

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

VIABILITA'

NV31 - Viabilità accesso fermata S.Lorenzo Maggiore al Km 37+450 e nuova rotonda su S.P. 106

Muro di contenimento – Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI		-

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

I F 2 R 2 2 E Z Z C L N V 3 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	G.MARZOLI	29/06/21	M.D'AMADIO	30/06/21	A.REZZI	30/06/21	IL PROGETTISTA F. DI IULIO
								 01/07/21

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.NV.31.0.0.001.A

n. Elab.:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	2 di 114

1	GENERALITA'	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3	MATERIALI	9
3.1	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	9
3.2	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO MURI DI SOSTEGNO.....	10
3.3	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.....	11
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	12
4.1	IL LIVELLO DELLA FALDA.....	14
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	15
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	15
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	16
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	16
6	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	17
6.1	VERIFICHE ALLO SLU	17
6.1.1	<i>Pressoflessione</i>	17
6.1.2	<i>Taglio</i>	18
6.2	VERIFICA SLE	20
6.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	20
6.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	21
7	ANALISI DEI CARICHI	22
7.1	PESO PROPRIO (COND. DI CARICO 1)	22

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 3 di 114

7.2	SOVRACCARICO EQUIVALENTE AL TERRENO INCLINATO A TERGO DEL MURO	22
7.3	AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO (COND. DI CARICO 5)	24
7.4	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE (COND. DI CARICO 3).....	25
7.4.1	<i>Spinta del terreno in condizioni statiche (Muro su fondazione diretta)...</i>	25
7.5	SPINTA IN PRESENZA DI FALDA (COND. DI CARICO 4)	26
7.6	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (COND. DI CARICO 5).....	26
7.7	FORZA DI INERZIA (COND. DI CARICO 5)	27
7.8	COEFFICIENTI DI ATTRITO STRUTTURA-TERRENO	28
8	COMBINAZIONI DI CARICO	30
9	CRITERI GENERALI DI VERIFICA.....	33
9.1	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE	33
9.1.1	<i>Verifiche allo scorrimento</i>	<i>33</i>
9.1.2	<i>Verifiche a Ribaltamento</i>	<i>33</i>
9.1.3	<i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette)</i>	<i>33</i>
9.2	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE	36
9.3	VERIFICHE IN FASE SISMICA	37
10	DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2)	40
11	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI.....	43
11.1	SCHEMA DI CALCOLO.....	43
11.2	RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE	44
11.2.1	<i>Sezione H= 1.70 m.....</i>	<i>44</i>
11.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEL MURO	45

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	4 di 114

11.3.1	Sezione 1: Stabilità globale- - modello geotecnico.....	45
11.3.2	Stati limite di progetto	46
11.3.3	Ipotesi di calcolo	46
11.3.4	Risultati delle analisi.....	46
11.4	RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI	48
11.4.1	Sezione H= 1.70 m.....	49
12	ALLEGATI.....	53
12.1	TABULATI MURO SEZIONE H= 1.70 M	54
12.2	TABULATI PER LA VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	89

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 5 di 114

1 GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello–Benevento/3° Lotto Funzionale S. Lorenzo – Vitulano.

Le analisi e verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento ai muri di sostegno in c.a. previsti sulla viabilità di accesso alla NV 31 (km 37+400).

Per ulteriori dettagli sulle geometrie, si rimanda all'elaborato grafico: "Muro di sostegno: Planimetria generale, pianta fondazioni e sezioni muro".

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere in questione riguardano muri in c.a. a mensola che presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto):

Tipo	Hparam [m]	FONDAZIONE	
		h [m]	Lf [m]
A	1.70	0.30	1.60

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno.

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle opere. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>6 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	6 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	6 di 114								

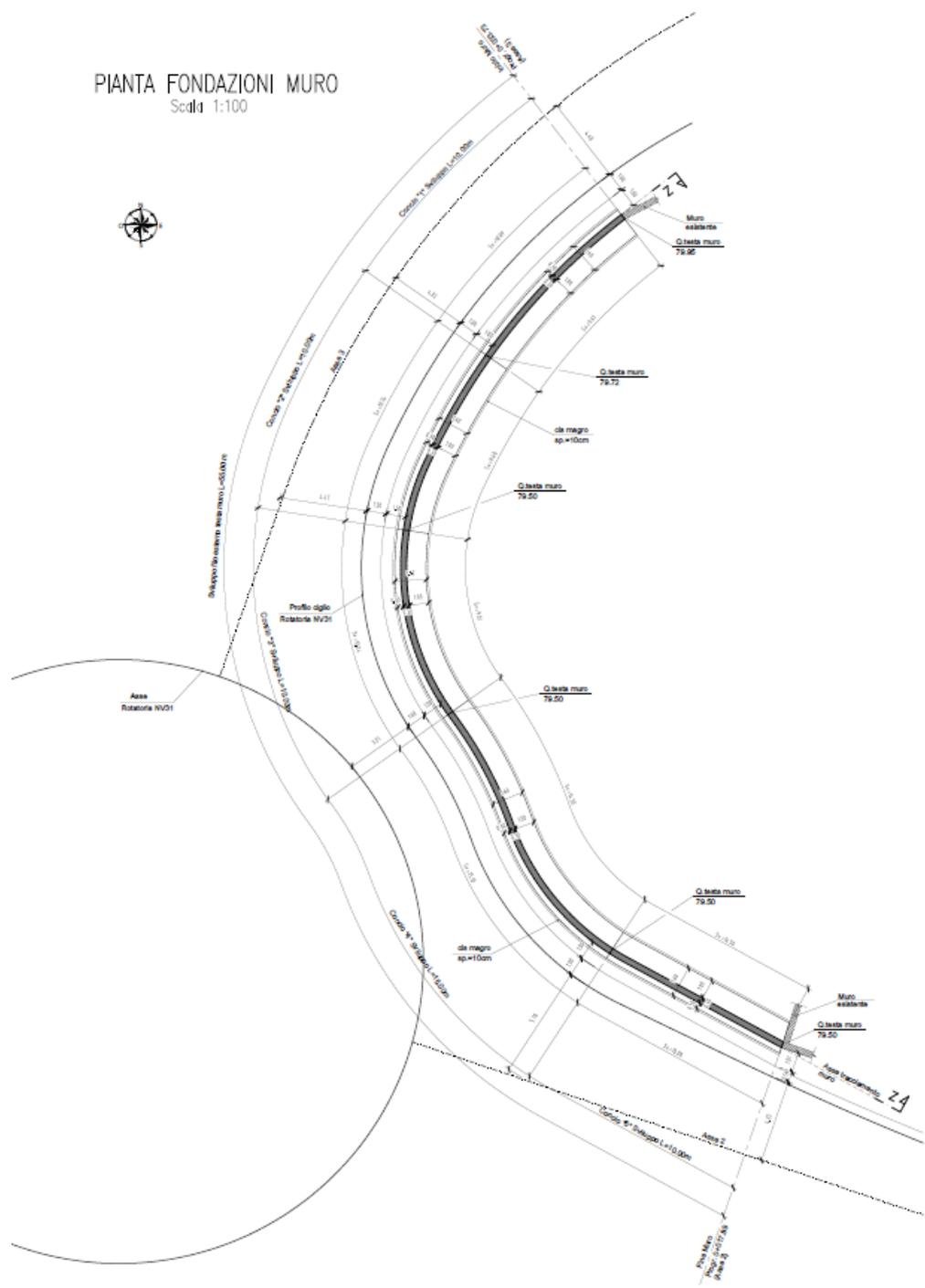


Figura 1 – Pianta fondazione

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 7 di 114

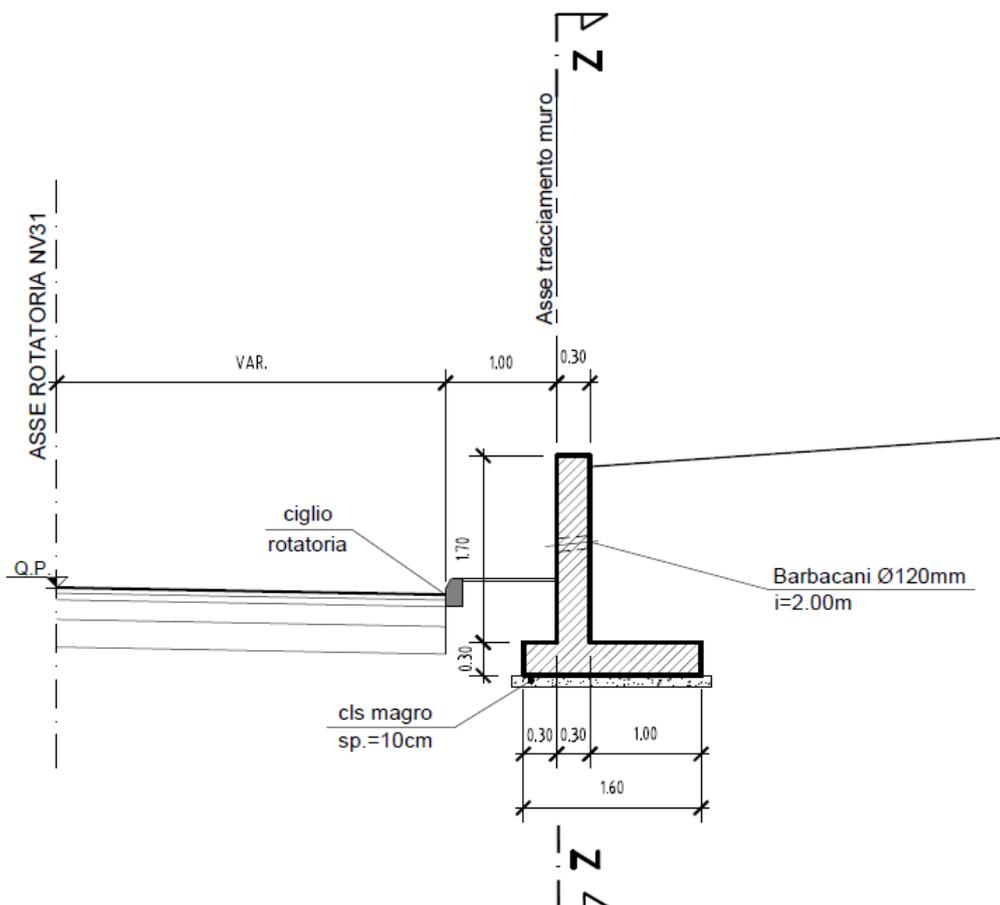


Figura 2 – Sezione muro tipo

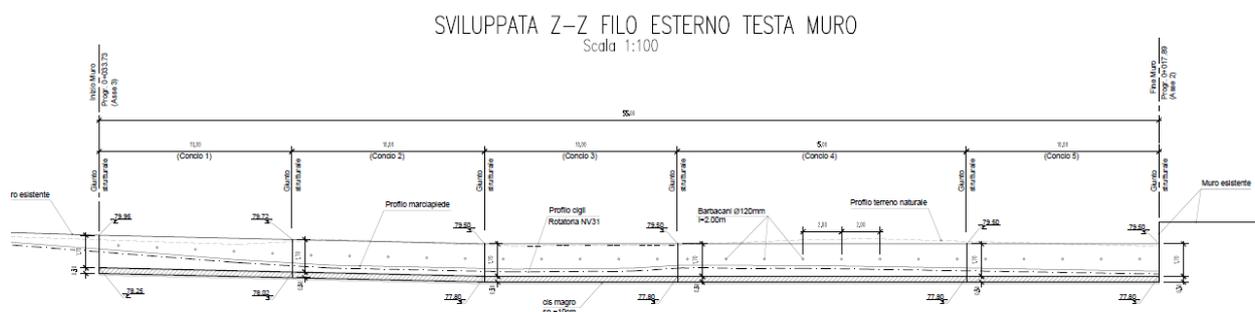


Figura 3 – Sviluppata

Nel seguito della presente relazione è affrontato il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere definite in precedenza.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 8 di 114

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 9 di 114

3 MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diversi parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Soletta di Fondazione: XC3;
- Elevazioni: XC3;

Classe esposizione norma UNI 9955	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coperto o nel ricoperto di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi/fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9955	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed al sale disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentitori di fanghi e vasche di decantazione. Contentitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

* Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
** Da parte di acque del terreno e acque fluente.

Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 10 di 114

5.

UNI 11104:2004

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Fondazione ed elevazioni: 40 mm

3.2 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO MURI DI SOSTEGNO

- Classe di resistenza: C30/37
- classe di consistenza: S3, S4
- classe di esposizione: XC3
- dimensione massima dell'inerte: $D_{max} = 25 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $C_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$
- modulo elastico: 33019 N/mm²

Per le verifiche di resistenza dei calcestruzzi, a favore di sicurezza, viene sempre considerato un calcestruzzo di classe di resistenza C28/35.

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>11 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	11 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	11 di 114								

3.3 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento caratteristico: $\geq 7.5 \%$
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento: $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 12 di 114

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La stratigrafia di riferimento adottata per il calcolo del muro di sottocarpa è stata ricavata con riferimento alle indagini geotecniche eseguite in corrispondenza dell'opera.

I parametri di progetto si sono ricavati dalla relazione geotecnica generale.

Da tale relazione si è assunta la seguente successione stratigrafica riportata in Tabella a.

Tabella a – Stratigrafia di riferimento

Stratigrafia 1: pk stazione 0+000 - 0+110								
Unità	z	γ	c'	ϕ	C_u	V_s	v	$E_{ope} = E_0/5$
(-)	(m)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(m/s)	(-)	(Mpa)
bc1	0.0-4.5	19	0	38	-	270	0.3	40
bn2	4.5-10.0	20	0	32	-	400	0.3	60
bn1	10.0-12.0	20	0	38	-	500	0.3	80
bn2	12.0-13.0	20	0	32	-	550	0.3	60
bn1	13.0-15.0	20	0	38	-	600	0.3	110
bn2	15.0-18.0	20	0	32	-	800	0.3	60
bn1	18.0-23.0	20	0	38	-	1000	0.3	140
bn2	23.0-24.0	20	0	32	-	1050	0.3	80
bn1	24.0-27.5	20	0	38	-	1100	0.3	160
MDL3	27.5-30.0	20	10	21	150	1200	0.2	100
MDL3	30.0-45.0	20	10	21	250	1200	0.2	100

Profondità della falda di progetto 0.0 m da piano campagna

Profondità della falda registrata dai piezometri 17 m da piano campagna

La progressiva 0+000 fa riferimento all'inizio della banchina lato Canello

I parametri di resistenza sopra riportati sono da intendersi in termini di tensioni efficaci, in quanto il calcolo è stato sviluppato in condizioni drenate.

Di seguito si riporta una descrizione delle unità geologiche riportate in tabella.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	13 di 114

Depositi alluvionali antichi (Unità geologica bc): si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile. Si distinguono le seguenti litofacies:

- **Unità bc1:** Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

Depositi alluvionali terrazzati (Unità geologica bn): si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Si distinguono le seguenti litofacies:

- **Unità bn1:** Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, a luoghi da poco a moderatamente cementata; a luoghi si rinvengono lenti e/o livelli di conglomerati a clasti poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati, in matrice sabbiosa e sabbiosolimosa di colore grigio e giallastro.
- **Unità bn2:** Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e nocciola, a struttura indistinta o debolmente laminata, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.

Parametri di progetto utilizzati

Di seguito si riportano i parametri geotecnici del terreno adottati per le verifiche di stabilità del muro.

Dal profilo geologico-geotecnico si evince che lo strato di terreno superficiale “bc1” è limitato ad uno spessore variabile da 0.00m a 4.50m.

Per il progetto del muro si assumono e seguenti valori:

Parametri di resistenza:

Unità bc1 (Ghiaie poligeniche ed eterometriche)

- $\gamma_{nat} = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 $c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata
 $\varphi' = 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Per il terrapieno a tergo del muro, in favore di sicurezza, si assumono i seguenti parametri per tener conto del rimaneggiamento del terreno durante le fasi di scavo:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	14 di 114

Terrapieno

Il terreno dal terrapieno è invece costituito dal riporto del terreno di scavo avente i seguenti parametri di resistenza:

$\gamma_{\text{nat}} = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio

4.1 IL LIVELLO DELLA FALDA

Dietro ai muri viene interposto del materiale drenante e tubi di drenaggio tra la parete di elevazione del muro ed il rilevato del parcheggio. Inoltre, lungo l'altezza dei muri vengono predisposti dei tubi per il drenaggio delle eventuali acque presenti nei rilevati o nel terreno in sito (barbacani).

Pertanto, in base alle considerazioni innanzi riportate, le analisi del muro sono state condotte nell'ipotesi che la falda sia posta a fondo scavo quindi ad intradosso fondazioni delle opere in oggetto.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 15 di 114

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese (BN), Solopaca (BN), San Lorenzo Maggiore (BN), Ponte (BN), Torrecuso (BN), Vitulano (BN), Benevento – Località Roseto (BN).

Nella fattispecie, nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di San Lorenzo Maggiore (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 75 anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): Cu = 1.5.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso Cu, ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a VR = 75x1.5 = **112.5 anni**

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	16 di 114

5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica/VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:



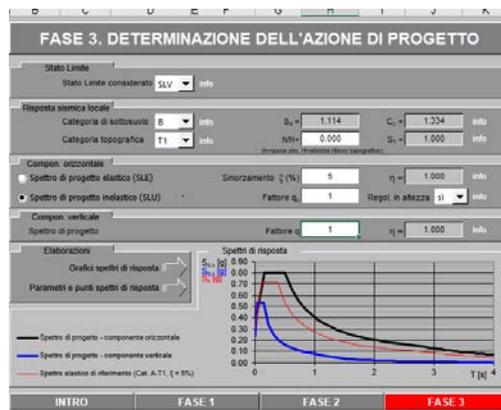
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
SLO	45	0.077	2.395	0.292
SLD	75	0.102	2.344	0.315
SLV	712	0.308	2.321	0.382
SLC	1462	0.406	2.393	0.409

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica

5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame, risulta una categoria di sottosuolo di tipo B e una classe Topografica T1.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 17 di 114

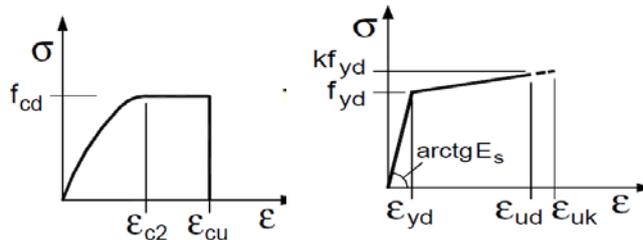
6 CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

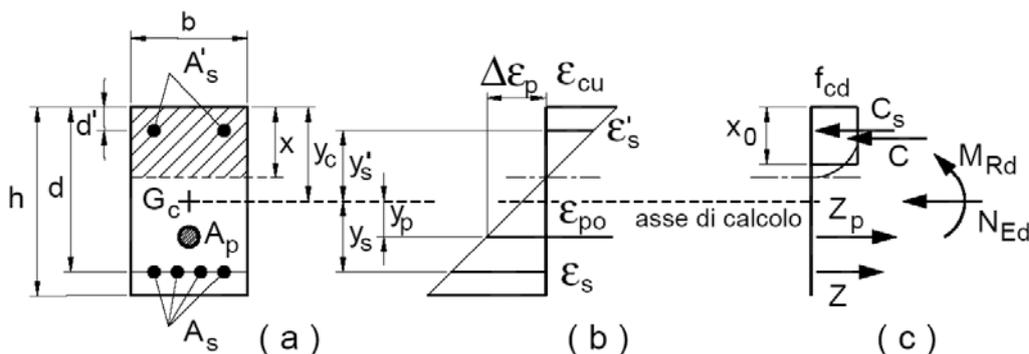
6.1 VERIFICHE ALLO SLU

6.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatari: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 18 di 114

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

6.1.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

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

Dove:

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

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

$$\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$$

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

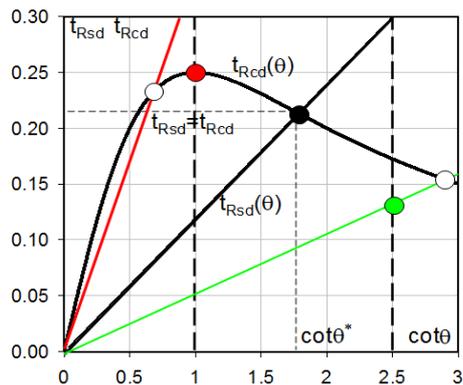
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>19 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	19 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	19 di 114								

4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 20 di 114

6.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

6.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, per le opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

Mentre per le opere stradali, come nel caso in oggetto, si assumono i seguenti limiti:

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione rara delle azioni;
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanenti;
- $\sigma_s < 0,80 f_{yk}$.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 21 di 114

6.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016) mentre per le opere stradali si ha riferimento al DM 14.1.2008.

In particolare, l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti per condizioni ambientali aggressive (vedi le tabelle 4.1.III e 4.1.IV):

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

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

- $w_1 = 0.3$ mm -combinazione frequente,
- $w_1 = 0.2$ mm -combinazione quasi permanente

La verifica a fessurazione è stata svolta secondo il metodo proposto della NTC 2008.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 22 di 114

7 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito si riporta la valutazione dei carichi elementari considerati nel dimensionamento della struttura in esame, riferiti generalmente ad una fascia di struttura di dimensione unitaria.

Le condizioni di carico considerate complessivamente, sono quelle riportate nell'elenco seguente:

CONDZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Spinta terreno
3	Spinta Falda
4	Azione sismica
5	Sovraccarico Accidentale

Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuare per ciascuna delle condizioni citate.

7.1 PESO PROPRIO (COND. DI CARICO 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

7.2 SOVRACCARICO EQUIVALENTE AL TERRENO INCLINATO A TERGO DEL MURO

Il terrapieno al di sopra della testa dei muri di sostegno viene schematizzato come sovraccarico equivalente spalmato come segue al di sopra del cuneo di spinta inclinato di $45^\circ - \phi/2$ rispetto allo verticale:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 23 di 114

$$Q_{eq} = A_{\text{terrapieno}} * \gamma / L_{eq}$$

con:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

- Peso specifico del terreno

$$A_{\text{terrapieno}}$$

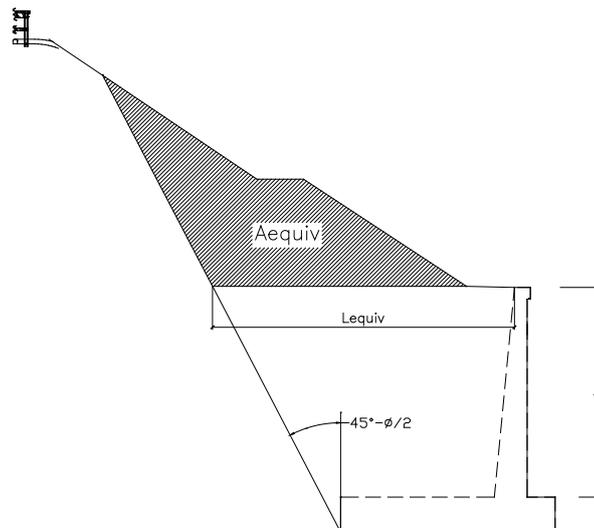
- Area equivalente terrapieno

$$L_{eq}$$

- Superficie di ripartizione del carico equivalente al terrapieno

$$Q_{eq}$$

- Sovraccarico permanente equivalente al terrapieno



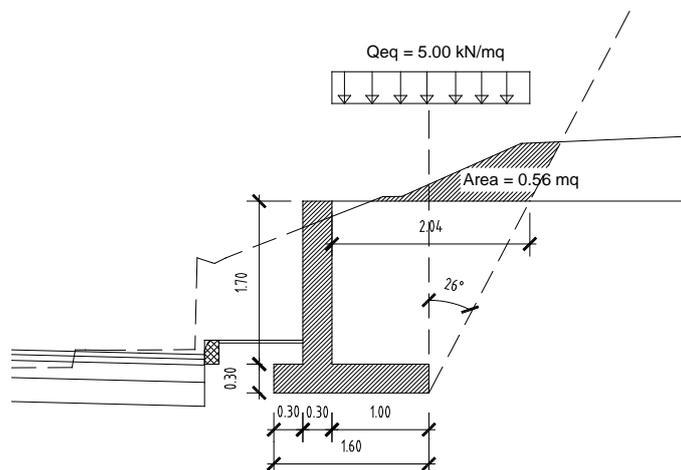
Sovraccarico equivalente

H muro (m)	Qequiv. (kPa)
1.70	5.50

Tab. 1 – Sovraccarico equivalente in funzione dell'altezza del muro

Di seguito si riporta lo schema di carico per il muro H=1.70 m:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 24 di 114



Nel seguito si riportano i tabulati di calcolo dei muri in oggetto ottenuti con l'ausilio di un foglio di calcolo elettronico (Excel) dal quale risulta che le verifiche di stabilità sono tutte soddisfatte.

7.3 AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO (COND. DI CARICO 5)

Si assume cautelativamente un'azione da traffico da cantiere convenzionale pari a 10 kPa uniformemente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

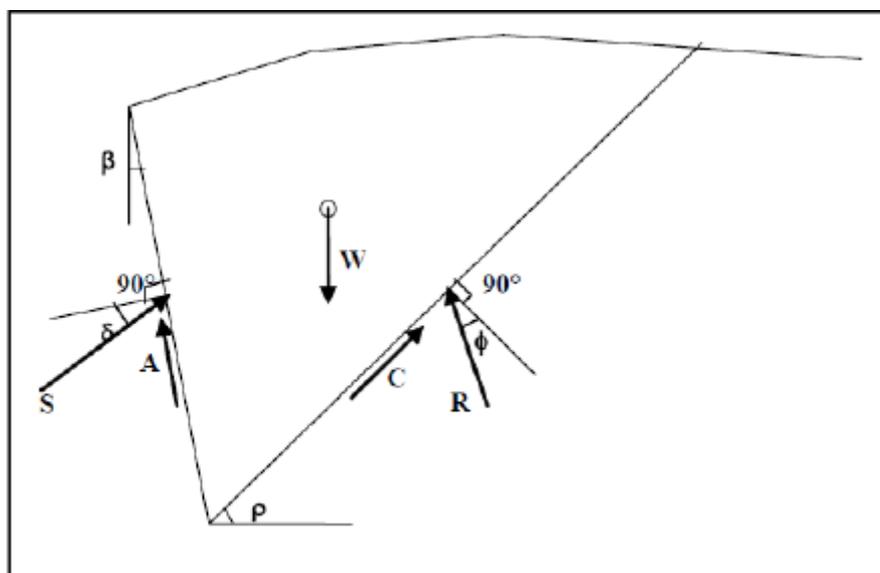
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 25 di 114

7.4 SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE (COND. DI CARICO 3)

Per la valutazione delle spinte del terreno sul muro, si considerano delle condizioni di spinta differenti a seconda se le fondazioni dello stesso siano del tipo diretto o indiretto (es. su pali).

7.4.1 Spinta del terreno in condizioni statiche (Muro su fondazione diretta)

Nel caso di muro su fondazione diretta, la mobilitazione della spinta attiva si può considerare sempre verificata. In tal caso le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 26 di 114

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

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

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

7.5 SPINTA IN PRESENZA DI FALDA (COND. DI CARICO 4)

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

7.6 SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (COND. DI CARICO 5)

Per la valutazione delle spinte del terreno sul muro, si considerano delle condizioni di spinta differenti a seconda se le fondazioni dello stesso siano del tipo diretto o indiretto (es. su pali).

Spinta del terreno in condizioni sismiche (Muro su fondazione diretta)

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, come nel caso di muri con fondazione diretta, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 27 di 114

7.7 FORZA DI INERZIA (COND. DI CARICO 5)

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T=0$, per la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio $T=T_0$, per la componente verticale.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 28 di 114

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.11.II riportata nella stessa sezione della norma.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

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

Figura 4 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Per il muro in oggetto realizzato su fondazione diretta, si ha:

$$\begin{aligned}
 a_g/g &= 0.308 \\
 \beta_m &= 0.310 \\
 S_s &= 1.114 \quad (\text{cat. B}) \\
 S_T &= 1.00
 \end{aligned}$$

$$K_h = 0.1064 \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$K_v = 0.0532 \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

7.8 COEFFICIENTI DI ATTRITO STRUTTURA-TERRENO

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \phi'$ in fase statica e $\delta = 0$ in fase sismica. Tuttavia, il software di calcolo utilizzato non consente di differenziare il valore del coefficiente di attrito nelle varie fasi di calcolo. Pertanto, è stato utilizzato per la valutazione dei coefficienti di spinta del terreno di rinterro, cautelativamente $\delta=0$ sia in fase statica che in fase sismica. Tale assunzione, peraltro, non risulta essere particolarmente gravosa in quanto nella maggioranza dei casi esaminati la condizione di carico dimensionante è risultata essere quella sismica.

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si è assunto $\mu = \text{tg } \phi'$;

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>29 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	29 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	29 di 114								

Infine, l'adesione terra-opera sarà considerata nulla.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 30 di 114

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al cap. 2.5.3 del DM 14.01.08, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_y \pm 0.3 \times E_z$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 31 di 114

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifiche delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: A1+M1+R1 (EQU-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

A1+M2+R1 (EQU-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase sismica)

Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: A1+M1+R3 (EQU- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

essendo:

A1/A2: coefficienti amplificativi delle azioni

M1/M2: coefficienti parziali sulle resistenze dei materiali e del terreno

R1/R2/R3: Coefficienti di sicurezza minimo nei riguardi del generico Stato limite di Verifica.

Tali coefficienti sono definiti nelle apposite tabelle definite in normativa e che nel seguito si riportano per completezza espositiva:

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

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

Tabelle coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza del terreno (DM 14.01.08)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A FOGLIO 32 di 114

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

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

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

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

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

Nel caso in esame si opererà utilizzando l'APPROCCIO 2.

Negli elaborati di calcolo riportati in allegato, si riporta un dettaglio dei coefficienti parziale e di combinazione considerati per le diverse azioni presenti in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatari: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 33 di 114

9 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Si descrivono nel seguito i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle verifiche di stabilità globale e locale dell'opera di sostegno.

9.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

9.1.1 Verifiche allo scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della fondazione è condotta rispetto alle combinazioni di SLU del gruppo A2-M2-R2 in condizione statica e A1-M2-R2 in condizione sismica; in particolare è stato verificato il rispetto della seguente condizione:

$$F_s = (c' \times B + N_x \tan \mu) / H > 1.0$$

Dove:

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

c' = coesione efficace, posta generalmente pari a zero, salvo particolari condizioni che ne consentano di tenerne conto.

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

μ = Coefficiente di attrito fondazione

9.1.2 Verifiche a Ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC08, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

9.1.3 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette)

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

c Coesione

ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)

V Azione tagliante

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 34 di 114

- φ Angolo d'attrito
 δ Angolo di attrito terreno fondazione
 γ Peso specifico del terreno
 K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
 B Larghezza della fondazione
 L Lunghezza della fondazione
 D Profondità del piano di posa della fondazione
 η inclinazione piano posa della fondazione
 P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
 q_{ult} Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = K_p e^{\pi \cdot \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

Fattori di forma

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatarià: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 35 di 114

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

Fattori di profondità

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

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

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico eB, eL dalle relazioni $B' = B - 2eB$ $L' = L - 2eL$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 36 di 114

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta\phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7\eta\phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5tg\beta)^5$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_r \operatorname{ca}$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

9.2 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC08 e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

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

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 37 di 114

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

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

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

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

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

$$c'd = c' / 1.25$$

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

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

9.3 VERIFICHE IN FASE SISMICA

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

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

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

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

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

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 38 di 114

con:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1 ;

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

$a_{max} = S \cdot a_g = SS \cdot ST \cdot a_g$ (accelerazione massima attesa al sito)

SS : coefficiente di amplificazione stratigrafica

ST : coefficiente di amplificazione topografica

Relativamente alla combinazione degli effetti sismici con le altre azioni e relative verifiche di sicurezza. ancora la circolare 617, per il caso dei pendii naturali, specificano al punto C 7.11.3.5 "Stabilità dei Pendii" viene specificato che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate utilizzando i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni; nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo viene riferita al cinematiso di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale).

In definitiva, per le verifiche sismiche si è ritenuto accettabile un coefficiente di sicurezza unitario

Per quanto riguarda invece il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, al punto 7.11.4 "Fronti di Scavo e Rilevati", si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1

7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

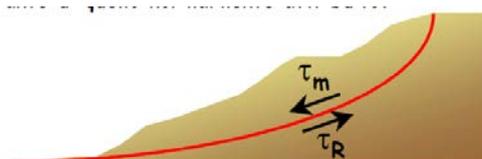
La circolare applicativa n.617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	39 di 114

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad $R2=1.1$ (γ_R).

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

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



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

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

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

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

con

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

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

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

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 40 di 114

10 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo travi di larghezza unitaria soggette alla spinta del terreno e sovraccarico accidentale.

L'analisi fornisce i risultati in termini di sollecitazioni nelle sezioni più significative.

Il calcolo dei muri viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione e mensola verticale);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 41 di 114

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

A riguardo si precisa che i calcoli sono state effettuati, con riferimento ad un modello di muro di lunghezza unitaria, mediante ausilio di un foglio elettronico compilato in Excel pubblicato dalla DEI “Tipografia del Genio Civile” facente parte del testo: Progetto e calcoli di Geotecnica con Excel”.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice DEI- Tipografia del Genio Civile, ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>42 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	42 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	42 di 114								

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>43 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	43 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	43 di 114								

11 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1. Si segnala al riguardo che l' altezza del muro analizzato è $H=1.70$ m ed è ritenuta rappresentativa dell'opera.

11.1 SCHEMA DI CALCOLO

In figura 11.1 è illustrato lo schema di fiferimento per le verifiche geotecniche:

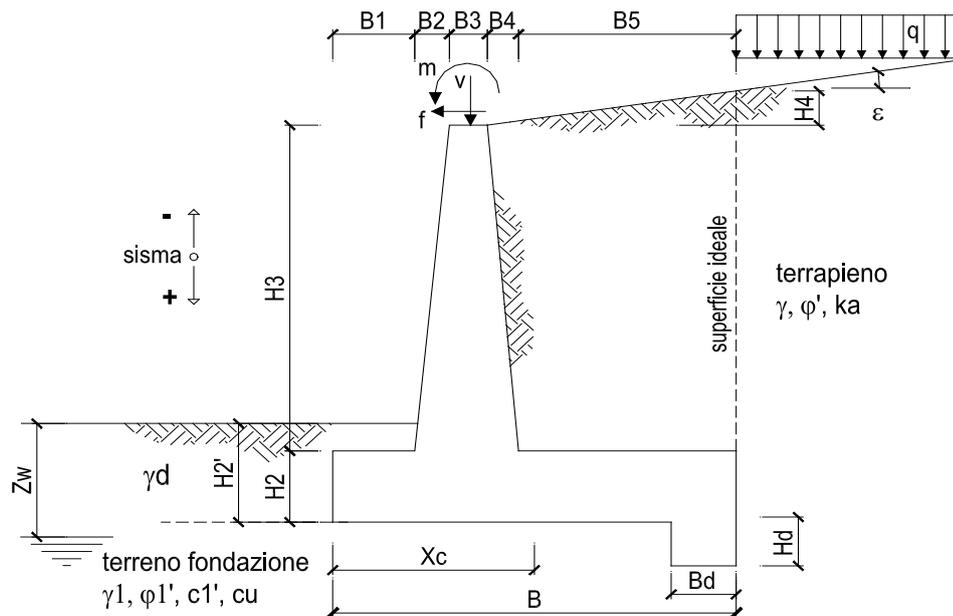


Figura 11.1 – Schema di calcolo

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 44 di 114

11.2 RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche geotecniche in forma tabellare esplicitate negli allegati.

Confrondando i risultati (coefficienti γ_R) dalle tabelle sottostanti con la tabella 6.5.I del DM 14/01/2008 e qui di seguito riportata:

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

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

Si evince che le verifiche sono tutte soddisfatte.

Inoltre, dalle tabelle sottostanti si evince che il cedimento massimo delle fondazioni è di 0.14 cm valore ammissibile per opere di questo tipo.

11.2.1 Sezione H= 1.70 m

SLE di tipo geotecnico							
	Scorrimento	S _{cr,Max}	Ribaltamento	R _{ib,Max}	Capacità portante	C _{ap.P} ort,Max	Cedimento della fondazione (mm)
SLE	-	-	-	-	-	-	1.37
SLU di tipo geotecnico e di equilibrio del corpo rigido							
	Scorrimento	S _{cr,Max}	Ribaltamento	R _{ib,Max}	Capacità portante	C _{ap.P} ort,Max	Cedimento della fondazione (mm)
caso A1+M1+R1	1.72	> 1.00	2.36	> 1.00	5.99	> 1.00	-
caso A1+M1+R3	1.72	> 1.00	2.36	> 1.00	5.99	> 1.00	-
caso A2+M2+R2	1.33	> 1.00	2.26	> 1.00	1.93	> 1.00	-
CONDIZIONE SISMICA +	1.37	> 1.00	2.65	> 1.00	2.21	> 1.00	-
CONDIZIONE SISMICA -	1.35	> 1.00	2.30	> 1.00	2.18	> 1.00	-
EQU+M2+R2	-	-	1.79	> 1.00	-	-	-

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 45 di 114

11.3 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEL MURO

Al fine di verificare l'adeguatezza dell'intervento progettato in relazione alle condizioni di stabilità generale, sono state eseguite delle verifiche di stabilità globale dell'opera in esame per mezzo del codice di calcolo automatico MICROSTABL.

Di seguito si riportano le analisi eseguite in corrispondenza della sezione più critica.

11.3.1 Sezione 1: Stabilità globale- - modello geotecnico

La sezione presa in esame (v. figura 11.2) è rappresentativa della sezione trasversale rispetto all'asse stradale e rappresenta la sezione trasversale con la massima altezza di scavo finale.

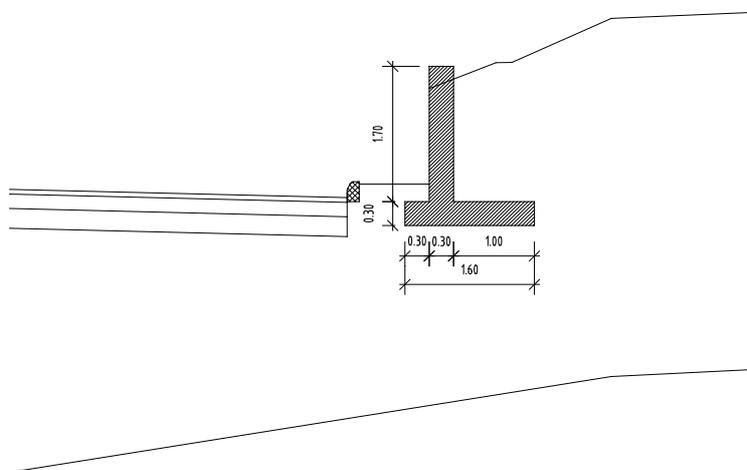


Figura 11.2 - Sezione 1 - Geometria del modello.

Per i parametri geotecnici adottati nei calcoli di stabilità si rimanda al capitolo 4.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 46 di 114

11.3.2 Stati limite di progetto

In accordo con la normativa vigente, le verifiche di stabilità sia in condizioni statiche che sismiche sono state effettuate con l'Approccio 1- Combinazione 2: A2+M2+R2 tenendo conto dei vari coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

La condizione di verifica $E_d \leq R_d$ equivale ad avere un coefficiente di sicurezza in corrispondenza della superficie di scorrimento critica $F_{min} \geq \gamma R$: $F = R_d/E_d \geq 1.1$

Per i valori dei coefficienti parziali adottati si rimanda alle tabelle 7.4.

11.3.3 Ipotesi di calcolo

Per le verifiche di stabilità riportate nel seguito sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Si è utilizzato il metodo di Bishop semplificato, con superfici di rottura circolari.
- Si è considerato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb classico.
- Sono stati analizzati i meccanismi di rottura con superfici di scivolamento passanti per il piede della berlinese.

11.3.4 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi di stabilità svolte, per le sezioni di calcolo descritte e gli stati limite di progetto illustrati nel paragrafo precedente, sono riassunti qui di seguito. Nelle figure seguenti sono riportati il valore del minimo coefficiente di sicurezza del pendio e la corrispondente superficie critica valutato sia per la scarpata di monte e sia per il complesso scavo-paratia.

Per quanto riguarda lo stato limite ultimo (A₂+M₂+R₂) si sono ottenuti i risultati illustrati in figura 11.3:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	47 di 114

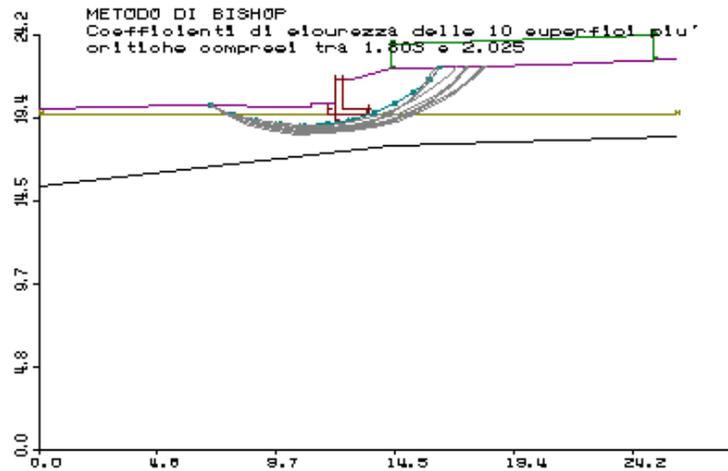


Figura 11.3 - Sezione - Stato limite di progetto (A2+M2+R2) - $FS_{min}=1.803$

Per quanto riguarda lo stato limite ultimo SISMICO si sono ottenuti i risultati illustrati in figura 11.4:

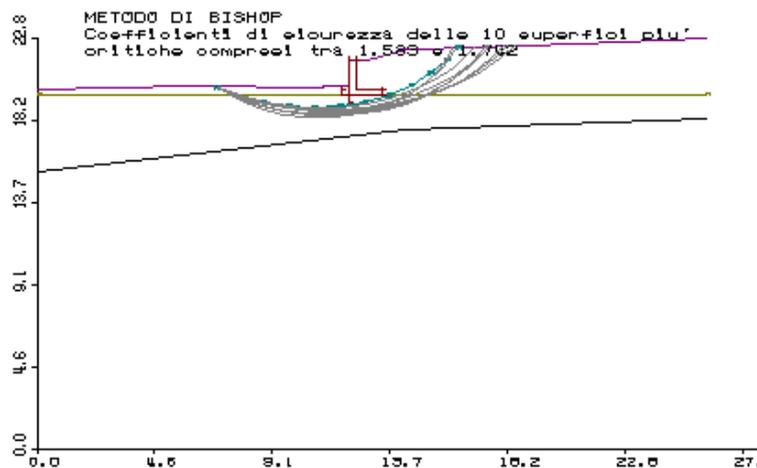


Figura 11.3 - Sezione - Stato limite di progetto (SISMICA) - $FS_{min}=1.583$

Il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 1.583.

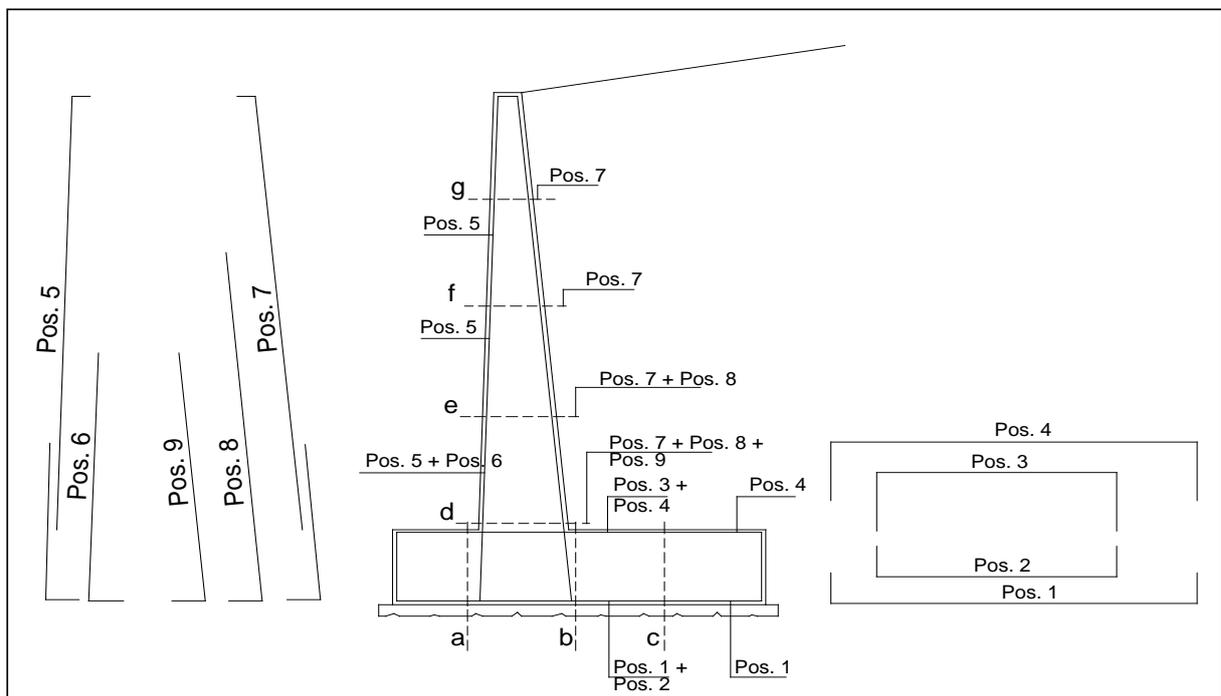
Il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità globale del versante risulta maggiore di 1.1 come da norma (DM 14.01.2008).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 48 di 114

11.4 RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche strutturali, nelle sezioni di calcolo riportate nello schema delle armature per ogni sezione di calcolo, in forma tabellare esplicitate nell'allegato:

SCHEMA DELLE ARMATURE



Le verifiche strutturali saranno condotte secondo l'approccio del DM 14/01/2008 utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle tabella precedente per le azioni.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>49 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	49 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	49 di 114								

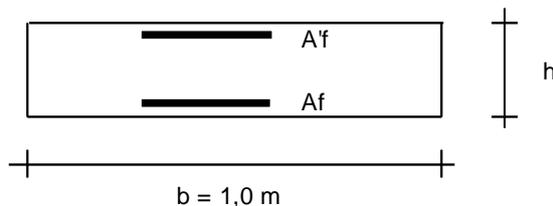
11.4.1 Sezione H= 1.70 m

ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	5.0	12	5	5.0	12
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	12
4	5.0	12	8	5.0	0
			9	0.0	0

Calcola

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-7-8
f-f	pos 5-7
g-g	pos 5-7

SLU – combinazione STATICA (stato limite ultimo presso-flessionale)

A1+M1+R1

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(kN)	(kN)
a - a	2.77	0.00	17.78	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-18.05	0.00	-28.18	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-5.49	0.00	20.38	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	14.59	12.75	13.47	0.30	5.65	5.65	60.29	12.75	106.51
e - e	7.43	9.56	7.77	0.30	5.65	5.65	59.96	9.56	106.13
f - f	2.96	6.38	3.28	0.30	5.65	5.65	59.63	6.38	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

A2+M2+R2

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(kN)	(kN)
a - a	2.88	0.00	18.42	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-13.87	0.00	-19.45	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-4.47	0.00	21.19	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	15.34	12.75	14.13	0.30	5.65	5.65	60.29	12.75	106.51
e - e	7.88	9.56	8.24	0.30	5.65	5.65	59.96	9.56	106.13
f - f	3.17	6.38	3.53	0.30	5.65	5.65	59.63	6.38	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatari:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	50 di 114

SLU – combinazione SISMICA (stato limite ultimo presso-flessionale)

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(kN)	(kN)
a - a	2.71	0.00	16.51	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-13.08	0.00	-16.55	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-4.21	0.00	1.36	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	14.44	13.43	1.02	0.30	5.65	5.65	60.36	13.43	106.51
e - e	6.71	10.07	0.68	0.30	5.65	5.65	60.01	10.07	106.13
f - f	2.35	6.71	0.34	0.30	5.65	5.65	59.67	6.71	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

SLU (stato limite ultimo azione tagliante)

VERIFICA FONDAZIONE

Verifica a taglio sez. a-a			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$VRd = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}] \cdot bw \cdot d =$	104.97	kN	
VEd =	17.78	kN	ok
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.909		≤ 2
$R_{ck} =$	35	N/mm ²	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.498	N/mm ²	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	29.05	N/mm ²	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	16.46	N/mm ²	
$\rho_1 = A_{sl} / (bw \cdot d) =$	0.00234		$\leq 0,02$
copriferro =	58.00	mm	
d =	242	mm	
H =	300.00	mm	
bw =	1000	mm	
A _{sl} =	565	mm ²	5 ϕ 12
N_{Ed} =	0.00	kN	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.000	N/mm ²	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE:	Mandatari: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	MANDANTE: Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001
	REV. A	FOGLIO 51 di 114
	PROGETTO ESECUTIVO	

Verifica a taglio sez. b-b			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$VRd = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}] \cdot bw \cdot d =$	104.97	kN	
VEd =	28.18	kN	ok
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.909		≤ 2
$R_{ck} =$	35	N/mm ²	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.498	N/mm ²	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	29.05	N/mm ²	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	16.46	N/mm ²	
$\rho_1 = A_{sl} / (bw \cdot d) =$	0.00234		$\leq 0,02$
copriferro =	58.00	mm	
d =	242	mm	
H =	300.00	mm	
bw =	1000	mm	
A _{sl} =	565	mm ²	5 ϕ 12
N_{Ed} =	0.00	kN	
$\alpha_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.000	N/mm ²	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$

VERIFICA ELEVAZIONE

Verifica a taglio sez. d-d			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$VRd = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}] \cdot bw \cdot d =$	106.51	kN	
VEd =	13.47	kN	ok
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.909		≤ 2
$R_{ck} =$	35	N/mm ²	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.498	N/mm ²	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	29.05	N/mm ²	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	16.46	N/mm ²	
$\rho_1 = A_{sl} / (bw \cdot d) =$	0.00234		$\leq 0,02$
copriferro =	58.00	mm	
d =	242	mm	
H =	300.00	mm	
bw =	1000	mm	
A _{sl} =	565	mm ²	5 ϕ 12
N_{Ed} =	12.75	kN	
$\alpha_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.043	N/mm ²	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	52 di 114

SLE – combinazione STATICA (stato limite ultimo di esercizio e fessurazione)

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	2.19	0.00	0.30	5.65	5.65	0.35	17.35	0.019	0.200
b - b	-8.93	0.00	0.30	5.65	5.65	1.43	70.67	0.077	0.200
c - c	-2.85	0.00	0.30	5.65	5.65	0.46	22.51	0.024	0.200
d - d	10.29	12.75	0.30	5.65	5.65	1.62	69.42	0.074	0.200
e - e	5.19	9.56	0.30	5.65	5.65	0.81	32.18	0.034	0.200
f - f	2.04	6.38	0.30	5.65	5.65	0.31	10.33	0.011	0.200
g - g	0.45	3.19	0.30	5.65	5.65	0.06	0.87	0.001	0.200

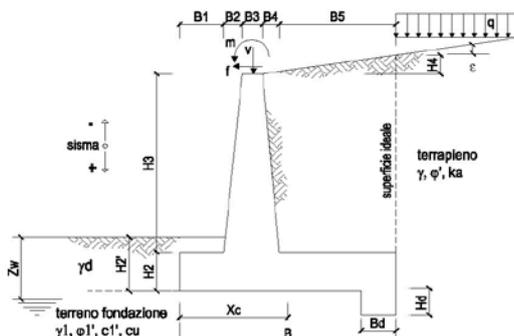
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 53 di 114

12 ALLEGATI

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>54 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	54 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	54 di 114								

12.1 TABULATI MURO SEZIONE H= 1.70 M

C:\arhiviroArch-Lavoro\207_NAPOLI-BARI_TDS\NV31OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls



OPERA Hmuro = 1.70 m

DATI DI PROGETTO:

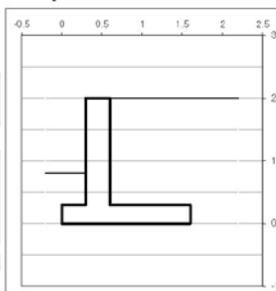
Geometria del Muro

Elevazione	H8 = 1.70 (m)
Aggetto Valle	B2 = 0.00 (m)
Spessore del Muro in Testa	B3 = 0.30 (m)
Aggetto monte	B4 = 0.00 (m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B = 1.60 (m)
Spessore Fondazione	H2 = 0.30 (m)
Suola Lato Valle	B1 = 0.30 (m)
Suola Lato Monte	B5 = 1.00 (m)
Altezza dante	H1 = 0.00 (m)
Larghezza dante	Bd = 0.00 (m)
Mezzona Sezione	Xc = 0.80 (m)

Peso Specifico del Calcestruzzo γ_{cb} = 25.00 (kN/m³)



Dati Geotecnici

Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno $\phi' = 35.00$ (°) Peso Unità di Volume del terrapieno $\gamma = 19.00$ (kN/m ³) Angolo di inclinazione Piano di Campagna $\epsilon = 0.00$ (°) Angolo di attrito terreno-paramento $\delta_{rup} = 0.00$ (°) Angolo di attrito terreno-superficie ideale $\delta_{sup id} = 0.00$ (°)	mensola corta dimur $\gamma_{cp} = 38$ mensola cort mensola lunj
Dati Terreno Fondazione	Condizioni <input checked="" type="radio"/> distese <input type="radio"/> Non distese Coesione Terreno di Fondazione $c_l' = 0.00$ (kPa) Angolo di attrito del Terreno di Fondazione $\phi_l' = 38.00$ (°) Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione $\gamma_l = 19.00$ (kN/m ³) Peso Unità di Volume del Rientro della Fondazione $\gamma_d = 19.00$ (kN/m ³) Profondità Piano di Posa della Fondazione $HZ = 0.00$ (m) Profondità Fakla $Zw = 0.00$ (m) Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2'S) $Hs = 3.20$ (m) Modulo di deformazione $E = 30000$ (kN/m ²)	S = 1.114 (-) Coefficiente Categoria di Suolo
Dati Sismici	Accelerazione sismica $a_g/g = 0.308$ (-) Coefficiente di riduzione dell'accelerazione $\beta m = 0.31$ (-) il muro è libero di ruotare al piede? (sino) <input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no il muro ammette spostamenti? (sino) <input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no $\beta m = Var$	scrdale
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale $Ka = 0.27$ (-) 0.271 Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma + $Kas+ = 0.33$ (-) 0.328 Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma - $Kas- = 0.34$ (-) 0.335 Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione $Kp = 4.20$ (-) 4.204 Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione sisma + $Kps+ = 3.99$ (-) 3.992 Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione sisma - $Kps- = 3.97$ (-) 3.968	Valori di Normativa

Carichi Agenti

Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche $q = 15.50$ (kN/m ²) Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche $f = 0.00$ (kN/m) Forza Verticale in Testa in condizioni statiche $v = 0.00$ (kN/m) Momento in Testa in condizioni statiche $m = 0.00$ (kN/m)
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche $qs = 5.50$ (kN/m ²) Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche $fs = 0.00$ (kN/m) Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche $vs = 0.00$ (kN/m) Momento in Testa in condizioni sismiche $ms = 0.00$ (kN/m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 55 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

		coefficienti parziali					γ _m		
		azioni		proprietà del terreno			Cap. portante	Scorrimenti o	Res. Terreno Valle
		permanenti sfavorevoli	temporaneo variabili sfavorevoli	tan φ'	c'	c _u	γ _m	γ _m	γ _m
U	○	caso A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
U	○	caso A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00
SLD	○	--	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00
def.	○	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno					
Angolo di attrito del terrapieno	φ'	=	35.00	(°)	
Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	24.70	(kN/m ³)	
Angolo di inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)	
Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{muro}	=	0.00	(°)	
Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{sup id}	=	0.00	(°)	
Dati Terreno Fondazione					
Coesione Terreno di Fondazione	c1'	=	0.00	(kN/m ²)	
Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ ₁ '	=	38.00	(°)	
Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ ₁	=	19.00	(kN/m ³)	
Peso Unità di Volume del Rintorno della Fondazione	γ _d	=	19.00	(kN/m ³)	
Profondità Piano di Posi della Fondazione	H2'	=	0.80	(m)	
Profondità Fakka	Zw	=	0.00	(m)	
Coefficienti di Spinta					Valori di Normativa
Coef. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.27	(-)	0.271
Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.33	(-)	0.328
Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.34	(-)	0.335
Coef. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	=	4.20	(-)	4.204
Coef. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	=	3.99	(-)	3.992
Coef. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	=	3.97	(-)	3.968

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	23.25	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	l	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	8.25	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	ls	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00	(kNm/m)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

Pm1 = (B2'·H3'·γ _{cls}) ²	=	0.00	(kN/m)
Pm2 = (B3'·H3'·γ _{cls})	=	12.75	(kN/m)
Pm3 = (B4'·H3'·γ _{cls}) ²	=	0.00	(kN/m)
Pm4 = (B2'·H2'·γ _{cls})	=	12.00	(kN/m)
Pm5 = (Bd'·Hd'·γ _{cls})	=	0.00	(kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	=	24.75	(kN/m)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 = (B5'·H3'·γ')	=	32.30	(kN/m)
Pt2 = (0.5'·(B4+B5)'·H4'·γ')	=	0.00	(kN/m)
Pt3 = (B4'·H3'·γ')	=	0.00	(kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	=	32.30	(kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

Mm1 = Pm1'·(B1+2/3 B2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm2 = Pm2'·(B1-B2+0.5'·B3)	=	5.74	(kNm/m)
Mm3 = Pm3'·(B1-B2-B3+1/3 B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mm4 = Pm4'·(B2)	=	9.60	(kNm/m)
Mm5 = Pm5'·(B - Bd/2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	=	15.34	(kNm/m)

- Terrapieno a tergo del muro

Mt1 = Pt1'·(B1-B2-B3-B4+0.5'·B5)	=	35.53	(kNm/m)
Mt2 = Pt2'·(B1-B2-B3+2/3'·(B4-B5))	=	0.00	(kNm/m)
Mt3 = Pt3'·(B1-B2-B3+2/3'·B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3	=	35.53	(kNm/m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	56 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CONDIZIONE STATICA (SLU) (caso A1+M1+R1)

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$S_t = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a = 13,39 \text{ (kN/m)}$$

$$S_q = q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a = 12,60 \text{ (kN/m)}$$

- Componente orizzontale condizione statica

$$S_{th} = S_t \cdot \cos \delta = 13,39 \text{ (kN/m)}$$

$$S_{qh} = S_q \cdot \cos \delta = 12,60 \text{ (kN/m)}$$

- Componente verticale condizione statica

$$S_{tv} = S_t \cdot \sin \delta = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

$$S_{qv} = S_q \cdot \sin \delta = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

- Spinta passiva sul dente

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p \cdot (2 \cdot c_1 + k_p \cdot 0,5 + g_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione statica

$$M_{St1} = S_{th} \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 + H_d = 8,92 \text{ (kNm)}$$

$$M_{St2} = S_{tv} \cdot B = 0,00 \text{ (kNm)}$$

$$M_{Sq1} = S_{qh} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 + H_d) = 12,60 \text{ (kNm)}$$

$$M_{Sq2} = S_{qv} \cdot B = 0,00 \text{ (kNm)}$$

$$M_{Sp} = \gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 + k_p \cdot 0,5 + g_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2 = 0,00 \text{ (kNm)}$$

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$M_{fext1} = m = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

$$M_{fext2} = f \cdot (H_3 + H_2) = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

$$M_{fext3} = v \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2) = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (caso A1+M1+R1)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} = 57,05 \text{ (kN/m)}$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f = 25,99 \text{ (kN/m)}$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi' = 0,78 \text{ (-)}$$

$$F_s = (N \cdot f + S_p) / T = 1,72 \text{ (-)} > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (caso A1+M1+R1)

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{St2} + M_{Sq2} - M_{fext3} = 50,87 \text{ (kNm/m)}$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St1} + M_{Sq1} + M_{fext1} - M_{fext2} + M_{Sp} = 21,53 \text{ (kNm/m)}$$

$$F_r = M_s / M_r = 2,36 \text{ (-)} > 1$$

VERIFICA DELLA FONDAZIONE (caso A1+M1+R1)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} = 57,05 \text{ (kN/m)}$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p = 25,99 \text{ (kN/m)}$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$M_M = M_s - M_r = 29,34 \text{ (kNm/m)}$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = X_c \cdot N - M_M = 16,30 \text{ (kNm/m)}$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo							
		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	57 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Mur_diretta_2008_H_1.70.xls

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c^*N_c^*i_c + q_b^*N_q^*i_q + 0.5^* \gamma^* i^* B^* N_{\gamma}^* i_{\gamma}$$

c1*	coesione terreno di fondaz.	=	0.00	(kPa)
φ1*	angolo di attrito terreno di fondaz.	=	38.00	(°)
γi	peso unità di volume terreno fondaz.	=	19.00	(kN/m ³)
q _b	sovaccarico stabilizzante	=	14.40	(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	=	0.29	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	=	1.03	(m)

I valori di N_c, N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

N _q = tg ² (45 + φ/2) * e ^(N_q/q_b)	(1 in cond. nd)	=	48.93	(-)
N _c = (N _q - 1) * tg(φ)	(2+π in cond. nd)	=	61.35	(-)
N _γ = 2 * (N _q + 1) * tg ² (φ)	(0 in cond. nd)	=	78.02	(-)

I valori di i_c, i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

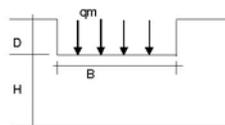
i _q = (1 - T / (N + B * c * cotgφ)) ^m	(1 in cond. nd)	=	0.30	(-)
i _c = i _q * (1 - i _q) / (N _q - 1)		=	0.28	(-)
i _γ = (1 - T / (N + B * c * cotgφ)) ^{m+1}		=	0.16	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	=	331.96	(kN/m ²)
F = q _{lim} * B* / N		=	5.99	(-)

> 1

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E$$

(Christian e Carrier, 1976)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0.80	(m)
	D/B*	0.78	(m)
	H/B*	3.11	(m)
Carico unitario medio (qm)	qm = N / (B - 2*e) = N / B*	55.46	(kN/mq)
Coefficiente di forma μ ₀ = f(D/B)	μ ₀ =	0.927	(-)
Coefficiente di profondità μ ₁ = f(H/B)	μ ₁ =	0.86	(-)
Cedimento della fondazione	δ = μ ₀ * μ ₁ * qm * B* / E =	1.52	(mm)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	58 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Rck = 35 (MPa)
 $\gamma_c = 2.1$
 $f_{cd} = Rck / \gamma_{m,c} = 16.46$ (MPa)

Copri ferro

c = 5.80 (cm)

Acciaio

tipo di acciaio B450C
 $f_{yk} = 450$ (MPa)
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yEd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$ (MPa)
 $E_s = 210000$ (MPa)
 $\epsilon_{yk} = 0.19\%$
 $\epsilon_{uk} = 7.500\%$
 $\epsilon_{yEd} = 6.750\%$

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

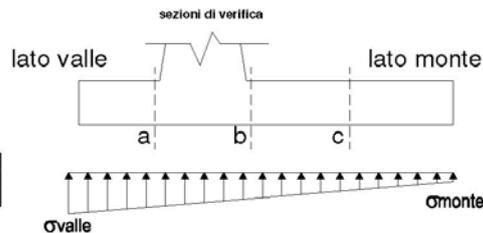
$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$

$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$

$A = 1.0 \cdot B = 1.60$ (m²)

$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.43$ (m³)

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	57.05	16.30	73.95	0.00

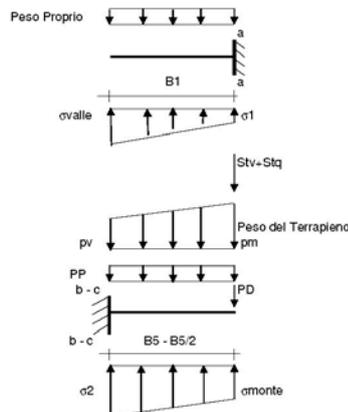


Mensola Lato Valle

Peso Proprio, PP = 7.50 (kN/m)

$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]	T_a [kN]
statico	73.95	59.57	2.77	17.78



Mensola Lato Monte

PP = 7.50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

pm = 41.99 (kN/m²)
 pv = 41.99 (kN/m²)
 pvc = 41.99 (kN/m²)

$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - B \cdot d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_1 + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$

$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B^2 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - B \cdot d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_1 + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$

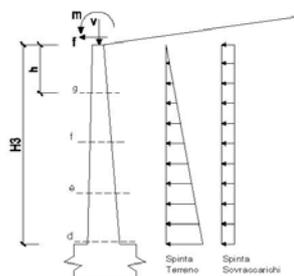
caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_2c [kN/m ²]	M_c [kNm]	T_b [kN]
statico	0.00	45.19	-18.05	21.23	-5.49	-28.18

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 59 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI\TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	a/g	=	0.31	(-)	S	1.11
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	β	=	0.31	(-)		
	Il muro ammette spostamenti? (si/no)			si	no	bm = var	
	coefficiente sismico orizzontale	kh	=	0.1064	(-)		
	coefficiente sismico verticale	kv	=	0.0532	(-)		
Coefficienti di Spinta	Coef. di Spinta Attiva sulla parete	ka	=	0.27	(-)	0.271	
	componente orizzontale	kah	=	0.271	(-)		
	componente verticale	kav	=	0.00	(-)		
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas+	=	0.33	(-)	0.328	
	componente orizzontale	kash+	=	0.33	(-)		
	componente verticale	kasv+	=	0.00	(-)		
Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas-	=	0.34	(-)	0.335		
componente orizzontale	kash-	=	0.34	(-)			
componente verticale	kasv-	=	0.00	(-)			

$M_t = \frac{1}{2} K a_{s,0,zz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$ o $\frac{1}{2} K a_{s,0,zz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/2$ (con sisma)

$M_q = \frac{1}{2} K a_{s,0,zz} \cdot q \cdot h^2$

$M_{tot} = m \cdot f \cdot h$

$M_{sost} = \Sigma P m \cdot b \cdot kh$ (solo con sisma)

$N_t = \frac{1}{2} K a_{s,0,zz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$

$N_q = K a_{s,0,zz} \cdot q \cdot h$

$N_{tot} = v$

$N_{sost} = \Sigma P m \cdot (1 \pm kv)$

condizione statica

sezione	h [m]	Tl [kNm]	Tq [kNm]	T _{sost} [kNm]	T _{tot} [kNm]
d-d	1.70	9.67	10.71	0.00	20.38
e-e	1.28	5.44	8.03	0.00	13.47
f-f	0.85	2.42	5.36	0.00	7.77
g-g	0.43	0.60	2.68	0.00	3.28

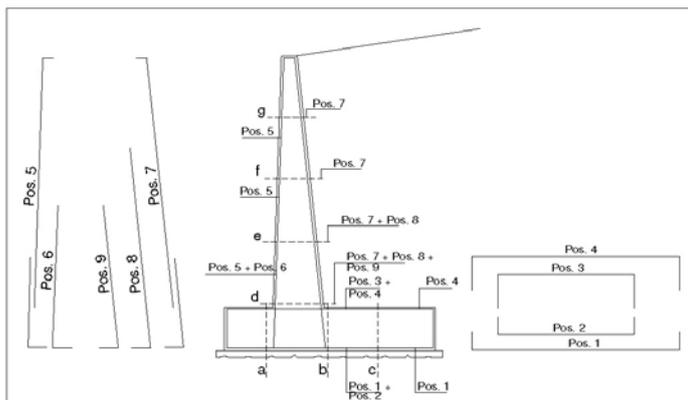
condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{sost} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	Nt [kNm]	Nq [kNm]	N _{sost} [kNm]	N _{sp} [kNm]	N _{tot} [kNm]
d-d	1.70	5.48	9.10	0.00	14.59	0.00	0.00	0.00	12.75	12.75
e-e	1.28	2.31	5.12	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	9.56	9.56
f-f	0.85	0.69	2.28	0.00	2.96	0.00	0.00	0.00	6.38	6.38
g-g	0.43	0.09	0.57	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>60 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	60 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	60 di 114								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

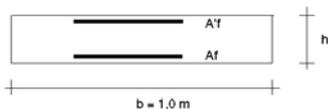
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	pos	n°/ml	ϕ
1	5.0	12	5	5.0	12
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	12
4	5.0	12	8	5.0	0
			9	0.0	0

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-7-8
- f-f pos 5-7
- g-g pos 5-7

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A1	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(kN)	(kN)
a - a	2.77	0.00	17.78	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-18.05	0.00	-28.18	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-5.49	0.00	20.38	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	14.59	12.75	13.47	0.30	5.65	5.65	60.29	12.75	106.51
e - e	7.43	9.56	7.77	0.30	5.65	5.65	59.96	9.56	106.13
f - f	2.96	6.38	3.28	0.30	5.65	5.65	59.63	6.38	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 61 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\INV_31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

LU	U	caso	coefficienti parziali		proprietà del terreno			γ _s			
			azioni		tan φ'	c'	c _v	Cap. portante	Scorrimen		Res. Terreno Valle
			sfavorvoli	sfavorvoli					o	γ _s	
	○	caso A1-M1-R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	⊗	caso A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.40	1.10	1.40	
	○	--	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00	
	○	def.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno	Descrizione	Valore	Unità	Valore	Unità
	Angolo di attrito del terrapieno	φ'	=	35.00	(°)
	Peso Unità di Volume del terrapieno	γ	=	24.70	(kN/m ³)
	Angolo di inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{terreno}	=	0.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{superf}	=	0.00	(°)
Dati Terreno Fondazione	Descrizione	Valore	Unità	Valore	Unità
	Coesione Terreno di Fondazione	c1'	=	0.00	(kN/m ²)
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ _{1'}	=	38.00	(°)
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ ₁	=	19.00	(kN/m ³)
	Peso Unità di Volume del Rintorno della Fondazione	γ _d	=	19.00	(kN/m ³)
	Profondità Piano di Posi della Fondazione	HZ'	=	0.80	(m)
	Profondità Falda	Zw	=	0.00	(m)
Coefficienti di Spinta	Descrizione	Valore	Unità	Valore	Unità
	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.27	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.33	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.34	(-)
	Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	=	4.20	(-)
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	=	3.99	(-)
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	=	3.97	(-)

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche	Descrizione	Valore	Unità
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	= 23.25 (kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f	= 0.00 (kN)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	= 0.00 (kN)
	Momento in Testa in condizioni statiche	m	= 0.00 (kNm)
Condizioni Sismiche	Descrizione	Valore	Unità
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	= 8.25 (kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	= 0.00 (kN)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	= 0.00 (kN)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	= 0.00 (kNm)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)	
Pm1 = (B2*H3*γcls)/2	= 0.00 (kN/m)
Pm2 = (b3*H3*γcis)	= 12.75 (kN/m)
Pm3 = (B4*H3*γcls)/2	= 0.00 (kN/m)
Pm4 = (B*H2*γcls)	= 12.00 (kN/m)
Pm5 = (Bd*H4*γcls)	= 0.00 (kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	= 24.75 (kN/m)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)	
Pt1 = (B5*H3*γ)	= 32.30 (kN/m)
Pt2 = (0,5*(B4+B5)*H4*γ)	= 0.00 (kN/m)
Pt3 = (B4*H3*γ)/2	= 0.00 (kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	= 32.30 (kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)	
Mm1 = Pm1*(B1-2/3 B2)	= 0.00 (kNm/m)
Mm2 = Pm2*(B1+B2+0,5*B3)	= 5.74 (kNm/m)
Mm3 = Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	= 0.00 (kNm/m)
Mm4 = Pm4*(B/2)	= 9.60 (kNm/m)
Mm5 = Pm5*(B- Bd/2)	= 0.00 (kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 +Mm5	= 15.34 (kNm/m)

- Terrapieno a tergo del muro	
Mt1 = Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)	= 35.53 (kNm/m)
Mt2 = Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	= 0.00 (kNm/m)
Mt3 = Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	= 0.00 (kNm/m)
Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3	= 35.53 (kNm/m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	62 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CONDIZIONE STATICA (SLU) (caso A1+M1+R3)

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica		
$S_t = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	=	13.39 (kN/m)
$S_q = q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	=	12.60 (kN/m)
- Componente orizzontale condizione statica		
$S_{th} = S_t \cdot \cos \delta$	=	13.39 (kN/m)
$S_{qh} = S_q \cdot \cos \delta$	=	12.60 (kN/m)
- Componente verticale condizione statica		
$S_{tv} = S_t \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kN/m)
$S_{qv} = S_q \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kN/m)
- Spinta passiva sul dente		
$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c \cdot k_p^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	=	0.00 (kN/m)

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione statica		
$M_{St1} = S_{th} \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 \cdot H_d$	=	8.92 (kNm)
$M_{St2} = S_{tv} \cdot B$	=	0.00 (kNm)
$M_{Sq1} = S_{qh} \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 \cdot H_d$	=	12.60 (kNm)
$M_{Sq2} = S_{qv} \cdot B$	=	0.00 (kNm)
$M_{Sp} = \gamma \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c \cdot 1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	=	0.00 (kNm)

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$M_{fext1} = m$	=	0.00 (kNm/m)
$M_{fext2} = f \cdot (H_3 + H_2)$	=	0.00 (kNm/m)
$M_{fext3} = v \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	=	0.00 (kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (caso A1+M1+R3)

Risultante forze verticali (N)			
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv}$	=	57.05 (kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f$	=	25.99 (kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)			
$f = \tan \phi_1$	=	0.78 (-)	
$F_s = (N \cdot f + S_p) / T$	=	1.72 (-)	> 1.1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (caso A1+M1+R3)

Momento stabilizzante (Ms)			
$M_s = M_m + M_t + M_{St2} + M_{Sq2} + M_{fext3}$	=	50.87 (kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)			
$M_r = M_{St1} + M_{Sq1} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp}$	=	21.53 (kNm/m)	
$F_r = M_s / M_r$	=	2.36 (-)	> 1

VERIFICA DELLA FONDAZIONE (caso A1+M1+R3)

Risultante forze verticali (N)			
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv}$	=	57.05 (kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$	=	25.99 (kN/m)	
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = M_s - M_r$	=	29.34 (kNm/m)	
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	=	16.30 (kNm/m)	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	63 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot i_{\gamma}$$

c'	coesione terreno di fondaz.	=	0,00	(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	=	38,00	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	=	19,00	(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H^2$	sovraccarico stabilizzante	=	14,40	(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	=	0,29	(m)
B' = B - 2e	larghezza equivalente	=	1,03	(m)

I valori di N_c, N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \lg^2(45 + \phi_1'/2) \cdot e^{(1,3/\phi_1')}$	(1 in cond. nd)	=	48,93	(-)
$N_c = (N_q - 1) \cdot \lg(\phi_1')$	(2-π in cond. nd)	=	61,35	(-)
$N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \lg(\phi_1')$	(0 in cond. nd)	=	78,02	(-)

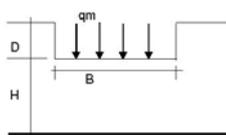
I valori di i_c, i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B' \cdot c' \cdot \cot \phi_1'))^m$	(1 in cond. nd)	=	0,30	(-)
$i_c = i_q \cdot (1 - i_q)/(N_q - 1)$		=	0,28	(-)
$i_{\gamma} = (1 - T/(N + B' \cdot c' \cdot \cot \phi_1'))^{m-1}$		=	0,16	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	=	331,96	(kN/m ²)
F = q _{lim} · B' / N		=	5,99	(-) > 1,4

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0,80	(m)
	D/B' =	0,78	(m)
	H/B' =	3,11	(m)
Carico unitario medio (q _m)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B'$	55,46	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0,927	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0,86	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E =$	1,52	(mm)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 64 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Rck = 35 (MPa)
 $\gamma_c = 2.1$
 $f_{cd} = Rck / \gamma_{m,c} = 16.46$ (MPa)

Copriferro

c = 5.80 (cm)

Acciaio

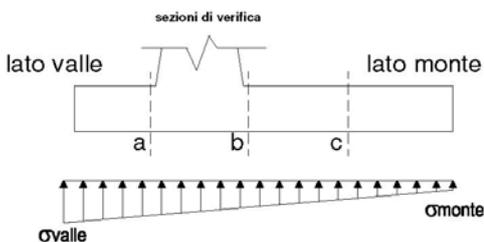
tipo di acciaio: B450C
 $f_{yk} = 450$ (MPa)
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$ (MPa)
 $E_s = 210000$ (MPa)
 $\epsilon_{ys} = 0.19\%$
 $\epsilon_{sk} = 7.500\%$
 $\epsilon_{sd} = 6.750\%$

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$
 $\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$
 $A = 1.0 \cdot B = 1.60$ (m²)
 $W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.43$ (m³)

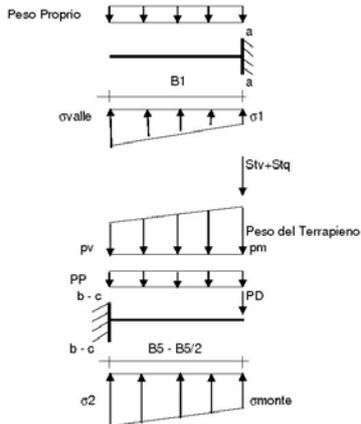
caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	57.05	16.30	73.95	0.00



Mensola Lato Valle

Peso Proprio, PP = 7.50 (kN/m)
 $M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]	T_a [kN]
statico	73.95	59.57	2.77	17.78



Mensola Lato Monte

PP = 7.50 (kN/m²)
 PD = 0.00 (kN/m)
 $p_m = 41.99$ (kN/m²)
 $p_{vb} = 41.99$ (kN/m²)
 $p_{vc} = 41.99$ (kN/m²)

$M_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^2 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 6) - (p_m \cdot p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 3) + (Stv + Sqv) \cdot B \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2) - PD \cdot k \cdot r \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$
 $M_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^2 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 6) - (p_m \cdot p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 3) + (Stv + Sqv) \cdot (B^2 / 2) - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2) - PD \cdot k \cdot r \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$

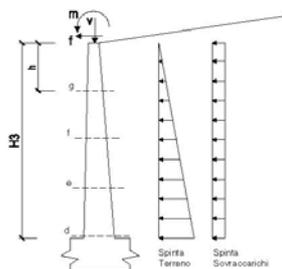
caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_2b [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_2c [kN/m ²]	M_c [kNm]	T_b [kN]
statico	0.00	45.19	-18.05	21.23	-5.49	-28.18

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.31.0.0.001 A 65 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI\TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	=	0.31	(-)	S	1.11
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	βm	=	0.31	(-)		
	il muro ammette spostamenti? (si/no)						Categoria di suolo
	coefficiente sismico orizzontale	k_h	=	0.1064	(-)		
	coefficiente sismico verticale	k_v	=	0.0532	(-)		
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva sulla parete	k_a	=	0.27	(-)	0.271	
	componente orizzontale	k_{ah}	=	0.271	(-)		
	componente verticale	k_{av}	=	0.00	(-)		
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	k_{as+}	=	0.33	(-)	0.328	
	componente orizzontale	k_{ash+}	=	0.33	(-)		
	componente verticale	k_{asv+}	=	0.00	(-)		
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	k_{as-}	=	0.34	(-)	0.335		
componente orizzontale	k_{ash-}	=	0.34	(-)			
componente verticale	k_{asv-}	=	0.00	(-)			

$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma^2 (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$ o $\frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma^2 (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/2$ (con sisma)

$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot q \cdot h^2$

$M_{est} = m \cdot f \cdot h$

$M_{terzo} = \Sigma P_m \cdot b \cdot kh$ (solo con sisma)

$N_t = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma^2 (1 \pm kv) \cdot h^2$

$N_q = K_{a_{vert}} \cdot q \cdot h$

$N_{est} = v$

$N_{pp=terzo} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$

condizione statica

sezione	h	Tt	Tq	T _{est}	T _{ter}
	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
d-d	1.70	9.67	10.71	0.00	20.38
e-e	1.28	5.44	8.03	0.00	13.47
f-f	0.85	2.42	5.36	0.00	7.77
g-g	0.43	0.60	2.68	0.00	3.28

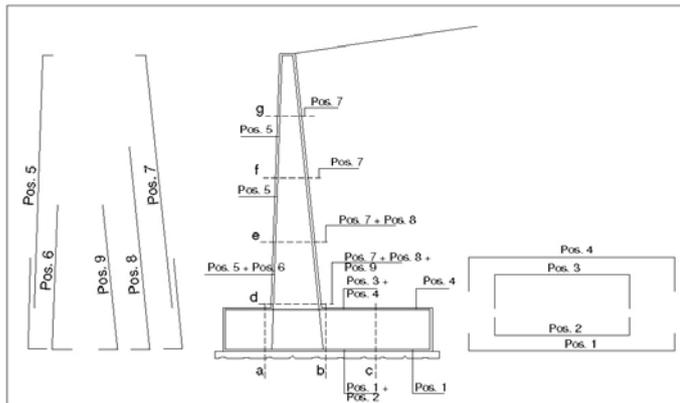
condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{est}	M _{ter}	Nt	Nq	N _{est}	N _{pp}	N _{ter}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
d-d	1.70	5.48	9.10	0.00	14.59	0.00	0.00	0.00	12.75	12.75
e-e	1.28	2.31	5.12	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	9.56	9.56
f-f	0.85	0.69	2.28	0.00	2.96	0.00	0.00	0.00	6.38	6.38
g-g	0.43	0.09	0.57	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 66 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\CK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

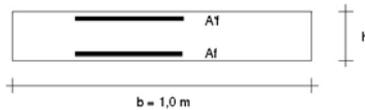
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	5.0	12	5	5.0	12
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	12
4	5.0	12	8	5.0	0
			9	0.0	0

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-7-8
- f-f pos 5-7
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A1	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	2.77	0.00	0.30	5.65	5.65	58.98
b - b	-18.05	0.00	0.30	5.65	5.65	58.98
c - c	-5.49	0.00	0.30	5.65	5.65	58.98
d - d	14.59	12.75	0.30	5.65	5.65	60.29
e - e	7.43	9.56	0.30	5.65	5.65	59.98
f - f	2.96	6.38	0.30	5.65	5.65	59.63

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	67 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\CK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

	caso	coefficienti parziali					proprietà del terreno		
		azioni		proprietà del terreno			γ _n		
		permanenti sfavorevoli	temporaneo variabili sfavorevoli	tan φ'	c'	c _u	Cap. portante	Scorrimento	Res. Terreno Valle
SLU	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
SLU	●	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	
SLD	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	
def.	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati	Descrizione	Valore	Unità	Valore Normativo
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	φ'	= 29.26 (°)	
	Peso Unità di Volume del terrapieno	γ	= 19.00 (kN/m ³)	
	Angolo di inclinazione Piano di Campagna	ε	= 0.00 (°)	
	Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{largo}	= 0.00 (°)	
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{top ed}	= 0.00 (°)	
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	c1'	= 0.00 (kN/m ²)	
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ ₁ '	= 32.01 (°)	
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ ₁	= 19.00 (kN/m ³)	
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	γ _d	= 19.00 (kN/m ³)	
	Profondità Piano di Posa della Fondazione	H2'	= 0.80 (m)	
Coefficienti di Spinta	Profondità Falda	Zw	= 0.00 (m)	
	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	= 0.34 (-)	0.343
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	= 0.41 (-)	0.408
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	= 0.42 (-)	0.416
	Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	= 3.26 (-)	3.255
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	= 3.07 (-)	3.068
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	= 3.05 (-)	3.046

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni	Descrizione	Valore	Unità
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	= 20.15 (kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	l	= 0.00 (kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	= 0.00 (kN/m)
	Momento in Testa in condizioni statiche	m	= 0.00 (kNm/m)
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	= 7.15 (kN/m ²)
Condizioni Sismiche	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	= 0.00 (kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	= 0.00 (kN/m)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	= 0.00 (kNm/m)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)	
Pm1 = (B2*H3*γcls)/2	= 0.00 (kN/m)
Pm2 = (B3*H3*γcls)	= 12.75 (kN/m)
Pm3 = (B4*H3*γcls)/2	= 0.00 (kN/m)
Pm4 = (B*H2*γcls)	= 12.00 (kN/m)
Pm5 = (Bd*Hd*γcls)	= 0.00 (kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	= 24.75 (kN/m)
- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)	
Pt1 = (B5*H3*γ)	= 32.30 (kN/m)
Pt2 = (0.5*(B4+B5)*H4*γ)	= 0.00 (kN/m)
Pt3 = (B4*H3*γ)/2	= 0.00 (kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	= 32.30 (kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)	
Mm1 = Pm1*(B1+2/3 B2)	= 0.00 (kNm/m)
Mm2 = Pm2*(B1+B2+0.5*B3)	= 5.74 (kNm/m)
Mm3 = Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	= 0.00 (kNm/m)
Mm4 = Pm4*(B/2)	= 9.60 (kNm/m)
Mm5 = Pm5*(B - Bd/2)	= 0.00 (kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	= 15.34 (kNm/m)
- Terrapieno a tergo del muro	
Mt1 = Pt1*(B1+B2+B3+B4+0.5*B5)	= 35.53 (kNm/m)
Mt2 = Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	= 0.00 (kNm/m)
Mt3 = Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	= 0.00 (kNm/m)
Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3	= 35.53 (kNm/m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	68 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDSINV 311\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CONDIZIONE STATICA (SLU) (caso A2+M2+R2)

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka = 13,05 \text{ (kN/m)}$$

$$Sq = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka = 13,84 \text{ (kN/m)}$$

- Componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta = 13,05 \text{ (kN/m)}$$

$$Sqh = Sq \cdot \cos \delta = 13,84 \text{ (kN/m)}$$

- Componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

$$Sqv = Sq \cdot \sin \delta = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

- Spinta passiva sul dente

$$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0,5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd = 0,00 \text{ (kN/m)}$$

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione statica

$$MS1 = Sth \cdot (H2+H3+H4+Hd) / 3 - Hd = 8,70 \text{ (kNm)}$$

$$MS2 = Stv \cdot B = 0,00 \text{ (kNm)}$$

$$MSq1 = Sqh \cdot (H2+H3+H4+Hd) / 2 - Hd = 13,84 \text{ (kNm)}$$

$$MSq2 = Sqv \cdot B = 0,00 \text{ (kNm)}$$

$$MSP = \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 - (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0,5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2 = 0,00 \text{ (kNm)}$$

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$Mfext1 = m = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

$$Mfext2 = f \cdot (H3 + H2) = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

$$Mfext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3/2) = 0,00 \text{ (kNm/m)}$$

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (caso A2+M2+R2)

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv = 57,05 \text{ (kN/m)}$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sth + Sqh + f = 26,89 \text{ (kN/m)}$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi_1' = 0,63 \text{ (-)}$$

$$Fs = (N \cdot f + Sp) / T = 1,33 \text{ (-)} > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (caso A2+M2+R2)

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + MS2 + MSq2 + Mfext3 = 50,87 \text{ (kNm/m)}$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MS1 + MSq1 + Mfext1 + Mfext2 + MSP = 22,54 \text{ (kNm/m)}$$

$$Fr = Ms / Mr = 2,26 \text{ (-)} > 1$$

VERIFICA DELLA FONDAZIONE (caso A2+M2+R2)

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv = 57,05 \text{ (kN/m)}$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sth + Sqh + f - Sp = 26,89 \text{ (kN/m)}$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = Ms - Mr = 28,33 \text{ (kNm/m)}$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = Xc \cdot N - MM = 17,31 \text{ (kNm/m)}$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a.r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001
						REV. A
						FOGLIO 69 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\INV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'Nc'ic + q_0Nq'iq + 0,5\gamma_1B'N\gamma_1iy$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	=	0,00	(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	=	30,42	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	=	19,00	(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d'H2'$	sovraccarico stabilizzante	=	14,40	(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	=	0,30	(m)
B' = B - 2e	larghezza equivalente	=	0,99	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$Nq = tg^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	=	19,29	(-)
$Nc = (Nq - 1) / tg(\phi)$	(2+π in cond. nd)	=	31,16	(-)
$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot tg(\phi)$	(0 in cond. nd)	=	23,83	(-)

I valori di ic, iq e iy sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

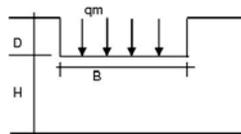
$iq = (1 - T / (N + B'c'cot\phi))^m$	(1 in cond. nd)	=	0,28	(-)
$ic = iq - (1 - iq) / (Nq - 1)$		=	0,24	(-)
$iy = (1 - T / (N + B'c'cot\phi))^{m+1}$		=	0,15	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q_{lim}	(carico limite unitario)	=	110,84	(kN/m ²)
$F = q_{lim} \cdot B' / N$		=	1,93	(-)

> 1

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu 0 \cdot \mu 1 \cdot qm \cdot B' / E$$

(Christian e Carrier, 1976)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0,80	(m)
	D/B' =	0,81	(m)
	H/B' =	3,22	(m)
Carico unitario medio (qm)	$qm = N / (B - 2 \cdot e) = N / B'$	57,45	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu 0 = f(D/B)$	$\mu 0 =$	0,926	(-)
Coefficiente di profondità $\mu 1 = f(H/B)$	$\mu 1 =$	0,88	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu 0 \cdot \mu 1 \cdot qm \cdot B' / E =$	1,55	(mm)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	70 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Rck = 35 (MPa)
 $\gamma_c = 2.1$
 $f_{cd} = Rck / \gamma_{m,c} = 16.46$ (MPa)

Copriferro

c = 5.80 (cm)

Acciaio

tipo di acciaio B450C
 $f_{yk} = 450$ (MPa)
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$ (MPa)
 $E_s = 210000$ (MPa)
 $\epsilon_{ys} = 0.19\%$
 $\epsilon_{uk} = 7.500\%$
 $\epsilon_{sd} = 6.750\%$

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

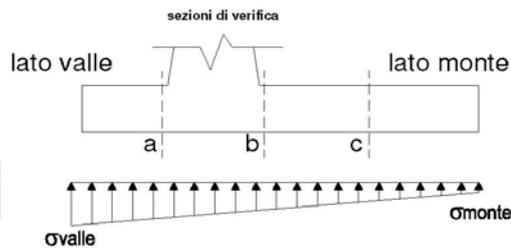
$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$

$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$

$A = 1.0 \cdot B = 1.60$ (m²)

$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.43$ (m³)

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	57.05	17.31	76.60	0.00

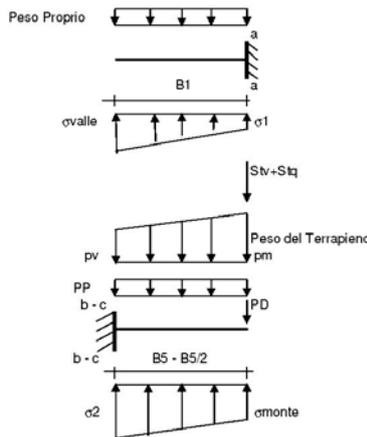


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 7.50 (kN/m)

$Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma	Ta
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	76.60	61.17	2.88	18.42



Mensola Lato Monte

PP = 7.50 (kN/m²)
 PD = 0.00 (kN/m)
 pm = 32.30 (kN/m²)
 pvb = 32.30 (kN/m²)
 pvc = 32.30 (kN/m²)
 peso proprio soletta fondazione
 peso proprio dente

$M_b = (\sigma_{monte} - (pvb + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2b - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - pvb) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd^2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + Msp + Sp \cdot H2/2$

$M_c = (\sigma_{monte} - (pvc + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5/2)^2 / 2 + (\sigma_2c - \sigma_{monte}) \cdot (B5/2)^2 / 6 - (pm - pvc) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5/2)^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot (B5/2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + Msp + Sp \cdot H2/2$

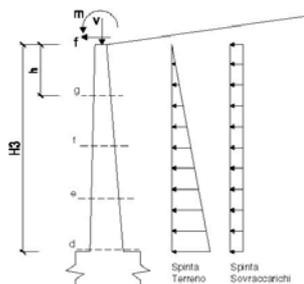
caso	σ_{monte}	σ_2b	Mb	σ_2c	Mc	Tb
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	0.00	45.75	-13.87	20.03	-4.47	-19.45

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	71 di 114
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\INV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_y/g	=	0.31	(-)	S 1.11 Categoria di suolo	
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	β	=	0.31	(-)		
	il muro ammette spostamenti? (si/no)			<input checked="" type="radio"/> si	<input type="radio"/> no		bm = var
	coefficiente sismico orizzontale	kh	=	0.1064	(-)		
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico verticale	kv	=	0.0532	(-)	0.343 0.408 0.416	
	Coef. di Spinta Attiva sulla parete	ka	=	0.34	(-)		
	componente orizzontale	kah	=	0.343	(-)		
	componente verticale	kav	=	0.00	(-)		
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas+	=	0.41	(-)		
	componente orizzontale	kash+	=	0.41	(-)		
	componente verticale	kasv+	=	0.00	(-)		
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas-	=	0.42	(-)		
componente orizzontale	kash-	=	0.42	(-)			
componente verticale	kasv-	=	0.00	(-)			

$M_t = \frac{1}{2} K_{a,orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$ o $\frac{1}{2} K_{a,orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/2$ (con sisma)

$M_q = \frac{1}{2} K_{a,orizz} \cdot q \cdot h^2$

$M_{tot} = m \cdot P \cdot h$

$M_{sost} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh$ (solo con sisma)

$N_t = \frac{1}{2} K_{a,vert} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$

$N_q = K_{a,vert} \cdot q \cdot h$

$N_{tot} = v$

$N_{pp+inertza} = \Sigma P_m \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv)$

condizione statica

sezione	h (m)	Tt (kNm)	Tq (kNm)	T _{tot} (kNm)	T _{tot} (kNm)
d-d	1.70	9.43	11.76	0.00	21.19
e-e	1.28	5.30	8.82	0.00	14.13
f-f	0.85	2.36	5.88	0.00	8.24
g-g	0.43	0.59	2.94	0.00	3.53

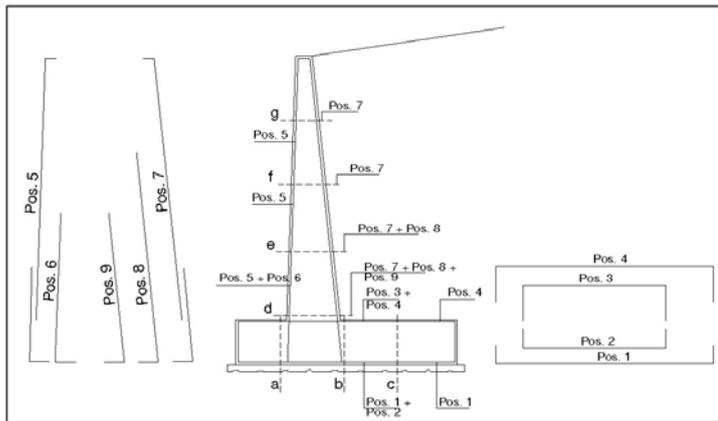
condizione statica

sezione	h (m)	Mt (kNm/m)	Mq (kNm/m)	M _{est} (kNm/m)	M _{tot} (kNm/m)	Nt (kN/m)	Nq (kN/m)	N _{est} (kN/m)	N _{pp} (kN/m)	N _{tot} (kN/m)
d-d	1.70	5.34	10.00	0.00	15.34	0.00	0.00	0.00	12.75	12.75
e-e	1.28	2.25	5.62	0.00	7.88	0.00	0.00	0.00	9.56	9.56
f-f	0.85	0.67	2.50	0.00	3.17	0.00	0.00	0.00	6.38	6.38
g-g	0.43	0.08	0.62	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 72 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

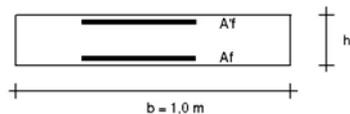
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ψ	pos	n°/ml	ψ
1	5,0	12	5	5,0	12
2	0,0	0	6	0,0	0
3	0,0	0	7	5,0	12
4	5,0	12	8	5,0	0
			9	0,0	0

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-7-8
- f-f pos 5-7
- g-g pos 5-7

Sez.	Msd (kNm)	Nsd (kN)	Tsd (kN)	h (m)	Af (cm²)	A't (cm²)	MRd (kNm)	NRd (kN)	TRd (kN)
a - a	2.88	0.00	18.42	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-13.87	0.00	-19.45	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-4.47	0.00	21.19	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	15.34	12.75	14.13	0.30	5.65	5.65	60.29	12.75	106.51
e - e	7.88	9.56	8.24	0.30	5.65	5.65	59.96	9.56	106.13
f - f	3.17	6.38	3.53	0.30	5.65	5.65	59.63	6.38	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	73 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\INV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

		coefficienti parziali								
		azioni			proprietà del terreno			γn		
		permanenti	temporaneo	tan φ'	c'	c _u	Cap.	Scorrimen	Res.Terrno	
		stavo	stavo				portante	o	Valle	
		evoli	evoli	γn	γn	γn				
SLU	○	caso A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	○	caso A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00
SLD	⊗	Sismica	1.00	1.00	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00
def.	○	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno	Parametro	Valore	Unità	Valori di Normativa
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	φ'	= 29.26 (°)	
	Peso Unità di Volume del terrapieno	γ	= 19.00 (kNm ³)	
	Angolo di inclinazione Piano di Campagna	ε	= 0.00 (°)	
	Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{muro}	= 0.00 (°)	
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{sup id}	= 0.00 (°)	
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	c1'	= 0.00 (kNm ²)	
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ ₁ '	= 32.01 (°)	
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ ₁	= 19.00 (kNm ³)	
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	γ _d	= 19.00 (kNm ³)	
	Profondità Piano di Posa della Fondazione	H2'	= 0.80 (m)	
Coefficienti di Spinta	Profondità Falda	Zw	= 0.00 (m)	
	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	= 0.34 (°)	0.343
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	= 0.41 (°)	0.408
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	= 0.42 (°)	0.416
	Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	= 3.25 (°)	3.255
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	= 3.07 (°)	3.068
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	= 3.05 (°)	3.046

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Sismiche	Carico	Valore	Unità
Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	= 5.50 (kNm ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	ts	= 0.00 (kNm)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	= 0.00 (kNm)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	= 0.00 (kNm/m)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)		
Pm1 = (B2*H3*c1s)/2	=	0.00 (kN/m)
Pm2 = (B3*r1*c1s)	=	12.75 (kN/m)
Pm3 = (B4*H3*c1s)/2	=	0.00 (kN/m)
Pm4 = (B*H2*c1s)	=	12.00 (kN/m)
Pm5 = (Bd*Hd*c1s)	=	0.00 (kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	=	24.75 (kN/m)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)		
Pt1 = (B5*H3*γ)	=	32.30 (kN/m)
Pt2 = (0.5*(B4+B5)*H4*γ)	=	0.00 (kN/m)
Pt3 = (B4*H3*γ)/2	=	0.00 (kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	=	32.30 (kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)		
Mm1 = Pm1*(B1+2/3 B2)	=	0.00 (kNm/m)
Mm2 = Pm2*(B1+B2+0.5*B3)	=	5.74 (kNm/m)
Mm3 = Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	=	0.00 (kNm/m)
Mm4 = Pm4*(B/2)	=	9.60 (kNm/m)
Mm5 = Pm5*(B - Bd/2)	=	0.00 (kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	=	15.34 (kNm/m)

- Terrapieno a tergo del muro		
Mt1 = Pt1*(B1+B2+B3+B4+0.5*B5)	=	35.53 (kNm/m)
Mt2 = Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	=	0.00 (kNm/m)
Mt3 = Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	=	0.00 (kNm/m)
Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3	=	35.53 (kNm/m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatari:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	74 di 114
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione sismica +			
Sst1 =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + kv) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + Hd) \cdot kas^*$	=	16.34 (kN/m)
Ssq1 =	$qs \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + Hd) \cdot kas^*$	=	4.49 (kN/m)
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h =	$Sst1 \cdot \cos \delta$	=	16.34 (kN/m)
Ssq1h =	$Ssq1 \cdot \cos \delta$	=	4.49 (kN/m)
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v =	$Sst1 \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kN/m)
Ssq1v =	$Ssq1 \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kN/m)
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 + kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^* + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot (1 + kv) \cdot kps \cdot H_2) \cdot Hd$	=	0.00 (kN/m)

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +			
MSt1 =	$Sst1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + Hd) / 3 - Hd)$	=	10.90 (kNm)
MSt2 =	$Sst1v \cdot B$	=	0.00 (kNm)
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + Hd) / 2 - Hd)$	=	4.49 (kNm)
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	=	0.00 (kNm)
MSP =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^* / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H_2) \cdot Hd^2$	=	0.00 (kNm)

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)			
Ps =	$Pm \cdot kh$	=	2.63 (kNm)
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)			
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	=	3.44 (kNm)
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	=	1.72 (kNm)
- Incremento di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs)			
MPs1 =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H_2 + H_3 / 3)$	=	0.00 (kNm/m)
MPs2 =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H_2 + H_3 / 2)$	=	1.56 (kNm/m)
MPs3 =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H_2 + H_3 / 3)$	=	0.00 (kNm/m)
MPs4 =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H_2 / 2)$	=	0.19 (kNm/m)
MPs5 =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd / 2)$	=	0.00 (kNm/m)
MPs =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	=	1.75 (kNm/m)
- Incremento di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts)			
MPts1 =	$kh \cdot Pt1 \cdot ((H_2 + H_3 / 2) - (B - B_5 / 2) \cdot 0.5)$	=	2.06 (kNm/m)
MPts2 =	$kh \cdot Pt2 \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 / 3) - (B - B_5 / 3) \cdot 0.5)$	=	0.00 (kNm/m)
MPts3 =	$kh \cdot Pt3 \cdot ((H_2 + H_3 / 2 / 3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2 / 3 \cdot B_4) \cdot 0.5)$	=	0.00 (kNm/m)
MPts =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	=	2.06 (kNm/m)

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	ms	=	0.00 (kNm/m)
Mfext2 =	$fs \cdot (H_3 + H_2)$	=	0.00 (kNm/m)
Mfext3 =	$vs \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	=	0.00 (kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)			
N =	$Pm + Pt + vs + Sst1v + Ssq1v + Ptsv$	=	58.77 (kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
T =	$Sst1h + Ssq1h + fs + Ps + Ptsh$	=	26.90 (kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)			
f =	$tg \phi_1'$	=	0.63 (-)
Fs =	$(N \cdot f + Sp) / T$	=	1.37 (-) > 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)			
Ms =	$Mm + Mt + MSt2 + MSsq2 + Mfext3$	=	50.87 (kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)			
Mr =	$MSt1 + MSsq1 + Mfext1 + Mfext2 + MSP + MPts + Mpts$	=	19.20 (kNm/m)
Fr =	Ms / Mr	=	2.65 (-) > 1

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	75 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)			
$N = P_m - P_t + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_{tsv}$	=	58.77	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_s + P_s + P_{tsh} - S_p$	=	26.90	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = M_s - M_r$	=	31.67	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	=	15.35	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma_1 \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c	coesione terreno di fondaz.	=	0.00	(kN/mq)
φ_1	angolo di attrito terreno di fondaz.	=	30.42	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	=	19.00	(kN/m³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2$	sovraccarico stabilizzante	=	14.40	(kN/m²)
$e = M / N$	eccentricità	=	0.26	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	=	1.08	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \lg^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(1.76 \cdot \varphi)}$	(1 in cond. nd)	=	19.29	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \lg(\varphi)$	(2 = π in cond. nd)	=	31.16	(-)
$N_\gamma = 2 \cdot \gamma \cdot (N_q + 1) \cdot \lg(\varphi)$	(0 in cond. nd)	=	23.83	(-)

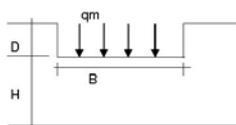
I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c \cdot \cot \varphi))^m$	(1 in cond. nd)	=	0.29	(-)
$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (N_q - 1)$		=	0.26	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c \cdot \cot \varphi))^{m+1}$		=	0.16	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	=	120.55	(kN/m²)
$F = q_{lim} \cdot B^* / N$		=	2.21	(-) > 1

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D	0.80	(m)
	D/B*	0.74	(m)
	H/B*	2.97	(m)
Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B^*$	54.53	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	μ_0	0.928	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	μ_1	0.84	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E$	1.53	(mm)

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione sismica -

$S_{st2} = 0.5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}$	=	14.98	(kN/m)
$S_{sq2} = q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	=	4.58	(kN/m)

- Componente orizzontale condizione sismica -

$S_{st2h} = S_{st2} \cdot \cos \delta$	=	14.98	(kN/m)
$S_{sq2h} = S_{sq2} \cdot \cos \delta$	=	4.58	(kN/m)

Sismica+M2+R2

23

OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot	Muro di contenimento – Relazione di calcolo	FOGLIO	76 di 114			

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDSINV\31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

- Componente verticale condizione sismica -	
Sst2v = Sst2*senδ	= 0.00 (kN/m)
Ssq2v = Ssq2*senδ	= 0.00 (kN/m)
- Spinta passiva sul dente	
Sp = 1/2*γ ₁ * (1 - kv) * Hd ³ * kps ² + (2*c ₁ *kps ^{0.5} + γ ₁ * (1 - kv) * kps * Hd) * Hd	= 0.00 (kN/m)
MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO	
- Condizione sismica -	
MSst1 = Sst2h * ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)	= 9.99 (kNm)
MSst2 = Sst2v * B	= 0.00 (kNm)
MSsq1 = Ssq2h * ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)	= 4.58 (kNm)
MSsq2 = Ssq2v * B	= 0.00 (kNm)
MSp = γ ₁ * Hd ³ * kps / 3 + (2*c ₁ *kps ^{0.5} + γ ₁ * kps * Hd) * Hd ² / 2	= 0.00 (kNm)
INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO	
- Inerzia del muro (Ps)	
Ps = Pm*kh	= 2.63 (kN/m)
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)	
Ptsh = Pt*kh	= 3.44 (kN/m)
Ptsv = Pt*kv	= -1.72 (kN/m)
- Incremento di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs)	
MPs1 = kh*Pm1*(H2+H3/3)	= 0.00 (kNm/m)
MPs2 = kh*Pm2*(H2 + H3/2)	= 1.56 (kNm/m)
MPs3 = kh*Pm3*(H2+H3/3)	= 0.00 (kNm/m)
MPs4 = kh*Pm4*(H2/2)	= 0.19 (kNm/m)
MPs5 = -kh*Pm5*(Hd/2)	= 0.00 (kNm/m)
MPs = MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	= 1.75 (kNm/m)
- Incremento di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts)	
MPts1 = kh*Pt1*((H2 + H3/2) + (B - B5/2)*0.5)	= 5.84 (kNm/m)
MPts2 = kh*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) + (B - B5/3)*0.5)	= 0.00 (kNm/m)
MPts3 = kh*Pt3*((H2+H3*2/3)+(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	= 0.00 (kNm/m)
MPts = MPts1 + MPts2 + MPts3	= 5.84 (kNm/m)
MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE	
Mfext1 = ms	= 0.00 (kNm/m)
Mfext2 = fs*(H3 + H2)	= 0.00 (kNm/m)
Mfext3 = vs*(B1 + B2 + B3/2)	= 0.00 (kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)	
N = Pm + Pt + vs + Sst1v + Ssq1v + Ptsv	= 55.33 (kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	
T = Sst1h + Ssq1h + fs + Ps + Ptsh	= 25.63 (kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)	
f = tgφ ₁	= 0.63 (-)
Fs = (N*f + Sp) / T	= 1.35 (-) > 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)	
Ms = Mm + Mt + MSst2 + MSsq2 + Mfext3	= 50.87 (kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)	
Mr = MSst1 + MSsq1 + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MPts	= 22.16 (kNm/m)
Fr = Ms / Mr	= 2.30 (-) > 1

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)	
N = Pm + Pt + vs + Sst1v + Ssq1v + Ptsv	= 55.33 (kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	
T = Sst1h + Ssq1h + fs + Ps + Ptsh - Sp	= 25.63 (kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)	
MM = Ms - Mr	= 28.71 (kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)	
M = Xc*N - MM	= 15.56 (kNm/m)

Sismica+M2+R2

24

OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	77 di 114
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo							

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	=	0.00	(kN/mq)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	=	30.42	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	=	19.00	(kN/m³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	=	14.40	(kN/m²)
e = M / N	eccentricità	=	0.28	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	=	1.04	(m)

I valori di Nc, Nq e N γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(1.75 \cdot \phi)}$	(1 in cond. nd)	=	19.29	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	=	31.16	(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	=	23.83	(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

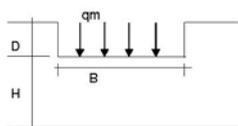
$i_q = (1 - T / (N + B' \cdot c \cdot \text{cot}(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	=	0.29	(-)
$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (N_q - 1)$		=	0.25	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B' \cdot c \cdot \text{cot}(\phi)))^{m+1}$		=	0.15	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	=	116.34	(kN/m²)
------------------	--------------------------	---	--------	---------

$$F = q_{lim} \cdot B' / N = 2.18 \quad (-) \quad > \quad 1$$

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0.80	(m)
	D/B' =	0.77	(m)
	H/B' =	3.08	(m)
Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B'$	53.33	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0.927	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0.86	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E =$	1.47	(mm)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 78 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\INV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1_70.xls

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

$R_{ck} = 35$ (MPa)
 $\gamma_c = 2.1$
 $f_{cd} = R_{ck} / \gamma_{m,c} = 16.46$ (MPa)

Copri ferro

$c = 5.80$ (cm)

Acciaio

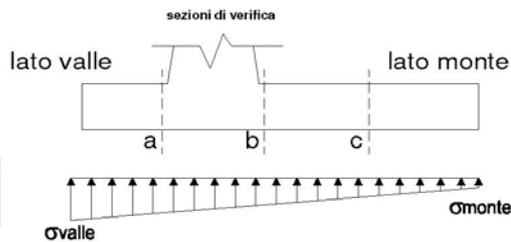
tipo di acciaio: B450C
 $f_{yk} = 450$ (MPa)
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$ (MPa)
 $E_s = 210000$ (MPa)
 $\epsilon_{ys} = 0.19\%$
 $\epsilon_{uk} = 7.500\%$
 $\epsilon_{sd} = 6.750\%$

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$
 $\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$
 $A = 1.0 \cdot B = 1.60$ (m²)
 $W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.43$ (m³)

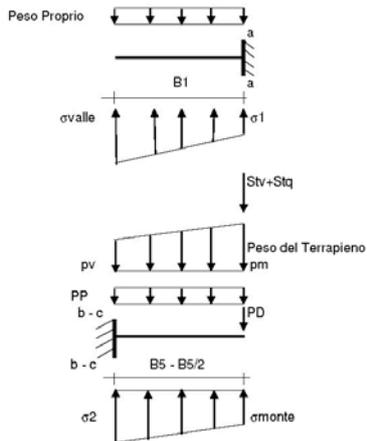
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
sisma+	59.77	15.35	72.70	0.76
sisma-	55.33	15.56	71.11	0.00



Mensola Lato Valle

Peso Proprio: PP = 7.50 (kN/m)
 $M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	T_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
sisma+	72.70	59.21	2.71	17.42
sisma-	71.11	57.40	2.67	16.46



Mensola Lato Monte

PP = 7.50 (kN/m²)
 PD = 0.00 (kN/m)
 pm = 32.30 (kN/m²)
 pvc = 32.30 (kN/m²)
 pvc = 32.30 (kN/m²)

$M_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd^2) / 2 - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} \cdot Sp \cdot H2/2$
 $M_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} - PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^2 / 2)^2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2)^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot (B^2 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2 - Bd^2) / 2 - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} \cdot Sp \cdot H2/2$

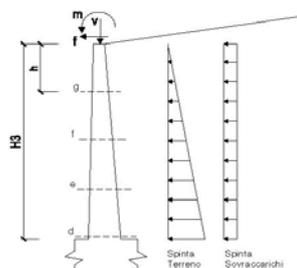
caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c	T_b
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
sisma+	0.76	45.72	-13.08	23.24	-4.21	-18.68
sisma-	0.00	43.69	-12.18	20.85	-3.99	-16.79

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>79 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	79 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	79 di 114								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDSINV\31VOK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	a/g	=	0.31	(-)	S	1.11
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	β	=	0.31	(-)		
Coefficienti di Spinta	il muro ammette spostamenti? (si/no)		<input checked="" type="radio"/> si	<input type="radio"/> no	bm = var	Categoria di suolo	
	coefficiente sismico orizzontale	kh	=	0.1064	(-)		
	coefficiente sismico verticale	kv	=	0.0532	(-)		
	Coef. di Spinta Attiva sulla parete	ka	=	0.34	(-)	0.343	
	componente orizzontale	kah	=	0.343	(-)		
	componente verticale	kav	=	0.00	(-)		
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas+	=	0.41	(-)	0.408	
	componente orizzontale	kash+	=	0.41	(-)		
	componente verticale	kasv+	=	0.00	(-)		
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas-	=	0.42	(-)	0.416	
componente orizzontale	kash-	=	0.42	(-)			
componente verticale	kasv-	=	0.00	(-)			

$M_t = \frac{1}{2} K_{a,0.022} \cdot \gamma (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$ o $\frac{1}{2} K_{a,0.022} \cdot \gamma (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/2$ (con sisma)

$M_q = \frac{1}{2} K_{a,0.022} \cdot q \cdot h^2$

$M_{est} = m \cdot F \cdot h$

$M_{merzia} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh$ (solo con sisma)

$N_t = \frac{1}{2} K_{a,0.022} \cdot \gamma (1 \pm kv) \cdot h^2$

$N_q = K_{a,0.022} \cdot q \cdot h$

$N_{est} = v$

$N_{pp,merzia} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$

condizione sismica +

sezione	h (m)	Tt [kNm]	Tq [kNm]	T _{est} [kNm]	T _{merzia} [kNm]	T _{tot} [kNm]
d-d	1.70	11.81	1.91	0.00	1.36	15.07
e-e	1.28	6.64	1.43	0.00	1.02	9.09
f-f	0.85	2.95	0.95	0.00	0.68	4.58
g-g	0.43	0.74	0.48	0.00	0.34	1.55

condizione sismica +

sezione	h (m)	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{est} [kNm/m]	M _{merzia} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	Nt [kN/m]	Nq [kN/m]	N _{est} [kN/m]	N _{pp,merzia} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	1.70	10.04	3.25	0.00	1.15	14.44	0.00	0.00	0.00	13.43	13.43
e-e	1.28	4.23	1.83	0.00	0.65	6.71	0.00	0.00	0.00	10.07	10.07
f-f	0.85	1.25	0.81	0.00	0.29	2.35	0.00	0.00	0.00	6.71	6.71
g-g	0.43	0.16	0.20	0.00	0.07	0.43	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36

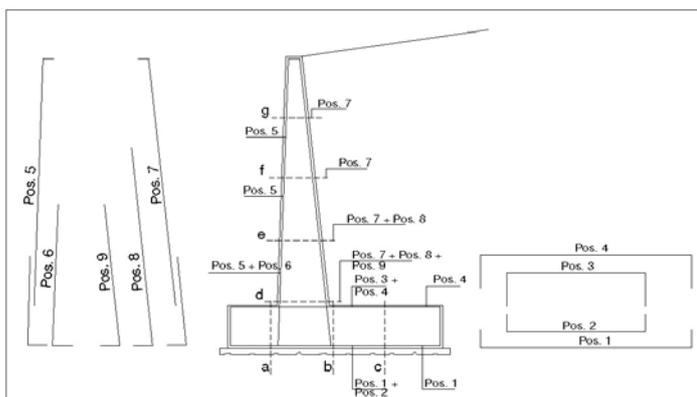
condizione sismica -

sezione	h (m)	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{est} [kNm/m]	M _{merzia} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	Nt [kN/m]	Nq [kN/m]	N _{est} [kN/m]	N _{pp,merzia} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	1.70	9.20	3.31	0.00	1.15	13.66	0.00	0.00	0.00	12.07	12.07
e-e	1.28	3.88	1.86	0.00	0.65	6.39	0.00	0.00	0.00	9.05	9.05
f-f	0.85	1.15	0.83	0.00	0.29	2.27	0.00	0.00	0.00	6.04	6.04
g-g	0.43	0.14	0.21	0.00	0.07	0.42	0.00	0.00	0.00	3.02	3.02

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>80 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	80 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	80 di 114								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	5.0	12	5	5.0	12
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	12
4	5.0	12	8	5.0	0
			9	0.0	0

VERIFICHE



a-a pos 1-2-3-4
b-b pos 1-2-3-4
c-c pos 1-4
d-d pos 5-6-7-8-9
e-e pos 5-7-8
f-f pos 5-7
g-g pos 5-7

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(kN)	(kN)
a - a	2.71	0.00	16.51	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
b - b	-13.08	0.00	-16.55	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
c - c	-4.21	0.00	1.36	0.30	5.65	5.65	58.98	0.00	104.97
d - d	14.44	13.43	1.02	0.30	5.65	5.65	60.36	13.43	106.51
e - e	6.71	10.07	0.68	0.30	5.65	5.65	60.01	10.07	106.13
f - f	2.35	6.71	0.34	0.30	5.65	5.65	59.67	6.71	0.00

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 81 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

		coefficienti parziali								
		azioni			proprietà del terreno			γ _s		
		permanenti	temporaneo	tan φ'	c'	c _u	Cap. portante	Scorrimen	Res. Terren	
		sfavorevoli	sfavorevoli				γ _s	o	o Valle	
SLU	⊙	caso A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	⊙	EQU-M2-R2	1.10	1.50	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00	
SLD	⊙	--	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	
def.	⊙	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno				
Angolo di attrito del terrapieno	φ'	=	29.26	(°)
Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	20.90	(kN/m ³)
Angolo di inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)
Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{muro}	=	0.00	(°)
Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{sup id}	=	0.00	(°)
Dati Terreno Fondazione				
Coesione Terreno di Fondazione	c1'	=	0.00	(kN/m ²)
Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ ₁ '	=	32.01	(°)
Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ ₁	=	19.00	(kN/m ³)
Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	γ _d	=	19.00	(kN/m ³)
Profondità Piano di Posizione della Fondazione	H2'	=	0.80	(m)
Profondità Falda	Zw	=	0.00	(m)
Coefficienti di Spinta				Valori di Normativa
Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.34	(-)
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.41	(-)
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.42	(-)
Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	=	3.26	(-)
Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	=	3.07	(-)
Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	=	3.05	(-)

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	23.25	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	l	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	8.25	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	ls	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00	(kNm/m)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

Pm1 =	(B2*H3*γcls)/2	=	0.00	(kN/m)
Pm2 =	(B3*H3*γcis)	=	12.75	(kN/m)
Pm3 =	(B4*H3*γcls)/2	=	0.00	(kN/m)
Pm4 =	(B*H2*γcls)	=	12.00	(kN/m)
Pm5 =	(Bd*Hd*γcls)	=	0.00	(kN/m)
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	=	24.75	(kN/m)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 =	(B5*H3*γ)	=	32.30	(kN/m)
Pt2 =	(0.5*(B4+B5)*H4*γ)	=	0.00	(kN/m)
Pt3 =	(B4*H3*γ)/2	=	0.00	(kN/m)
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3	=	32.30	(kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

Mm1 =	Pm1*(B1-2/3 B2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm2 =	Pm2*(B1-B2+0.5*B3)	=	5.74	(kNm/m)
Mm3 =	Pm3*(B1-B2+B3+1/3 B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mm4 =	Pm4*(B/2)	=	9.60	(kNm/m)
Mm5 =	Pm5*(B - Bd/2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	=	15.34	(kNm/m)

- Terrapieno a tergo del muro

Mt1 =	Pt1*(B1-B2+B3+B4+0.5*B5)	=	35.53	(kNm/m)
Mt2 =	Pt2*(B1-B2+B3+2/3*(B4+B5))	=	0.00	(kNm/m)
Mt3 =	Pt3*(B1-B2+B3+2/3*B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3	=	35.53	(kNm/m)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	82 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CONDIZIONE STATICA (SLU) (EQU+M2+R2)

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka = 14.36 \text{ (kN/m)}$$

$$Sq = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka = 15.97 \text{ (kN/m)}$$

- Componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta = 14.36 \text{ (kN/m)}$$

$$Sqh = Sq \cdot \cos \delta = 15.97 \text{ (kN/m)}$$

- Componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$Sqv = Sq \cdot \sin \delta = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

- Spinta passiva sul dente

$$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot \gamma_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione statica

$$MSt1 = Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 \cdot Hd) = 9.57 \text{ (kN/m)}$$

$$MSt2 = Stv \cdot B = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$MSq1 = Sqh \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 \cdot Hd) = 15.97 \text{ (kN/m)}$$

$$MSq2 = Sqv \cdot B = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$MSp = \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot \gamma_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2 = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$Mfext1 = m = 0.00 \text{ (kNm/m)}$$

$$Mfext2 = F \cdot (H3 + H2) = 0.00 \text{ (kNm/m)}$$

$$Mfext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3/2) = 0.00 \text{ (kNm/m)}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU+M2+R2)

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + MSt2 + MSq2 + Mfext3 = 45.78 \text{ (kNm/m)}$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt1 + MSq1 + Mfext1 + Mfext2 + MSp = 25.54 \text{ (kNm/m)}$$

$$Fr = Ms / Mr = 1.79 \text{ (-) } > 1$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	83 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDSINV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

		coefficienti parziali								
		caso	azioni		proprietà del terreno			γ _n		
			permanenti sfavorevoli	temporaneo variabili sfavorevoli	tan φ'	c'	c _u	Cap. portante γ _n	Scorrimen to γ _n	Res.Torren o Valle γ _n
SLU	○	caso A1-M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	○	ECU+M2	1.10	1.50	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00
SLD	○	...	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.00	1.00
def.	●	SLE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno					
Angolo di attrito del terrapieno	φ'	=	35.00	(°)	
Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	19.00	(kN/m ³)	
Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)	
Angolo di attrito terreno-paramento	δ _{sup}	=	0.00	(°)	
Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ _{sup-idi}	=	0.00	(°)	
Dati Terreno Fondazione					
Coesione Terreno di Fondazione	c1'	=	0.00	(kN/m ²)	
Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ1'	=	38.00	(°)	
Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ1	=	19.00	(kN/m ³)	
Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	γd	=	19.00	(kN/m ³)	
Profondità Piano di Posizione della Fondazione	H2'	=	0.80	(m)	
Profondità Falda	Zw	=	0.00	(m)	
Coefficienti di Spinta					Valori di Normativa
Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.27	(-)	0.271
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.33	(-)	0.328
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.34	(-)	0.335
Coeff. Di Spinta Passiva in Fondazione	kp	=	4.20	(-)	4.204
Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps+	=	3.99	(-)	3.992
Coeff. Di Spinta Passiva Sismica in Fondazione	kps-	=	3.97	(-)	3.968

Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	15.50	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	l	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche				
Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	5.50	(kN/m ²)
Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	ls	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00	(kNm/m)

VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

Pm1 = (B2*H3*γcis)/2	=	0.00	(kN/m)
Pm2 = (B3*H3*γcis)	=	12.75	(kN/m)
Pm3 = (B4*H3*γcis)/2	=	0.00	(kN/m)
Pm4 = (B*H2*γcis)	=	12.00	(kN/m)
Pm5 = (Bd*Hd*γcis)	=	0.00	(kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	=	24.75	(kN/m)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 = (B5*H3*γ)	=	32.30	(kN/m)
Pt2 = (0.5*(B4+B5)*H4*γ)	=	0.00	(kN/m)
Pt3 = (B4*H3*γ)/2	=	0.00	(kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	=	32.30	(kN/m)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

Mm1 = Pm1*(B1+2/3 B2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm2 = Pm2*(B1+B2+0.5*B3)	=	5.74	(kNm/m)
Mm3 = Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mm4 = Pm4*(B/2)	=	9.60	(kNm/m)
Mm5 = Pm5*(B - Bd/2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	=	15.34	(kNm/m)

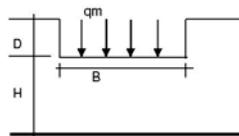
- Terrapieno a tergo del muro

Mt1 = Pt1*(B1+B2+B3+B4+0.5*B5)	=	35.53	(kNm/m)
M2 = Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	=	0.00	(kNm/m)
M3 = Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	=	0.00	(kNm/m)
Mt = Mt1 + M2 + M3	=	35.53	(kNm/m)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	84 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDSINV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E$$

(Christian e Carrier, 1976)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0.90	(m)
	D/B' =	0.64	(m)
	H/B' =	2.56	(m)
Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B'$	45.71	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0.932	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0.77	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B' / E =$	1.37	(mm)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.31.0.0.001 A 85 di 114	

C:\archivio\Arch-Lavori\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Mur_diretta_2008_H_1_70.xls

VERIFICA A FESSURAZIONE - CALCOLO SOLLECITAZIONI

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

$Pm1 = (B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	=	0.00 (kNm)
$Pm2 = (B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	=	12.75 (kNm)
$Pm3 = (B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	=	0.00 (kNm)
$Pm4 = (B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	=	12.00 (kNm)
$Pm5 = (Bd \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	=	0.00 (kNm)
$Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	=	24.75 (kNm)

- Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

$Pt1 = (B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	=	32.30 (kNm)
$Pt2 = (0.5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	=	0.00 (kNm)
$Pt3 = (B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	=	0.00 (kNm)
$Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3$	=	32.30 (kNm)

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

$Mm1 = Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	=	0.00 (kNm/m)
$Mm2 = Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0.5 \cdot B3)$	=	5.74 (kNm/m)
$Mm3 = Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 \cdot B4)$	=	0.00 (kNm/m)
$Mm4 = Pm4 \cdot (B/2)$	=	9.60 (kNm/m)
$Mm5 = Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	=	0.00 (kNm/m)
$Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	=	15.34 (kNm/m)

- Terrapieno a tergo del muro

$Mt1 = Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0.5 \cdot B5)$	=	35.53 (kNm/m)
$Mt2 = Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	=	0.00 (kNm/m)
$Mt3 = Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	=	0.00 (kNm/m)
$Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3$	=	35.53 (kNm/m)

CONDIZIONE STATICA (SLE e FESSURAZIONE)

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Spinta totale condizione statica

$St = 0.5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	=	10.30 (kNm)
$Sq = \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	=	8.40 (kNm)

componente orizzontale condizione statica

$St_h = St \cdot \cos \delta$	=	10.30 (kNm)
$Sq_h = Sq \cdot \cos \delta$	=	8.40 (kNm)

componente verticale condizione statica

$St_v = St \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kNm)
$Sq_v = Sq \cdot \sin \delta$	=	0.00 (kNm)

Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp \cdot (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	=	0.00 (kNm)
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	------------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione statica

$MS1 = St_h \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) / 3 \cdot Hd$	=	6.87 (kNm)
$MS2 = St_v \cdot B$	=	0.00 (kNm)
$MSq1 = Sq_h \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) / 2 \cdot Hd$	=	8.40 (kNm)
$MSq2 = Sq_v \cdot B$	=	0.00 (kNm)
$MSP = \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp \cdot (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + g1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	=	0.00 (kNm)

FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mtext)

$Mtext1 = m$	=	0.00 (kNm/m)
$Mtext2 = P \cdot (H3 + H2)$	=	0.00 (kNm/m)
$Mtext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	=	0.00 (kNm/m)

AZIONI TOTALI SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$N = Pm + Pt + v + St_v + Sq_v$	=	57.05 (kNm)
---------------------------------	---	-------------

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + MS2 + MSq2 + Mtext3$	=	50.87 (kNm/m)
--------------------------------------	---	---------------

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MS1 + MSq1 + Mtext1 + Mtext2 + MSP$	=	15.27 (kNm/m)
-------------------------------------------	---	---------------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$MM = Ms - Mr$	=	35.60 (kNm/m)
----------------	---	---------------

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$M = Xc \cdot N - MM$	=	10.04 (kNm/m)
-----------------------	---	---------------

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 86 di 114

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLI STATICI

DATI DI PROGETTO:

Caratteristiche dei Materiali

Calcestruzzo

$f_{ck} = 35$ (MPa)

$f_{ctm} = 0.30 \cdot (0.83 \cdot f_{ck})^{0.67} = 2.93$ (MPa)

coefficiente omogeneizzazione acciaio $n = 15$

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

$c = 5.00$ (cm)

Copriferro minimo di normative (ricoprimento armatura)

$c_{min} = 2.00$ (cm)

Valore limite di apertura delle fessure

$w_l = 0.2$

Acciaio

tipo di acciaio B450C

$f_{yk} = 450$ (MPa)

$E_s = 210000$ (MPa)

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

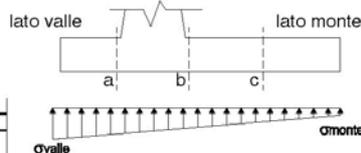
Reazione del terreno

$q_{valle} = N / A + M / W_{gg}$

$q_{monte} = N / A - M / W_{gg}$

$A = b \cdot h = 1.60$ (m²)
 $W_{gg} = b \cdot h^2 / 6 = 0.43$ (m³)

caso	N [kN]	M [kNm]	q_{valle} [kN/m ²]	q_{monte} [kN/m ²]
statico	57.05	10.04	59.16	12.13
sisma+	58.77	12.60	66.27	7.19
sisma-	55.33	12.45	63.76	5.40

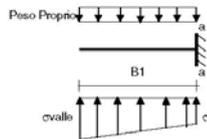


Mensola Lato Valle - Schema Statico

PP = 7.50 (kN/m) peso proprio soletta fondazione

$M_a = \sigma_1 \cdot B \cdot l^2 / 2 + (q_{valle} - \sigma_1) \cdot B \cdot l^2 / 3 - PP \cdot B \cdot l^2 / 2 \cdot (1 + 3k)$

caso	q_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	59.16	50.36	2.19
sisma+	66.27	55.19	2.45
sisma-	63.76	52.82	2.40



Mensola Lato Monte - Schema Statico

PP = 7.50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione

PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

pm = 32.30 (kN/m²)

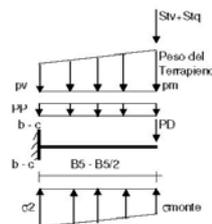
pvb = 32.30 (kN/m²)

pvc = 32.30 (kN/m²)

$M_b = (q_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 2) + (q_{2c} - q_{monte}) \cdot (B \cdot l^2 / 6) - (p_{vc} - p_{vb}) \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 3) + (S_{1v} + S_{2v}) \cdot B \cdot PD \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 2) - PD \cdot k \cdot h \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + S_p \cdot H_2 / 2$

$M_c = (q_{monte} - p_{vc} - PP) \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 2) + (q_{2c} - q_{monte}) \cdot (B \cdot l^2 / 6) - (p_{vc} - p_{vb}) \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 3) + (S_{1v} + S_{2v}) \cdot (B \cdot l^2 / 2) - PD \cdot (1 + 3k) \cdot (B \cdot l^2 / 2) - PD \cdot k \cdot h \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + S_p \cdot H_2 / 2$

caso	q_{monte} [kN/m ²]	q_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	q_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	12.13	41.54	-8.98	26.83	-2.85
sisma+	7.19	44.11	-11.21	25.65	-3.57
sisma-	5.40	41.88	-10.06	23.64	-3.27

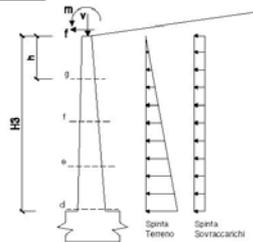


APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A 87 di 114

C:\aroh\Arroh-Lavori\A207_NAPOLI-BARI_TDS\NV 31\OK_Muri_diretta_2008_H_1.70.xls

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_v/g	=	0.31	(-)	S = 1.11
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	R_m	=	0.31	(-)	
	il muro ammette spostamenti? (sì/no)	<input checked="" type="radio"/> sì <input type="radio"/> no	bm = var.			Categoria di suolo
	coefficiente sismico orizzontale	k_h	=	0.1054	(-)	
	coefficiente sismico verticale	k_v	=	0.0532	(-)	
Coefficienti di Spinta	Coef. di Spinta Attiva sulla parete	k_a	=	0.27	(-)	0.271
	componente orizzontale	k_{ah}	=	0.27	(-)	
	componente verticale	k_{av}	=	0.00	(-)	
	Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	k_{as+}	=	0.33	(-)	0.328
	componente orizzontale	k_{ash+}	=	0.33	(-)	
	componente verticale	k_{asv+}	=	0.00	(-)	
Coef. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	k_{as-}	=	0.34	(-)	0.335	
componente orizzontale	k_{ash-}	=	0.34	(-)		
componente verticale	k_{asv-}	=	0.00	(-)		

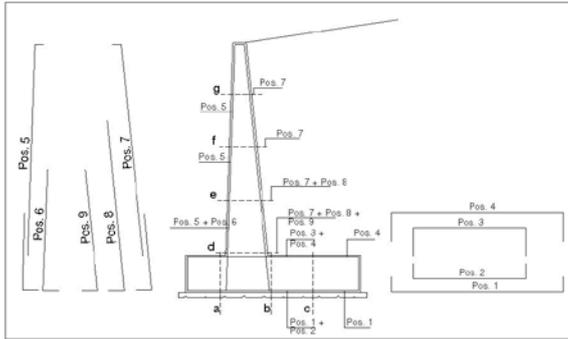
$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2 \cdot h/3$ o $\frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2 \cdot h/2$ (con sisma)
 $M_q = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot q \cdot h^2$
 $M_{tot} = m \cdot h^3$
 $M_{variaz} = \Delta P m \cdot h^2 \cdot h$ (solo con sisma)
 $N_t = \frac{1}{2} K_{a_{vert}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$
 $N_q = K_{a_{vert}} \cdot q \cdot h$
 $N_{tot} = v$
 $N_{ppa_{variaz}} = \Delta P m \cdot (1 \pm k_v)$

sezione	h [m]	condizione statica								
		M_t [kNm/m]	M_q [kNm/m]	M_{tot} [kNm/m]	M_{var} [kNm/m]	N_t [kN/m]	N_q [kN/m]	N_{tot} [kN/m]	N_{pp} [kN/m]	N_{var} [kN/m]
d-d	1.70	4.22	6.07	0.00	10.29	0.00	0.00	0.00	12.75	12.75
e-e	1.28	1.78	3.41	0.00	5.19	0.00	0.00	0.00	9.56	9.56
f-f	0.85	0.53	1.52	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00	6.38	6.38
g-g	0.43	0.07	0.38	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>88 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	88 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	88 di 114								

C:\archivio\Arch-Lavoro\A207_NAPOLI-BARI\TDS\NV 31\OK_Mur_diretta_2008_H_1_70.xls

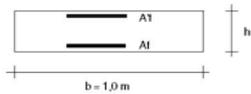
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	m ² /ml	φ	pos	m ² /ml	φ
1	5.0	12	5	5.0	12
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	12
4	5.0	12	8	5.0	0
			9	0.0	0

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-7-8
- f-f pos 5-7
- g-g pos 5-7

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'i	σc	σf	wk	w _{lim}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a-a	2.19	0.00	0.30	5.65	5.65	0.35	17.35	0.019	0.200
b-b	-3.93	0.00	0.30	5.65	5.65	1.43	70.67	0.077	0.200
c-c	-2.85	0.00	0.30	5.65	5.65	0.46	22.51	0.024	0.200
d-d	10.29	12.75	0.30	5.65	5.65	1.62	89.42	0.074	0.200
e-e	5.19	9.56	0.30	5.65	5.65	0.81	32.18	0.034	0.200
f-f	2.04	6.38	0.30	5.65	5.65	0.31	10.33	0.011	0.200
g-g	0.45	3.19	0.30	5.65	5.65	0.06	0.87	0.001	0.200

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 89 di 114

12.2 TABULATI PER LA VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Combinazione A2+M2+R2

☐ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

☐E

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$ $
$$ $$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $$$$ $ $ $$$ $ $ $ $ $$$ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $ $ $ $$$ $

```

ver. 2.03

☐F

DEVELOPED BY
RONALD A. SIEGEL
GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH
PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY
Ing. C. MADIAI and Ing. M. PERINI
(C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY
PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL
LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>90 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	90 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	90 di 114								

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI A2+M2+R2

COMMISSIONED BY STABILITA' MURO H=1.70m

LOCATION --- NV-31-A2 -----

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 91 di 114

□ ——— Analisi di stabilità dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

BOUNDARY COORDINATES

10 TOP BOUNDARIES
12 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	19.93	5.93	20.12	1
2	5.93	20.12	11.07	20.02	1
3	11.07	20.02	11.07	20.17	1
4	11.07	20.17	12.08	20.17	1
5	12.08	20.17	12.08	21.62	1
6	12.08	21.62	12.79	21.62	1
7	12.79	21.62	14.33	22.22	1
8	14.33	22.22	14.75	22.24	1
9	14.75	22.24	20.93	22.52	1
10	20.93	22.52	25.91	22.80	1
11	.00	15.43	14.33	17.71	2
12	14.33	17.72	25.91	18.30	2

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 92 di 114

☐ ——— Analisi di stabilità dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER (t/mq)	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.00	1.90	.00	32.00	.00	.00	1
2	2.10	2.00	.00	26.56	.00	.00	1

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>93 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	93 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	93 di 114								

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

BOUNDARY LOAD(S)

1 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	INTENSITY (t/mq)	DEFLECTION (DEG)
1	14.35	25.01	1.3	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>94 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	94 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	94 di 114								

□□ ——— Analisi di stabilità dei pendii: metodi all'equilibrio limite □=====

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 6 BOUNDARIES
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY	X-LEFT	Y-LEFT	X-RIGHT	Y-RIGHT
NO.	(m)	(m)	(m)	(m)
1	12.08	21.62	12.08	19.22
2	11.78	19.92	11.78	19.62
3	11.78	19.62	13.38	19.62
4	12.38	21.61	12.38	19.92
5	12.38	19.92	13.38	19.92
6	13.38	19.92	13.38	19.62

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>95 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	95 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	95 di 114								

☐ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 2 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.62
2	25.91	19.62

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>96 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	96 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	96 di 114								

□ ——— Analisi di stabilità dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM
 TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED
 THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

396 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

99 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 4 POINTS EQUALLY SPACED
 ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = .00 m
 AND X = 10.50 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 14.75 m
 AND X = 25.91 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION
 AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

1.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	97 di 114

□ ——— Analisi di stabilità dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL
FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL
FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 12 COORDINATE POINTS (R= 6.44 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.60
3	8.80	19.23
4	9.77	19.02
5	10.77	18.95
6	11.77	19.04
7	12.73	19.29
8	13.66	19.68
9	14.50	20.21
10	15.26	20.86
11	15.91	21.63
12	16.33	22.31

*** 1.803 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 7.04 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.87	19.60
3	8.80	19.23
4	9.77	19.00
5	10.76	18.90
6	11.76	18.95
7	12.75	19.14
8	13.69	19.46
9	14.58	19.92
10	15.40	20.49

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	98 di 114

11 16.13 21.18
12 16.75 21.96
13 16.98 22.34

*** 1.854 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 7.29 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.58
3	8.78	19.19
4	9.74	18.92
5	10.73	18.79
6	11.73	18.80
7	12.72	18.94
8	13.68	19.22
9	14.60	19.63
10	15.44	20.15
11	16.21	20.79
12	16.89	21.53
13	17.46	22.35
14	17.46	22.36

*** 1.917 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 5.71 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.79	19.48
3	8.67	19.01
4	9.62	18.70
5	10.61	18.56
6	11.61	18.59
7	12.59	18.80
8	13.51	19.18
9	14.36	19.71

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	99 di 114

10	15.10	20.38
11	15.72	21.17
12	16.19	22.05
13	16.27	22.31

*** 1.926 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 6.94 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.83	19.53
3	8.72	19.09
4	9.68	18.79
5	10.66	18.62
6	11.66	18.60
7	12.65	18.72
8	13.62	18.98
9	14.54	19.38
10	15.39	19.90
11	16.16	20.54
12	16.82	21.29
13	17.38	22.12
14	17.49	22.36

*** 1.963 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 6.64 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.80	19.51
3	8.69	19.04
4	9.63	18.71
5	10.62	18.53
6	11.62	18.49
7	12.61	18.61
8	13.57	18.88

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	100 di 114

9	14.49	19.28
10	15.33	19.82
11	16.08	20.48
12	16.73	21.24
13	17.25	22.09
14	17.37	22.36

*** 1.979 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 5.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.75	19.44
3	8.61	18.93
4	9.55	18.59
5	10.54	18.43
6	11.54	18.45
7	12.52	18.66
8	13.44	19.05
9	14.28	19.60
10	15.00	20.29
11	15.58	21.10
12	16.00	22.01
13	16.07	22.30

*** 1.988 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 7.87 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.59
3	8.78	19.19
4	9.74	18.91
5	10.72	18.75
6	11.72	18.72
7	12.72	18.82

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	101 di 114

8	13.69	19.04
9	14.63	19.39
10	15.52	19.85
11	16.34	20.41
12	17.09	21.08
13	17.74	21.84
14	18.10	22.39

*** 2.001 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 8.03 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.59
3	8.78	19.20
4	9.74	18.92
5	10.73	18.77
6	11.73	18.73
7	12.73	18.83
8	13.70	19.04
9	14.64	19.38
10	15.54	19.82
11	16.37	20.38
12	17.13	21.04
13	17.79	21.78
14	18.22	22.40

*** 2.012 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 7.41 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.83	19.54
3	8.73	19.10
4	9.67	18.78
5	10.66	18.59

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	102 di 114

6	11.66	18.54
7	12.65	18.62
8	13.63	18.84
9	14.57	19.18
10	15.45	19.65
11	16.26	20.23
12	16.99	20.92
13	17.62	21.69
14	18.04	22.39

*** 2.025 ***

Combinazione Sismica

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

□E

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$ $
$$ $$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $ $$$ $ $ $ $$$ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$

```

ver. 2.03

□F

DEVELOPED BY
RONALD A. SIEGEL
GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH
PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY
Ing. C. MADIAI and Ing. M. PERINI

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatária: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>103 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	103 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	103 di 114								

(C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY
PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL
LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI A2+M2+R2

COMMISSIONED BY STABILITA' MURO H=1.70m

LOCATION --- NV-31-A2 -----

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	104 di 114

□ □ ——— Analisi di stabilità dipendenti: metodi all'equilibrio limite □ —————

BOUNDARY COORDINATES

10 TOP BOUNDARIES
12 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	19.93	5.93	20.12	1
2	5.93	20.12	11.07	20.02	1
3	11.07	20.02	11.07	20.17	1
4	11.07	20.17	12.08	20.17	1
5	12.08	20.17	12.08	21.62	1
6	12.08	21.62	12.79	21.62	1
7	12.79	21.62	14.33	22.22	1
8	14.33	22.22	14.75	22.24	1
9	14.75	22.24	20.93	22.52	1
10	20.93	22.52	25.91	22.80	1
11	.00	15.43	14.33	17.71	2
12	14.33	17.72	25.91	18.30	2

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 105 di 114

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.00	1.90	.00	32.00	.00	.00	1
2	2.10	2.00	.00	26.56	.00	.00	1

A HORIZONTAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT
OF .096 AS BEEN ASSIGNED

A VERTICAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT
OF -.048 AS BEEN ASSIGNED

CAVITATION PRESSURE = .0 t/mq

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 106 di 114

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 6 BOUNDARIES
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	12.08	21.62	12.08	19.22
2	11.78	19.92	11.78	19.62
3	11.78	19.62	13.38	19.62
4	12.38	21.61	12.38	19.92
5	12.38	19.92	13.38	19.92
6	13.38	19.92	13.38	19.62

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>107 di 114</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	107 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	107 di 114								

☐ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 2 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.62
2	25.91	19.62

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatária: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.31.0.0.001</td> <td>A</td> <td>108 di 114</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	108 di 114
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	108 di 114								

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM
TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED
THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

396 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

99 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 4 POINTS EQUALLY SPACED
ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = .00 m
AND X = 10.50 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 14.75 m
AND X = 25.91 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION
AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

1.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	109 di 114

□ ——— Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite —————

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL
FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL
FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 12 COORDINATE POINTS (R= 6.44 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.60
3	8.80	19.23
4	9.77	19.02
5	10.77	18.95
6	11.77	19.04
7	12.73	19.29
8	13.66	19.68
9	14.50	20.21
10	15.26	20.86
11	15.91	21.63
12	16.33	22.31

*** 1.583 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 7.04 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.87	19.60
3	8.80	19.23
4	9.77	19.00
5	10.76	18.90
6	11.76	18.95
7	12.75	19.14
8	13.69	19.46
9	14.58	19.92
10	15.40	20.49

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	110 di 114

11 16.13 21.18
12 16.75 21.96
13 16.98 22.34

*** 1.624 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 7.29 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.58
3	8.78	19.19
4	9.74	18.92
5	10.73	18.79
6	11.73	18.80
7	12.72	18.94
8	13.68	19.22
9	14.60	19.63
10	15.44	20.15
11	16.21	20.79
12	16.89	21.53
13	17.46	22.35
14	17.46	22.36

*** 1.671 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 5.71 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.79	19.48
3	8.67	19.01
4	9.62	18.70
5	10.61	18.56
6	11.61	18.59
7	12.59	18.80
8	13.51	19.18
9	14.36	19.71

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	111 di 114

10	15.10	20.38
11	15.72	21.17
12	16.19	22.05
13	16.27	22.31

*** 1.680 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 6.94 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.83	19.53
3	8.72	19.09
4	9.68	18.79
5	10.66	18.62
6	11.66	18.60
7	12.65	18.72
8	13.62	18.98
9	14.54	19.38
10	15.39	19.90
11	16.16	20.54
12	16.82	21.29
13	17.38	22.12
14	17.49	22.36

*** 1.709 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 6.64 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.80	19.51
3	8.69	19.04
4	9.63	18.71
5	10.62	18.53
6	11.62	18.49
7	12.61	18.61
8	13.57	18.88

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	112 di 114

9	14.49	19.28
10	15.33	19.82
11	16.08	20.48
12	16.73	21.24
13	17.25	22.09
14	17.37	22.36

*** 1.725 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 13 COORDINATE POINTS (R= 5.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.75	19.44
3	8.61	18.93
4	9.55	18.59
5	10.54	18.43
6	11.54	18.45
7	12.52	18.66
8	13.44	19.05
9	14.28	19.60
10	15.00	20.29
11	15.58	21.10
12	16.00	22.01
13	16.07	22.30

*** 1.725 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 7.87 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.59
3	8.78	19.19
4	9.74	18.91
5	10.72	18.75
6	11.72	18.72
7	12.72	18.82

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.31.0.0.001	A	113 di 114

8	13.69	19.04
9	14.63	19.39
10	15.52	19.85
11	16.34	20.41
12	17.09	21.08
13	17.74	21.84
14	18.10	22.39

*** 1.726 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 8.03 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.86	19.59
3	8.78	19.20
4	9.74	18.92
5	10.73	18.77
6	11.73	18.73
7	12.73	18.83
8	13.70	19.04
9	14.64	19.38
10	15.54	19.82
11	16.37	20.38
12	17.13	21.04
13	17.79	21.78
14	18.22	22.40

*** 1.733 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 14 COORDINATE POINTS (R= 8.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	7.00	20.10
2	7.88	19.63
3	8.81	19.26
4	9.78	19.00
5	10.77	18.86

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV31 – Viabilità accesso fermata S.Lorenzo M. e nuova rot Muro di contenimento – Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.31.0.0.001	REV. A	FOGLIO 114 di 114

6	11.77	18.83
7	12.76	18.92
8	13.74	19.12
9	14.69	19.44
10	15.60	19.86
11	16.45	20.39
12	17.23	21.01
13	17.94	21.72
14	18.48	22.41

*** 1.742 ***