53.246	5.357	1.688	51.934	-51.190	4.710	65.595	-86.270	1.964	43.166	-29.681	-1.548
0.053	66.015	-24.858	-1.057	83.245	10.415	-7.567	53.246	9.911	1.688	51.059	-46.185	4.710	63.828	-80.954	1.964	42.399	-26.650	-1.548
0.080	66.015	-25.595	-0.385	83.245	9.678	-7.834	53.246	9.174	1.433	51.059	-46.922	5.951	63.828	-81.691	4.133	42.399	-27.217	-0.830
0.080	65.123	-20.623	-0.385	83.245	14.433	-7.834	53.247	13.728	1.433	50.184	-41.692	5.951	62.061	-76.044	4.133	41.633	-24.080	-0.830
0.107	65.123	-21.360	0.175	83.245	13.697	-8.209	53.247	12.991	1.077	50.184	-42.429	7.073	62.061	-76.780	6.171	41.633	-24.647	-0.180
0.107	64.232	-16.283	0.175	83.246	18.452	-8.209	53.247	17.545	1.077	49.310	-36.974	7.073	60.295	-70.802	6.171	40.866	-21.404	-0.180
0.133	64.232	-17.020	0.619	83.246	17.715	-8.692	53.247	16.808	0.619	49.310	-37.711	8.069	60.295	-71.539	8.069	40.866	-21.970	0.398
0.133	63.340	-11.837	0.619	83.246	22.470	-8.692	53.247	21.362	0.619	48.435	-32.031	8.069	58.528	-65.230	8.069	40.100	-18.620	0.398
0.160	63.340	-12.574	0.944	83.246	21.734	-9.281	53.247	20.625	0.059	48.435	-32.768	8.933	58.528	-65.966	9.818	40.100	-19.187	0.902
0.160	62.448	-7.285	0.944	83.247	26.489	-9.281	53.248	25.179	0.059	4								

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.4.4 Pressioni

Si riportano i valori delle pressioni della fondazione sul terreno (kPa).

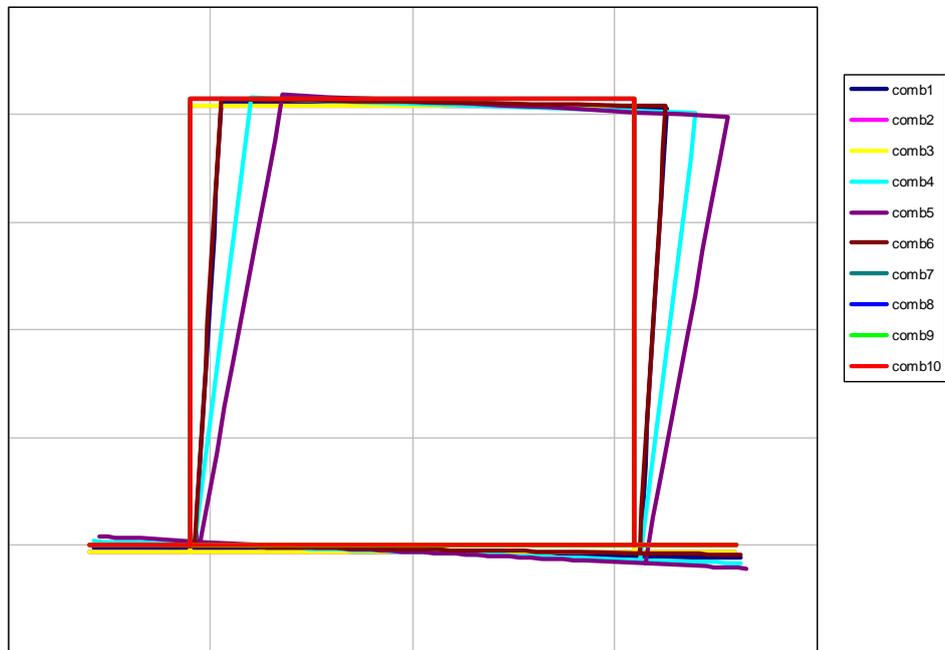
fondazione	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6
x	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
-0.800	-55.438	-178.095	-170.701	82.920	198.182	14.383
-0.780	-58.421	-178.105	-170.704	76.572	188.855	11.378
-0.760	-61.405	-178.115	-170.708	70.225	179.528	8.373
-0.740	-64.388	-178.126	-170.712	63.877	170.202	5.368
-0.720	-67.371	-178.136	-170.716	57.529	160.875	2.363
-0.700	-70.354	-178.146	-170.720	51.182	151.548	-0.642
-0.550	-92.728	-178.221	-170.748	3.573	81.592	-23.182
-0.400	-115.080	-178.277	-170.763	-44.013	11.671	-45.704
-0.373	-119.049	-178.284	-170.764	-52.468	-0.752	-49.705
-0.347	-123.017	-178.290	-170.765	-60.922	-13.174	-53.705
-0.320	-126.984	-178.296	-170.766	-69.375	-25.594	-57.704
-0.293	-130.951	-178.300	-170.766	-77.827	-38.012	-61.702
-0.267	-134.916	-178.305	-170.766	-86.278	-50.428	-65.700
-0.240	-138.881	-178.308	-170.766	-94.728	-62.844	-69.697
-0.213	-142.845	-178.311	-170.765	-103.178	-75.258	-73.693
-0.187	-146.809	-178.314	-170.765	-111.627	-87.671	-77.689
-0.160	-150.772	-178.316	-170.765	-120.076	-100.083	-81.684
-0.133	-154.734	-178.318	-170.764	-128.524	-112.494	-85.679
-0.107	-158.696	-178.320	-170.764	-136.973	-124.905	-89.674
-0.080	-162.658	-178.321	-170.764	-145.420	-137.315	-93.668
-0.053	-166.620	-178.322	-170.764	-153.868	-149.725	-97.662
-0.027	-170.582	-178.322	-170.764	-162.316	-162.134	-101.656
0.000	-174.543	-178.322	-170.763	-170.763	-174.543	-105.650
0.027	-178.504	-178.322	-170.764	-179.211	-186.952	-109.644
0.053	-182.465	-178.322	-170.764	-187.659	-199.361	-113.637
0.080	-186.426	-178.321	-170.764	-196.107	-211.770	-117.631
0.107	-190.387	-178.320	-170.764	-204.556	-224.179	-121.624
0.133	-194.348	-178.318	-170.764	-213.004	-236.588	-125.617
0.160	-198.309	-178.316	-170.765	-221.453	-248.998	-129.611
0.187	-202.271	-178.314	-170.765	-229.903	-261.408	-133.604
0.213	-206.232	-178.311	-170.765	-238.353	-273.819	-137.598
0.240	-210.193	-178.308	-170.766	-246.803	-286.230	-141.591
0.267	-214.154	-178.305	-170.766	-255.253	-298.642	-145.585
0.293	-218.116	-178.300	-170.766	-263.705	-311.054	-149.578
0.320	-222.077	-178.296	-170.766	-272.156	-323.468	-153.572
0.347	-226.038	-178.290	-170.765	-280.608	-335.881	-157.566
0.373	-230.000	-178.284	-170.764	-289.061	-348.296	-161.560
0.400	-233.961	-178.277	-170.763	-297.514	-360.711	-165.554
0.550	-256.240	-178.221	-170.748	-345.068	-430.560	-188.021
0.700	-278.511	-178.146	-170.720	-392.621	-500.413	-210.486
0.720	-281.481	-178.136	-170.716	-398.961	-509.726	-213.481
0.740	-284.450	-178.126	-170.712	-405.301	-519.039	-216.476
0.760	-287.419	-178.115	-170.708	-411.641	-528.352	-219.471
0.780	-290.388	-178.105	-170.704	-417.981	-537.665	-222.466
0.800	-293.358	-178.095	-170.701	-424.321	-546.978	-225.461

7.4.5 Spostamenti

Si riportano i valori degli spostamenti agenti sugli elementi del manufatto (m).

coordinate		spostamenti condizioni elementari															
x	y	1	2	3	4	5sn	5dx	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy	Δx	Δy
-0.8	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.78E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000768	-0.00045	-0.00082	0.000438	0.001691	0.00051	0.001041
-0.78	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.67E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000749	-0.00045	-0.00082	0.000438	0.001649	0.00051	0.001015
-0.76	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.57E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000729	-0.00045	-0.00078	0.000438	0.001606	0.00051	0.000989
-0.74	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.46E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000709	-0.00045	-0.00076	0.000438	0.001564	0.00051	0.000963
-0.72	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.36E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000689	-0.00045	-0.00074	0.000438	0.001522	0.00051	0.000936
-0.7	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	1.25E-06	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.000669	-0.00045	-0.00072	0.000438	0.001479	0.00051	0.00091
-0.55	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	4.56E-07	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.00052	-0.00045	-0.00057	0.000438	0.001162	0.00051	0.000715
-0.4	0	-3.4E-08	-0.001	6.49E-07	-2.3E-07	-2.1E-08	-0.00027	-2.1E-08	-0.00027	0.000446	0.000371	-0.00045	-0.00042	0.000438	0.000845	0.00051	0.00052
-0.37333	0	-3.2E-08	-0.001	6.06E-07	-3.3E-07	-1.9E-08	-0.00027	-1.9E-08	-0.00027	0.000446	0.000345	-0.00045	-0.00039	0.000437	0.000789	0.00051	0.000485
-0.34667	0	-2.9E-08	-0.001	5.62E-07	-4.2E-07	-1.8E-08	-0.00027	-1.8E-08	-0.00027	0.000446	0.000318	-0.00045	-0.00037	0.000437	0.000732	0.00051	0.000451
-0.32	0	-2.7E-08	-0.001	5.19E-07	-5.1E-07	-1.6E-08	-0.00027	-1.6E-08	-0.00027	0.000446	0.000292	-0.00045	-0.00034	0.000437	0.000676	0.00051	0.000416
-0.29333	0	-2.5E-08	-0.001	4.76E-07	-5.8E-07	-1.5E-08	-0.00027	-1.5E-08	-0.00027	0.000446	0.000265	-0.00045	-0.00032	0.000437	0.00062	0.00051	0.000381
-0.26667	0	-2.3E-08	-0.001	4.33E-07	-6.6E-07	-1.4E-08	-0.00027	-1.4E-08	-0.00027	0.000446	0.000239	-0.00045	-0.00029	0.000437	0.000563	0.00051	0.000347
-0.24	0	-2E-08	-0.001	3.89E-07	-7.2E-07	-1.2E-08	-0.00027	-1.2E-08	-0.00027	0.000446	0.000213	-0.00045	-0.00026	0.000437	0.000507	0.00051	0.000312
-0.21333	0	-1.8E-08	-0.001	3.46E-07	-7.8E-07	-1.1E-08	-0.00027	-1.1E-08	-0.00027	0.000446	0.000186	-0.00045	-0.00024	0.000437	0.000451	0.00051	0.000277
-0.18667	0	-1.6E-08	-0.001	3.03E-07	-8.3E-07	-9.6E-09	-0.00027	-9.6E-09	-0.00027	0.000446	0.00016	-0.00045	-0.00021	0.000437	0.000394	0.00051	0.000243
-0.16	0	-1.4E-08	-0.001	2.6E-07	-8.7E-07	-8.2E-09	-0.00027	-8.2E-09	-0.00027	0.000446	0.000133	-0.00045	-0.00018	0.000437	0.000338	0.00051	0.000208
-0.13333	0	-1.1E-08	-0.001	2.16E-07	-9.1E-07	-6.8E-09	-0.00027	-6.8E-09	-0.00027	0.000446	0.000107	-0.00045	-0.00016	0.000437	0.000282	0.00051	0.000173
-0.10667	0	-9E-09	-0.001	1.73E-07	-9.4E-07	-5.5E-09	-0.00027	-5.5E-09	-0.00027	0.000446	8.05E-05	-0.00045	-0.00013	0.000437	0.000225	0.00051	0.000139
-0.08	0	-6.8E-09	-0.001	1.3E-07	-9.7E-07	-4.1E-09	-0.00027	-4.1E-09	-0.00027	0.000446	5.4E-05	-0.00045	-0.0001	0.000437	0.000169	0.00051	0.000104
-0.05333	0	-4.5E-09	-0.001	8.65E-08	-9.8E-07	-2.7E-09	-0.00027	-2.7E-09	-0.00027	0.000446	2.76E-05	-0.00045	-7.8E-05	0.000437	0.000113	0.00051	6.93E-05
-0.02667	0	-2.3E-09	-0.001	4.33E-08	-9.9E-07	-1.4E-09	-0.00027	-1.4E-09	-0.00027	0.000446	1.21E-06	-0.00045	-5.2E-05	0.000437	5.63E-05	0.00051	3.47E-05
0	0	6.64E-19	-0.001	-1.4E-18	-1E-06	1.9E-19	-0.00027	1.9E-19	-0.00027	0.000446	-2.5E-05	-0.00045	-2.5E-05	0.000437	3.36E-12	0.00051	2.06E-12
0.026667	0	2.25E-09	-0.001	-4.3E-08	-9.9E-07	1.37E-09	-0.00027	1.37E-09	-0.00027	0.000446	-5.2E-05	-0.00045	1.21E-06	0.000437	-5.6E-05	0.00051	-3.5E-05
0.053333	0	4.5E-09	-0.001	-8.7E-08	-9.8E-07	2.74E-09	-0.00027	2.74E-09	-0.00027	0.000446	-7.8E-05	-0.00045	2.76E-05	0.000437	-0.00011	0.00051	-6.9E-05
0.08	0	6.75E-09	-0.001	-1.3E-07	-9.7E-07	4.11E-09	-0.00027	4.11E-09	-0.00027	0.000446	-0.0001	-0.00045	5.4E-05	0.000437	-0.00017	0.00051	-0.0001
0.106667	0	9E-09	-0.001	-1.7E-07	-9.4E-07	5.48E-09	-0.00027	5.48E-09	-0.00027	0.000446	-0.00013	-0.00045	8.05E-05	0.000437	-0.00023	0.00051	-0.00014
0.133333	0	1.13E-08	-0.001	-2.2E-07	-9.1E-07	6.85E-09	-0.00027	6.85E-09	-0.00027	0.000446	-0.00016	-0.00045	0.000107	0.000437	-0.00028	0.00051	-0.00017
0.16	0	1.35E-08	-0.001	-2.6E-07	-8.7E-07	8.22E-09	-0.00027	8.22E-09	-0.00027	0.000446	-0.00018	-0.00045	0.000133	0.000437	-0.00034	0.00051	-0.00021
0.186667	0	1.58E-08	-0.001	-3E-07	-8.3E-07	9.59E-09	-0.00027	9.59E-09	-0.00027	0.000446	-0.00021	-0.00045	0.00016	0.000437	-0.00039	0.00051	-0.00024
0.213333	0	1.8E-08	-0.001	-3.5E-07	-7.8E-07	1.1E-08	-0.00027	1.1E-08	-0.00027	0.000446	-0.00024	-0.00045	0.000186	0.000437	-0.00045	0.00051	-0.00028
0.24	0	2.03E-08	-0.001	-3.9E-07	-7.2E-07	1.23E-08	-0.00027	1.23E-08	-0.00027	0.000446	-0.00026	-0.00045	0.000213	0.000437	-0.00051	0.00051	-0.00031
0.266667	0	2.25E-08	-0.001	-4.3E-07	-6.6E-07	1.37E-08	-0.00027	1.37E-08	-0.00027	0.000446	-0.00029	-0.00045	0.000239	0.000437	-0.00056	0.00051	-0.00035
0.293333	0	2.48E-08	-0.001	-4.8E-07	-5.8E-07	1.51E-08	-0.00027	1.51E-08	-0.00027	0.000446	-0.00032	-0.00045	0.000265	0.000437	-0.00062	0.00051	-0.00038
0.32	0	2.7E-08	-0.001	-5.2E-07	-5.1E-07	1.64E-08	-0.00027	1.64E-08	-0.00027	0.000446	-0.00034	-0.00045	0.000292	0.000437	-0.00068	0.00051	-0.00042
0.346667	0	2.93E-08	-0.001	-5.6E-07	-4.2E-07	1.78E-08	-0.00027	1.78E-08	-0.00027	0.000446	-0.00037	-0.00045	0.000318	0.000437	-0.00073	0.00051	-0.00045
0.373333	0	3.15E-08	-0.001	-6.1E-07	-3.3E-07	1.92E-08	-0.00027	1.92E-08	-0.00027	0.000446	-0.00039	-0.00045	0.000345	0.000437	-0.00079	0.00051	-0.00049
0.4	0	3.38E-08	-0.001	-6.5E-07	-2.3E-07	2.05E-08	-0.00027	2.05E-08	-0.00027	0.000446	-0.00042	-0.00045	0.000371	0.000438	-0.00085	0.00051	-0.00052
0.55	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	4.56E-07	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00057	-0.00045	0.00052	0.000438	-0.00116	0.00051	-0.00072
0.7	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.25E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00072	-0.00045	0.000689	0.000438	-0.00148	0.00051	-0.00091
0.72	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.36E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00074	-0.00045	0.000689	0.000438	-0.00152	0.00051	-0.00094
0.74	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.46E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00076	-0.00045	0.000709	0.000438	-0.00156	0.00051	-0.00096
0.76	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.57E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00078	-0.00045	0.000729	0.000438	-0.00161	0.00051	-0.00099
0.78	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.67E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.0008	-0.00045	0.000749	0.000438	-0.00165	0.00051	-0.00101
0.8	0	4.64E-08	-0.001	-8.9E-07	1.78E-06	2.83E-08	-0.00028	2.83E-08	-0.00028	0.000446	-0.00082	-0.00045	0.000768	0.000438	-0.00169	0.00051	-0.00104
-0.55	0	-4.6E-08	-0.001	8.92E-07	4.56E-07	-2.8E-08	-0.00028	-2.8E-08	-0.00028	0.000446	0.00052	-0.00045	-0.00057	0.000438	0.001162	0.00051	0.000715
-0.55	0.2075	-1E-06	-0.001	2.66E-06	4.56E-07	-4.6E-07	-0.00028	-4.6E-07	-0.00028	0.000655	0.00052	-0.00065	-0.00057	0.000882	0.001163	0.000783	0.000715
-0.55	0.415	-2.5E-06	-0.001	5.41E-06	4.56E-07	-1.3E-06	-0.00028	-1.3E-06	-0.00028	0.000869	0.000521	-0.00087	-0.00057	0.001336	0.001163	0.001062	0.000716
-0.55	0.6225	-4.3E-06	-0.001	8.65E-06	4.56E-07	-2.2E-06	-0.00028	-2.2E-06	-0.00028	0.001087	0.000521	-0.00108	-0.00057	0.001797	0.001164	0.001346	0.000716
-0.55	0.83	-6E-06	-0.001	1.19E-05	4.56E-07	-3.2E-06	-0.00028	-3.2E-06	-0.00028	0.001307	0.000521	-0.0013	-0.00057	0.002264	0.001165	0.001632	0.000716
-0.55	1.0375	-7.4E-06	-0.001	1.45E-05	4.56E-07	-4.1E-06	-0.00028	-4.1E-06	-0.00028	0.001529	0.000521	-0.00152	-0.00057	0.002734	0.001165	0.001921	0.000717
-0.55	1.245	-8.2E-06	-0.001	1.61E-05	4.56E-07	-4.6E-06	-0.00028	-4.6E-06	-0.00028	0.00175	0.000521	-0.00174	-0.00057	0.003205	0.001166	0.00221	0.000717
-0.55	1.4525	-8.2E-06	-0.001	1.61E-05	4.56E-07	-4.6E-06	-0.00028	-4.6E-06	-0.00028	0.001971	0.000522	-0.00196	-0.00057	0.003674	0.001167	0.002498	0.000717
-0.55	1.66	-7E-06															

Deformate



Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.4.6 Capacità portante terreno

Di seguito si riporta la verifica della capacità portante del terreno su cui appoggia la fondazione. Considerando la fondazione diretta nastriforme in condizioni drenate, la pressione limite si determina con al seguente formula:

$$q_{lim} = c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q$$

Il terreno di progetto, argilla trattata a calce, ha le seguenti caratteristiche:

densità	$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
coesione efficace	$c' = 12 \text{ kPa}$
angolo di attrito	$\phi' = 43^\circ$

I fattori di capacità portante per questo tipo di terreno valgono quindi:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) = 99,02$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotan \varphi = 105,11$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi = 186,54$$

Con una base di $B = 1,80 \text{ m}$ e uno scavo di $D = 0,40 \text{ m}$ si ottiene il seguente valore

$$q_{lim} = 12 \times 105,11 + \frac{1}{2} \times 1,80 \times 20,5 \times 186,54 + 20,5 \times 0,40 \times 99,02$$

$$q_{lim} = 5.514,94 \text{ kN/m}^2$$

Si considera la verifica per dell'approccio 2 la cui combinazione è A1-M1-R3, con cui si ottiene il seguente valore

$$q_{lim}/\gamma_R = 5.514,94/2,30 = 2.397,80 \text{ kN/m}^2 > q_{ter} = 546,98 \text{ kN/m}^2$$

Al verifica è soddisfatta.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5 Analisi muro andatore

Si riportano di seguito i carichi agenti sul muro e sul rilevato.

7.5.1 Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb : un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale . Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = 1/2(1 \pm k_v) \gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

L'angolo θ è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$\tan(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

dove k_h e k_v rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme Q l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + Q) K_a$$

$$S = (1/2 \gamma H^2 + QH) K_a$$

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$.

Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità z , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c(K_a)^{1/2}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine $\gamma z K_a$, si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione σ_a risulta negativa per valori di z minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma(K_a)^{1/2}}$$

La grandezza h_c è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad h_c non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

Spinta in presenza di falda

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

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_r W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

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

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

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$
Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e 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.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2	M2	M1
-----------	----	----	----	----

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	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	

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5.2 Caratteristiche muro

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.15 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [%]
Inclinazione paramento interno	0.00 [%]
Lunghezza del muro	1.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [%]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	35.00 [N/mm ²]
Modulo elastico E	32587.986 [N/mm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449.94 [N/mm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

N	X	Y	A
1	1.00	0.00	0.00
2	3.00	0.00	0.00
3	5.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[%]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ^q]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ^q]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno riep.	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Stato 2	20.50	20.50	43.00	43.00	0.0000	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [%]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.85	0.00	0.00	0.00	Terreno riepimento
2	1.00	0.00	1.90	1.00	Stato 2

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5.3 Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

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

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

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

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

D/C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Variabile)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=5.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5.4 Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

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

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

Combinazione n° 3 - 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

Combinazione n° 4 - 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

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

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Combinazione n° 7 - 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

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	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - 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
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - 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
Variabile	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Variabile	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - 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
Variabile	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - 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

Combinazione n° 17 - 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

Combinazione n° 18 - 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

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1.00	1.00	1.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - 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

Combinazione n° 22 - 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

Combinazione n° 23 - 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
Variabile	SFAV	1.00	0.30	0.30

Combinazione n° 24 - 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
Variabile	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 25 - 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
Variabile	SFAV	1.00	1.00	1.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.10$

$w_3 = 0.10$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	3.81	--	27.04	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.77	--	26.51	--
3	A1-M1 - [1]	--	4.33	--	27.95	--
4	A1-M1 - [1]	--	4.25	--	25.91	--
5	A2-M2 - [1]	--	3.01	--	7.91	--
6	EQU - [1]	--	--	3.09	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.66
8	A1-M1 - [2]	--	3.05	--	13.02	--
9	A1-M1 - [2]	--	2.82	--	12.97	--
10	A1-M1 - [2]	--	3.32	--	13.84	--
11	A1-M1 - [2]	--	3.09	--	13.96	--
12	A2-M2 - [2]	--	2.03	--	3.08	--
13	EQU - [2]	--	--	1.91	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.29
15	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3.34	--	20.89	--
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3.28	--	21.78	--
17	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.20	--	4.46	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.17	--	4.65	--
19	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.38	--	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.29	--	--
21	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.52
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.51
23	SLER - [2]	--	3.47	--	19.20	--
24	SLEF - [2]	--	3.96	--	24.93	--
25	SLEQ - [2]	--	4.24	--	28.03	--

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

7.5.5 Analisi della spinta e sollecitazioni

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Mononobe-Okabe
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.57 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.45
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 6.68$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 3.34$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0.0

Lunghezza del muro 1.00 [m]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Peso muro 33.3750 [kN]
Baricentro del muro X=-0.02 Y=-1.87

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0.90 Y = -2.85
Punto superiore superficie di spinta X = 0.90 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta 2.85 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0.00 [%]

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Storzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	0.9322	1.5671	-0.0038	0.0083	0.0391	0.9614
3	0.25	1.8915	3.1683	0.0027	0.1352	0.1564	2.0010
4	0.37	2.8777	4.8034	0.0205	0.3901	0.3520	3.1189
5	0.49	3.8909	6.4725	0.0622	0.7827	0.6257	4.3150
6	0.61	4.9312	8.1756	0.1374	1.3226	0.9777	5.5892
7	0.74	5.9984	9.9127	0.2557	2.0193	1.4079	6.9418
8	0.86	7.0926	11.6838	0.4269	2.8824	1.9164	8.3725
9	0.98	8.2137	13.4889	0.6606	3.9216	2.5030	9.8814
10	1.10	9.3619	15.3279	0.9664	5.1463	3.1678	11.4686
11	1.23	10.5371	17.2010	1.3540	6.5662	3.9109	13.1340
12	1.35	11.7393	19.1081	1.8330	8.1909	4.7322	14.8775
13	1.47	12.9684	21.0491	2.4131	10.0299	5.6317	16.6994
14	1.59	14.2246	23.0242	3.1039	12.0928	6.6095	18.5994
15	1.72	15.5077	25.0332	3.9152	14.3891	7.6654	20.5776
16	1.84	16.8179	27.0762	4.8565	16.9286	8.7996	22.6341
17	1.96	18.1550	29.1533	5.9375	19.7208	9.9940	24.7688
18	2.08	19.5191	31.2643	7.1679	22.7751	11.1339	26.9817
19	2.15	20.9102	33.4093	8.5572	26.1013	12.3344	29.2728

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	1.0030	1.1690	-0.0026	-0.0013	0.1953	0.5801
3	0.25	2.0321	2.3641	0.0211	0.0656	0.4511	1.2209
4	0.37	3.0874	3.5854	0.0747	0.2121	0.7676	1.9223
5	0.49	4.1688	4.8329	0.1668	0.4444	1.1447	2.6843
6	0.61	5.2764	6.1065	0.3049	0.7697	1.5825	3.5069
7	0.74	6.4101	7.4062	0.4964	1.1956	2.0808	4.3901
8	0.86	7.5700	8.7321	0.7488	1.7296	2.6398	5.3340
9	0.98	8.7560	10.0841	1.0694	2.3789	3.2594	6.3384
10	1.10	9.9681	11.4623	1.4657	3.1510	3.9396	7.4035
11	1.23	11.2064	12.8667	1.9451	4.0535	4.6804	8.5293

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

12	1.35	12.4709	14.2971	2.5151	5.0936	5.4819	9.7156
13	1.47	13.7615	15.7538	3.1830	6.2788	6.3439	10.9625
14	1.59	15.0783	17.2366	3.9563	7.6166	7.2666	12.2701
15	1.72	16.4212	18.7455	4.8425	9.1143	8.2499	13.6383
16	1.84	17.7902	20.2806	5.8489	10.7795	9.2939	15.0671
17	1.96	19.1854	21.8418	6.9829	12.6194	10.3984	16.5565
18	2.08	20.6068	23.4292	8.2521	14.6416	11.5636	18.1065
19	2.15	22.0543	25.0427	9.6638	16.8535	12.7893	19.7172

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.03	0.0321	0.0643	2.1397	4.2708
3	0.06	0.1282	0.2553	4.2606	8.4499
4	0.09	0.2876	0.5704	6.3629	12.5371
5	0.12	0.5098	1.0066	8.4464	16.5325
6	0.15	0.7942	1.5614	10.5112	20.4361
7	0.18	1.1403	2.2319	12.5574	24.2479
8	0.21	1.5474	3.0154	14.5848	27.9679
9	0.24	2.0152	3.9090	16.5936	31.5961
10	0.27	2.5429	4.9102	18.5493	35.1324
11	0.30	3.1300	6.0161	20.4597	38.5770

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.03	0.0337	0.0459	2.2429	3.0490
3	0.06	0.1343	0.1825	4.4571	6.0500
4	0.09	0.3009	0.4084	6.6428	9.0029
5	0.12	0.5326	0.7222	8.7998	11.9077
6	0.15	0.8286	1.1224	10.9283	14.7644
7	0.18	1.1880	1.6075	13.0281	17.5731
8	0.21	1.6100	2.1763	15.0993	20.3337

Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro	OPERE DI SOSTEGNO	11.09.2015
	OAGR01B	Rev. B

9	0.24	2.0936	2.8271	17.1419	23.0462
10	0.27	2.6382	3.5586	19.1559	25.7106
11	0.30	3.2427	4.3692	21.1413	28.3270

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.3085	-0.0658	-6.7171	-1.4339
3	0.18	-1.1843	-0.2531	-12.6080	-2.6996
4	0.27	-2.5531	-0.5467	-17.6725	-3.7810
5	0.36	-4.3406	-0.9314	-22.0337	-4.6094
6	0.45	-6.4723	-1.3774	-25.9256	-5.2219
7	0.54	-8.9237	-1.8668	-29.1709	-5.6184
8	0.63	-11.6708	-2.3822	-31.7696	-5.7989
9	0.72	-14.6228	-2.9041	-33.7216	-5.7636
10	0.81	-17.7213	-3.4132	-35.0271	-5.5122
11	0.90	-20.9083	-3.8899	-35.6859	-5.0449

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.1628	-0.0874	-3.5447	-1.9001
3	0.18	-0.6251	-0.3343	-6.6568	-3.5428
4	0.27	-1.3480	-0.7174	-9.3361	-4.9279
5	0.36	-2.2926	-1.2136	-11.5828	-6.0556
6	0.45	-3.4199	-1.7997	-13.3969	-6.9258
7	0.54	-4.6910	-2.4525	-14.7782	-7.5385
8	0.63	-6.0670	-3.1489	-15.7269	-7.8938
9	0.72	-7.5089	-3.8657	-16.2428	-7.9915
10	0.81	-8.9778	-4.5797	-16.3261	-7.8318
11	0.90	-10.4346	-5.2677	-15.9768	-7.4145