

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

Opere di sostegno viabilità - Lotto 3a

NV07: Muro di sostegno MU19B

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL MU19B0 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	M.Salleolini 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	M.Salleolini 	Apr-2020	A.Barreca 	Apr-2020	

File: RS3T.3.0.D.26.CL.MU.19.B.0.001.B

n. Elab.: 26_615

INDICE

1.-. PREMESSA.....	4
2.-. NORME DI RIFERIMENTO	5
3.-. DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
4.-. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	7
4.1.-. Stratigrafia di calcolo.....	7
5.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
5.1.-. Calcestruzzo per Muri	8
5.2.-. Acciaio per calcestruzzo armato	8
6.-. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
7.-. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA.....	12
7.1.-. Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto.....	12
7.2.-. Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno	15
7.3.-. Verifiche di Stabilità Globale	16
7.4.-. Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica.....	17
8.-. ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI.....	19
8.1.-. Pesi Propri e Carichi permanenti	19
8.2.-. Spinte del terreno in fase statica	19
8.3.-. Coefficienti sismici.....	21
8.4.-. Spinte del terreno in Fase sismica	22
8.5.-. Carichi Accidentali	22
8.6.-. Combinazioni di Carico.....	22
9.-. CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE	24
9.1.-. Verifiche geotecniche	24
9.1.1.-. Verifica allo scorrimento	24
9.1.2.-. Verifica a carico limite	26
9.1.3.-. Verifica a ribaltamento	28
9.1.4.-. Stabilità Globale	29
9.2.-. Verifiche strutturali.....	30

9.2.1.-.. VERIFICHE ALLO SLU	30
9.2.1.1.-.. Pressoflessione sezioni in c.a.	30
9.2.1.2.-.. Taglio sezioni in c.a.	31
9.2.2.-.. VERIFICA SLE.....	32
9.2.2.1.-.. Verifiche alle tensioni	32
9.2.2.2.-.. Verifiche a fessurazione.....	33
10.-.. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	35
11.-.. ANALISI E VERIFICHE MURO.....	36
11.1.-.. Modello di calcolo	36
11.2.-.. Risultati.....	36
12.-.. TABULATI DI CALCOLO	40

1.-..PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) dei muri di sostegno del viadotto stradale IV01.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera consiste in un muro di sostegno in c.a. gettato in opera.

2.-..NORME DI RIFERIMENTO

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018
- [N.4]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 B– Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

3.-..DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche del muro in esame, ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali di calcolo analizzate:

TIPO	Paramento	Fondazione	
	H [m]	L [m]	S [m]
sostegno	6.7	6.00	1.00

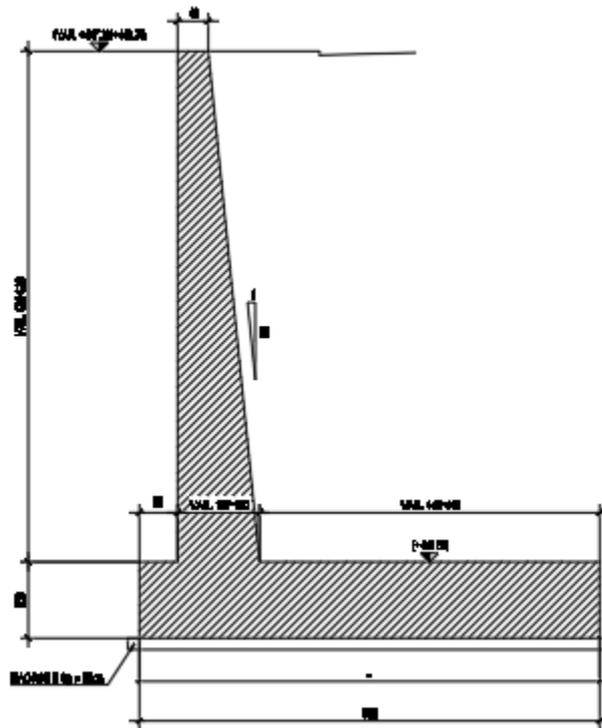


Figura 1. Sezione trasversale.

4.-..CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

4.1.-..Stratigrafia di calcolo

Per i parametri geologico-geotecnici si fa riferimento ad:

La stratigrafia lungo lo sviluppo del muro è indicata nella seguente tabella:

	zi [m]	zf[m]	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Eop[MPa]	cu
a2	0	7	19	17	29	40	100
TRV	7		22	30	25	150-300	200

Falda cautelativamente a 5.0 m da p.c. che non interferisce con l'opera

Categoria sottosuolo sismica:

Categoria tipo C

Mentre per il terreno di rinfiacco si considera il terreno da **Rilevato stradale** avente i seguenti parametri meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3.$$

$$\phi = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

5.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito sono riportati per ciascuno materiale, i valori delle resistenze e parametri generali da adottare in sede di calcolo secondo quanto stabilito dalla normativa vigente nonché delle specifiche dei documenti tecnici RFI:

5.1.-. Calcestruzzo per Muri

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C30/37	Classe minima di consistenza
XC3	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$	S3 – S4

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	37	N/mm^2
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	30.7	N/mm^2
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38.7	N/mm^2
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	20.45	N/mm^2
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	17.4	N/mm^2
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	2.94	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.06	N/mm^2
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.5	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.37	N/mm^2
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019	N/mm^2
Copriferro: 40mm			

5.2.-. Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 18 avente le seguenti caratteristiche:

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s = 210000$	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1,15$	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450$	[MPa]

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 540$ [MPa]

Allungamento $A_{gt k} \geq 7,50\%$ [-]

Resistenza di calcolo $f_{yd} = 391,3$ [MPa]

Coefficiente sicurezza SLU $\gamma_s = 1,15$

Resistenza di calcolo SLU $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30$ N/mm²

Tensione di calcolo SLE $\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360$ N/mm²

6.-..CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Lo spettro di progetto è stato ottenuto utilizzando il foglio di calcolo elettronico messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} - 81\%$	68
	SLD - $P_{VR} - 63\%$	113
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} - 10\%$	1068
	SLC - $P_{VR} - 5\%$	2193

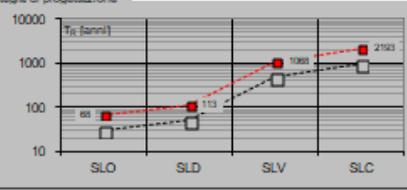
Elaborazioni

Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

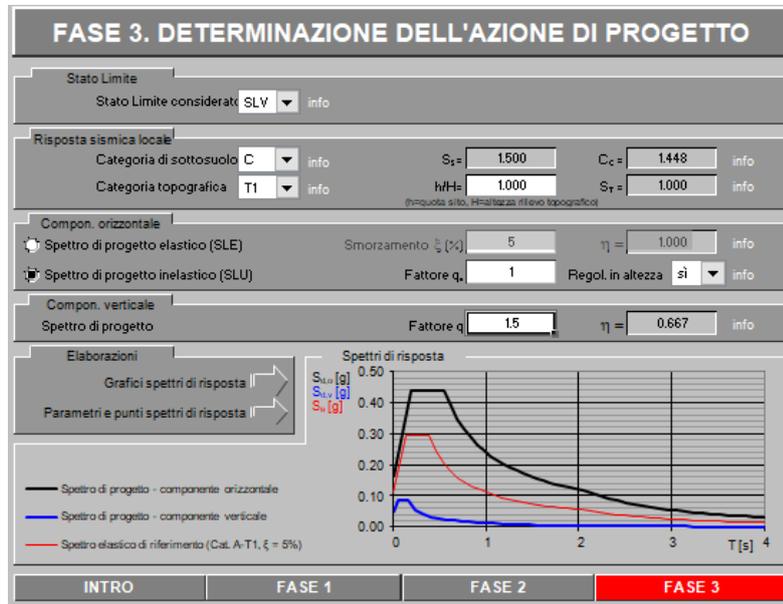
LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - ■ - - Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



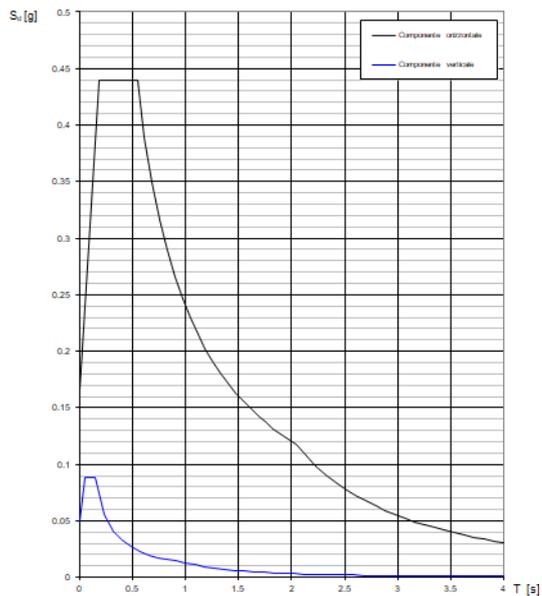
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_c	0.111 g
F_c	2.648
T_c^*	0.377 s
S_c	1.500
C_c	1.448
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_a	0.182 s
T_c	0.547 s
T_b	2.043 s



7.-..CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso dei Muri di Sostegno.

7.1.-..Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 17/01/18, con i criteri del metodo **semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra **Stati Limite Ultimi** e **Stati Limite di Esercizio**.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale: $R_d \geq E_d$.

Dove:

R_d è la resistenza di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad \text{oppure} \quad E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 17.01.18, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio I**) le verifiche si eseguono con due diverse

combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

EQU perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.

STR raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

GEO raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

UPL perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).

HYD erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 18 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che

concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 17.01.18, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo precedente:

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	γ_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

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.II di seguito

riportata:

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.

7.2.-.Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ come già descritta al paragrafo precedente sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- **SLU di tipo geotecnica (GEO)**
 - scorrimento sul piano di posa;
 - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - ribaltamento;
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- **SLU di tipo strutturale (STR)**
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 18; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 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

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione

(**AI+MI+R3**), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I (di seguito riportata).

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico stradale, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.1.V e 5.1.VI del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

7.3.-.Verifiche di Stabilità Globale

Il DM 18 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 18 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.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

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

7.4.-..Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

Nell’ambito delle progettazione delle opere geotecniche soggette alle azioni Sismiche, il § 7.11 .1 del DM 18 specifica che le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari ad 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto, con i coefficienti parziali γ_R indicati nel Capitolo 7 dello Stesso DM, oppure con i γ_R indicati nel Capitolo 6 laddove non espressamente specificato.

Ciascuna combinazione di verifica in fase sismica, assume pertanto la seguente espressione generale: **1+1+R**

Riguardo i valori dei coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R), per il caso dei muri di sostegno, la Tab. 7.11.III del già citato DM (di seguito riportata per completezza), definisce per ciascuna verifica di stabilità locale il relativo valore da considerare per la fase sismica:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno, v'è invece effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 del già citato DM riferito al caso dei "Fronti di scavo e rilevati", ove viene specificato che il valore del fattore $R = \gamma_R$ sulla resistenza in fase sismica va assunto pari ad 1.2.

8.-..ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

8.1.-..Pesi Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale costituente il muro : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

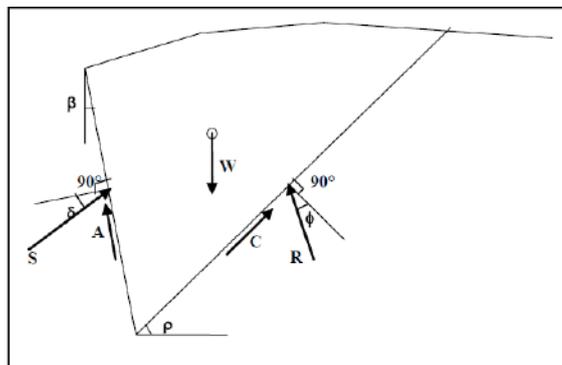
Rilevato stradale: $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$

Terreno in sito: come da caratterizzazione geotecnica.

8.2.-..Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere

trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (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.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz, al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata **zi** si trova il cuneo di rottura e la spinta **Si** ottenendo la distribuzione della spinta **S(z)** lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità **z**, rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \varphi'$ mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per $\varphi < 30^\circ$ $\delta = \text{tg } \varphi'$;

per $\varphi > 35^\circ$ $\delta = 0.85 \text{tg } \varphi'$;

per $30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$ δ si ricava per interpolazione lineare

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

8.3.-..Coefficienti sismici

Il § 7.11.3.5.2 del DM 18, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

g = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_r) \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

dove

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

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

β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori

specificati di seguito:

Tab. 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

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.

8.4.-..Spinte del terreno in Fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente paragrafo, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

8.5.-..Carichi Accidentali

I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli, vengono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi $q_{vk} = 20 \text{ kN/mq}$.

8.6.-..Combinazioni di Carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 17/01/2018, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione di esercizio (SLE)

- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0

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

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico 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: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-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: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

essendo:

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

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

9.-..CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normative vigente.

9.1.-..Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa.

9.1.1.-..Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (**Fr**) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (**Fs**) risulti non inferiore all'unita:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1 per verifiche in fase statica e pari ad 1,0, per le verifiche in fase sismica.

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

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

Detta **N** la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con **B** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

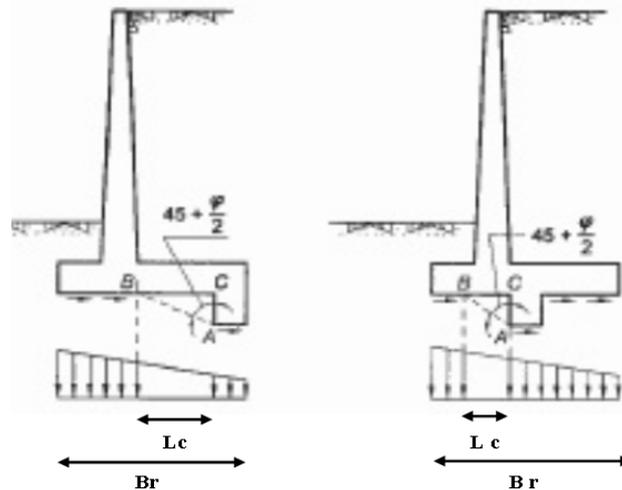
$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al precedente § **Errore**. 'origine riferimento non è stata trovata., è possibile eventualmente tener conto della

resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

Come già ampiamente illustrato al paragrafo precedente, la valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alle teoria di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi

come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta) + Sp + ca \cdot Lr$$

con $Lr = Br - Lc$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

per $\phi < 30^\circ$ $\mu = \operatorname{tg} \phi'$;

per $\phi > 35^\circ$ $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$;

per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione c_a terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

9.1.2.-. Verifica a carico limite

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
- c_a Adesione lungo la base della fondazione ($c_a \leq c$)
- V Azione tagliante
- ϕ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
- 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
- qult 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 $\phi = 0$

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

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:

$$N_q = Kp e^{\pi tg\phi}$$

$$N_c = (N_q - 1)ctg\phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$$

Fattori di forma

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

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 $Af = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) 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

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

Fattori di inclinazione del terreno

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

Si precisa infine che, in relazione alle specifiche di normativa di cui al precedente § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, ai fini delle verifiche, al valore di q_{ult} determinato con i criteri di cui sopra, va applicato un coefficiente parziale di sicurezza R pari ad **1.4** per le verifiche in fase statica ovvero pari ad **1.2** per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, i coefficienti di sicurezza q_{ult}/q_d , dovranno risultare non inferiori ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

9.1.3.-..Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

M_{rib} : momento delle azioni ribaltanti;

M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue:

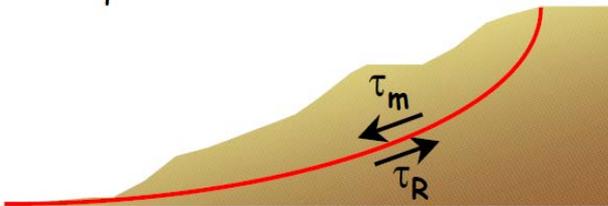
$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

Con R pari ad 1.15 per le verifiche statiche e 1.00 per le verifiche in fase sismica. ovvero,

equivalentemente, il rapporto M_{sta}/M_{rib} dovrà risultare non inferiore ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

9.1.4.-..Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. 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:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

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.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica, come già illustrate precedentemente; riguardo quest'ultimo aspetto, si segnala, come già ampiamente illustrato in precedenza, che la norma impone di fattorizzare con un coefficiente parziale R le resistenze, che assume valore 1.1 per le verifiche statiche ed 1.2 per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, che il

valore di F_s come precedentemente definito, risulti non inferiore ai predetti valori.

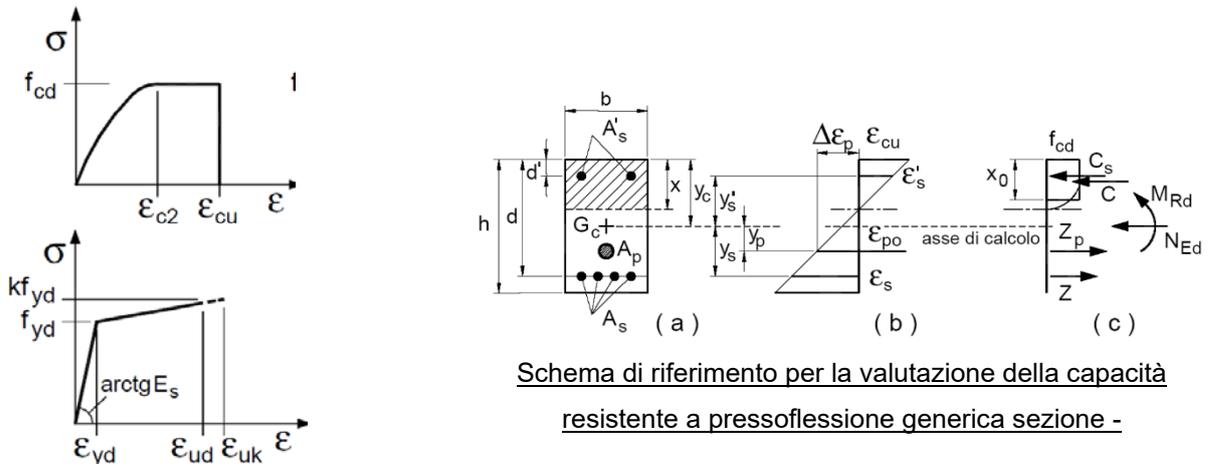
9.2.-.. Verifiche strutturali

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 17.01.18.

9.2.1.-.. VERIFICHE ALLO SLU

9.2.1.1.-.. Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.4.2 del DM 18, 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

La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

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

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.

9.2.1.2.-.. Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio V_{Rd} degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le formulazioni fornite al § 4.1.2.3.5 del DM 17.01.18, riferite sia al caso di “elementi privi di armatura a taglio” sia al caso di “elementi armati a taglio”. Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

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

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- 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} , che assumono nell'ordine le seguenti espressioni:

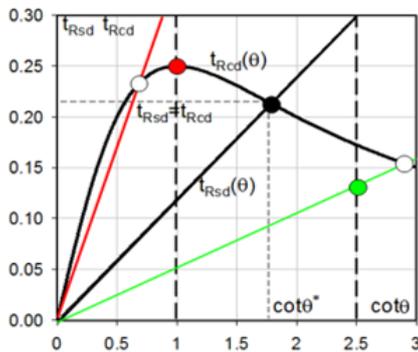
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

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 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.18 considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione. $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$ $45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$.

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 :

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



- 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 supportato 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 supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot\theta=1,0$.

(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. $\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$

9.2.2.-.. 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.

9.2.2.1.-.. 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" / "Frequente" 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, trattandosi nel caso in

specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento di RFI “ Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B, che al § 2.5.1.8.3.2.1 indica quanto segue:

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 $0,75 f_{yk}$.

9.2.2.2.-. Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
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	$\leq w_1$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A) Viadotto IV01					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO MU 19 B0 001	REV. A

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

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$- \text{ Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	35 di 77

10.-..ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

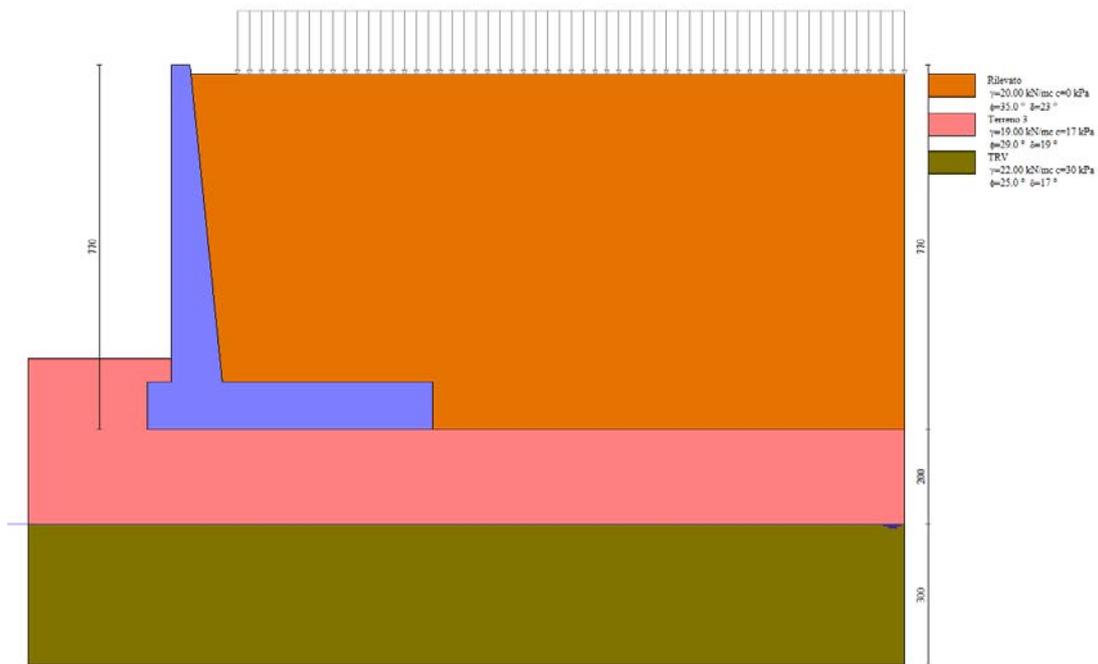
Tutte le Analisi e Verifiche espone nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

- “ MAX - ver 15” (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

11.-..ANALISI E VERIFICHE MURO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto.

11.1.-..Modello di calcolo

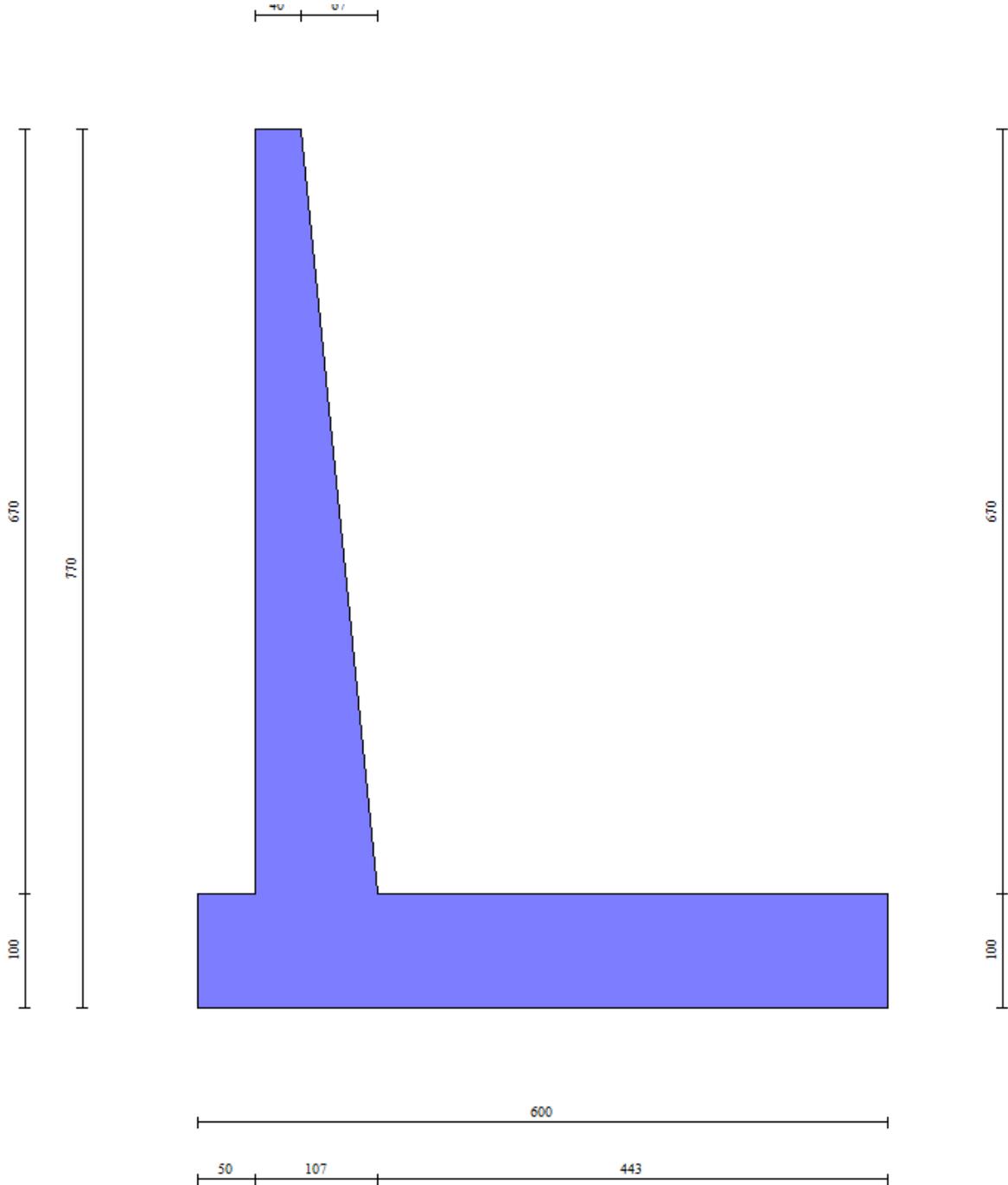


Modello di calcolo muro

11.2.-..Risultati

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab
1	STR (A1-M1-R3)		1.771	4.719	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	1.664	4.785	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	1.624	5.011	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		2.275	4.128	--	--
5	STR (A1-M1-R3)		2.122	4.347	--	--
6	STR (A1-M1-R3)		1.923	4.376	--	--
7	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.936
8	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	2.348
9	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	2.357

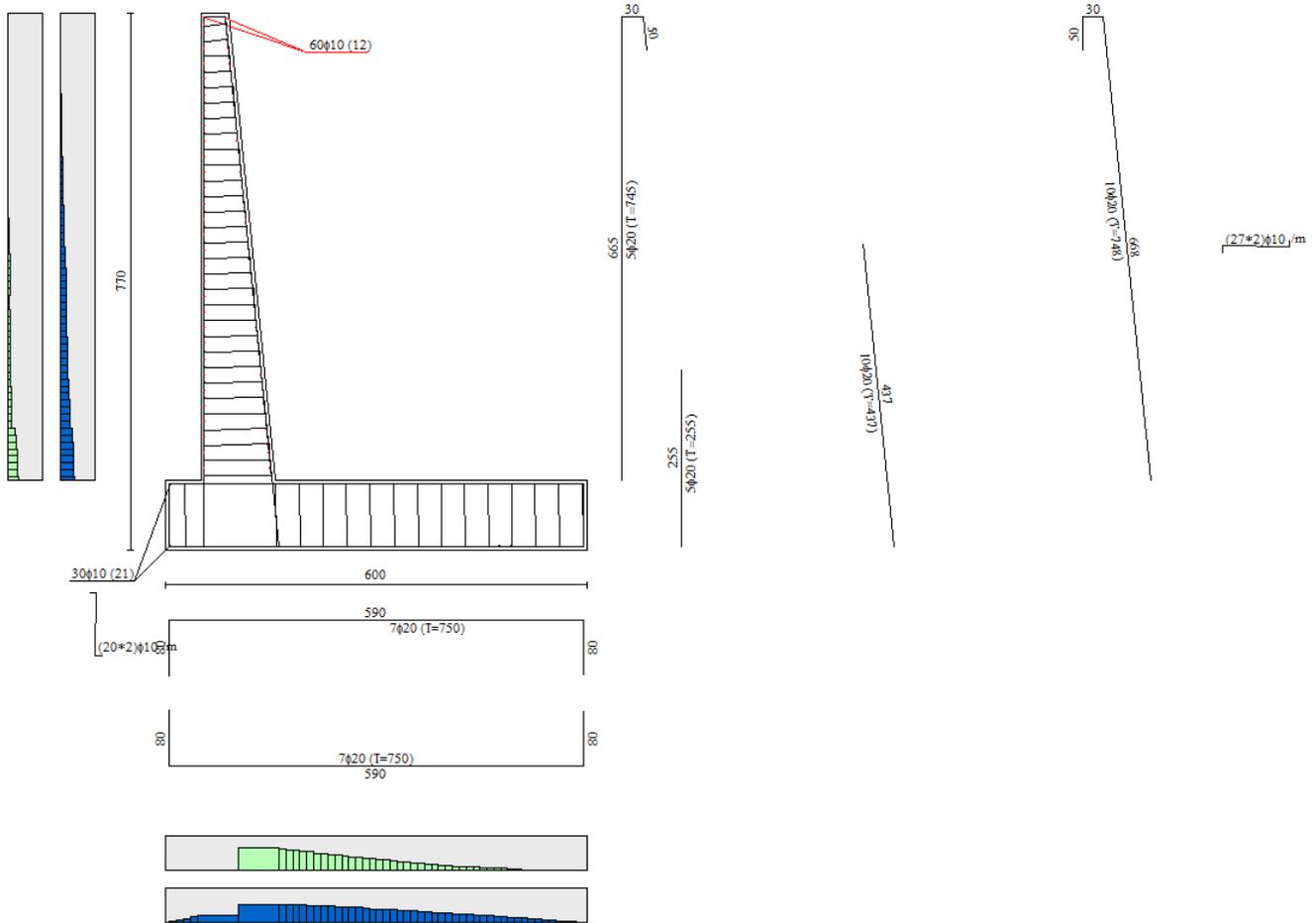
Sintesi risultati verifiche Geotecniche



Descrizione estesa sezioni

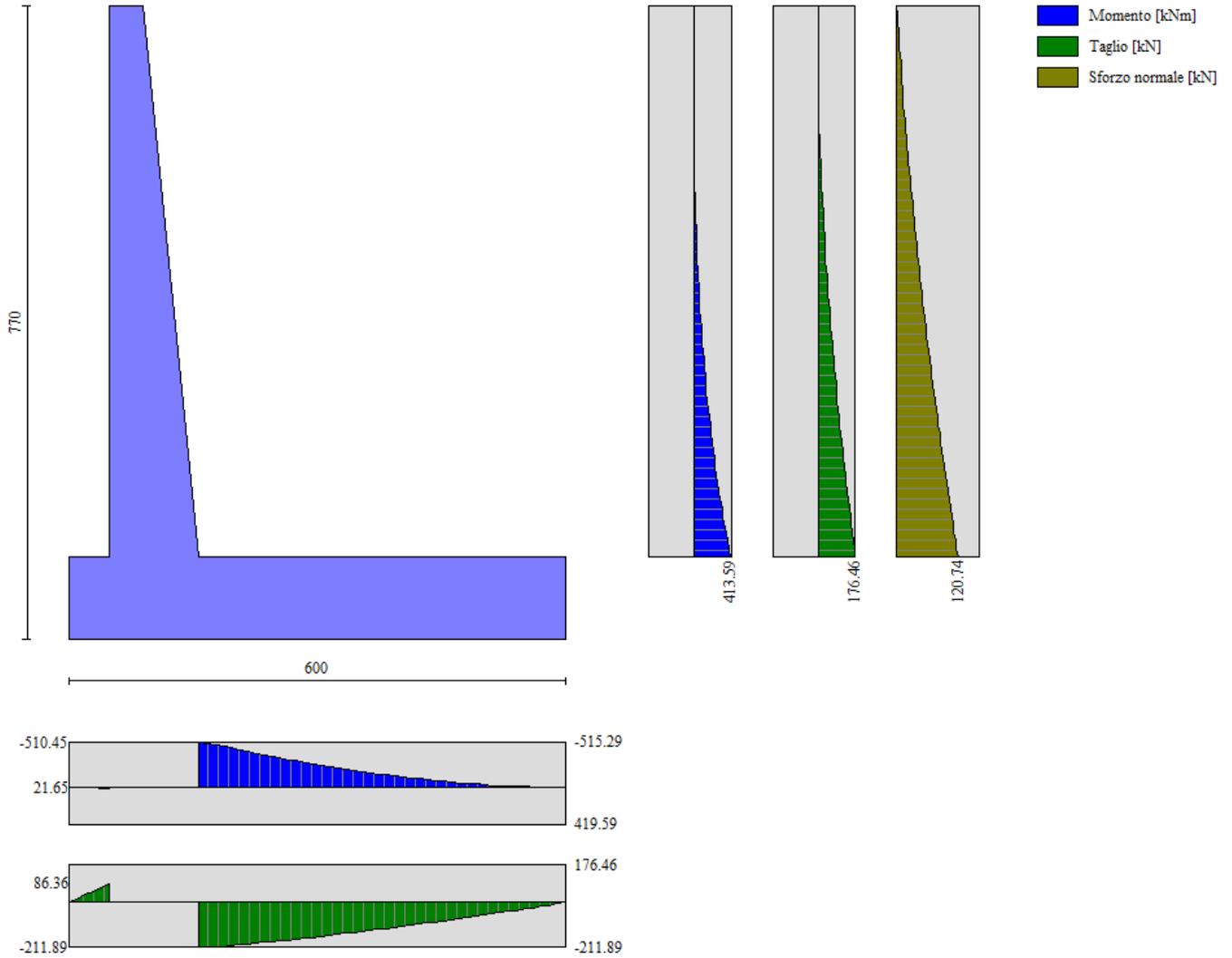
RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	38 di 77



Descrizione estesa armature c=50mm

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	39 di 77



Inviluppo sollecitazioni sul muro

12.-..TABULATI DI CALCOLO

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C30/37	C30/37	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{tk}
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.02	-0.20	0.000
2	15.00	-0.20	0.000

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

Falda

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-9.70	0.000
2	-0.40	-9.70	0.000
3	0.57	-9.70	0.000
4	15.00	-9.70	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C30/37	
Altezza paramento	6.70	[m]
Altezza paramento libero	6.20	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.07	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.43	[m]
Lunghezza totale	6.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

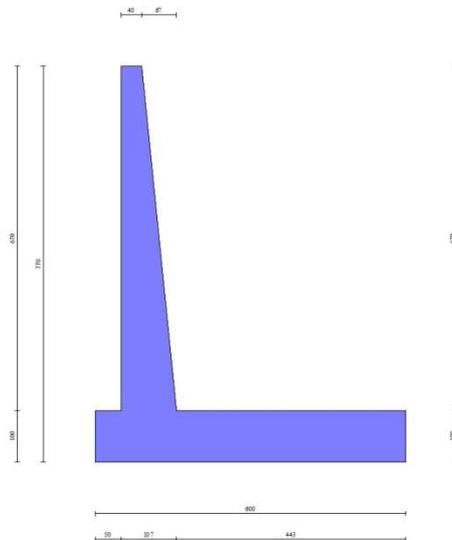


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	42 di 77

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
tl	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	tl [kPa]
1	Rilevato	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	TRV	22.0000	22.0000	25.000	16.670	30	0	---	---
3	Terreno 3	19.0000	19.0000	29.000	19.330	17	0	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

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

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	7.70	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	2.00	0.000	Terreno 3	---	---	---	---	---
3	3.00	0.000	TRV	---	---	---	---	---

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{0, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\alpha')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,jr}$, $\Psi_{1,jr}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	46 di 77

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.100	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.112	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.648	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.377	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	6.391	3.196
Ultimo - Ribaltamento	0.570	9.587	4.794
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

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

Stabilità globale

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

Altro

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura	Poco sensibile
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1 = 0.20$$

$$w_2 = 0.20$$

$$w_3 = 0.20$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.55 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$
Frequente	$0.55 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.40 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	48 di 77

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	235.09	23.33	215.87	93.10	5.10	-4.94
	Peso/Inerzia muro			0.00	267.84/0.00	1.15	-5.69
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	728.85/0.00	2.74	-3.39
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	137.48	23.33	126.24	54.45	5.10	-5.20
	Incremento di spinta sismica		25.61	23.51	10.14	5.10	-5.20
	Peso/Inerzia muro			17.12	267.84/8.56	1.15	-5.69
	Peso/Inerzia terrapieno			39.51	618.15/19.75	2.72	-3.38
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

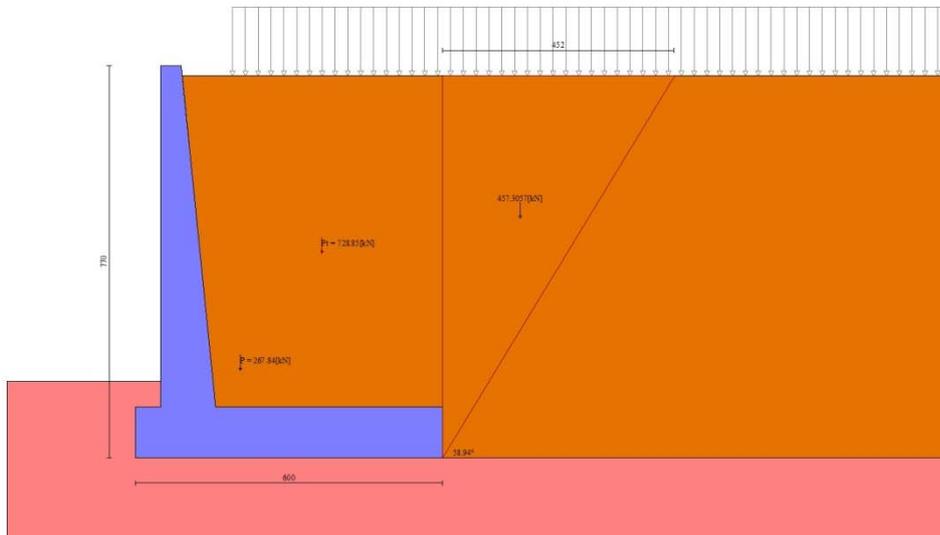


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

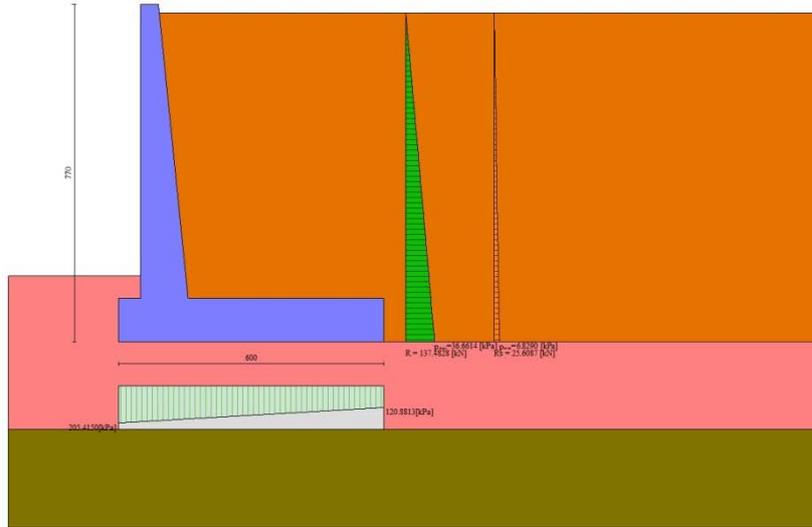


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.771		4.719			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.664		4.785			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.624		5.011			
4 - STR (A1-M1-R3)		2.275		4.128			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.122		4.347			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.923		4.376			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.936		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.348		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.357		
10 - EQU (A1-M1-R3)			6.453				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		4.677				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.882				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	52 di 77

T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	382.28	0.00	0.00	--	--	382.28	215.87	1.771
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	322.31	0.00	0.00	--	--	322.31	198.41	1.624

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
4 - STR (A1-M1-R3)	1399.90	5779.16	4127.97	4.128
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	978.90	4683.79	3903.16	4.785

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B_γN, viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	23.325	0.815	1.081	--	--	--	--	0.881	1.50	5.92	14.99	26.65	25
	12.703	0.815	1.041	--	--	--	--			4.86			
	8.916	0.450	1.041	--	--	--	--						
2	23.325	0.753	1.081	--	--	--	--	0.881	1.50	5.48	14.99	26.65	25
	12.703	0.753	1.041	--	--	--	--			4.86			
	8.916	0.306	1.041	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
10 - EQU (A1-M1-R3)	3747.42	580.72	6.453
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3176.28	818.26	3.882

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 3.00	12.09	1.936
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 3.50	12.53	2.348

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	16.04	17.96	11.17 - 0.78	69.188	29.256	0	0.0	
2	42.83	17.96	0.78	60.477	29.256	0	0.0	
3	61.86	17.96	0.78	53.599	29.256	0	0.0	
4	76.84	17.96	0.78	47.728	29.256	0	0.0	
5	89.12	17.96	0.78	42.467	29.256	0	0.0	
6	99.40	17.96	0.78	37.620	29.256	0	0.0	
7	108.06	17.96	0.78	33.075	29.256	0	0.0	
8	110.60	17.96	0.78	28.755	29.256	0	0.0	
9	124.82	17.96	0.78	24.608	23.915	14	0.0	
10	129.65	17.96	0.78	20.595	23.915	14	0.0	
11	133.56	17.96	0.78	16.686	23.915	14	0.0	
12	136.62	17.96	0.78	12.855	23.915	14	0.0	
13	138.86	17.96	0.78	9.083	23.915	14	0.0	
14	144.59	0.38	0.78	5.350	23.915	14	0.0	
15	110.40	0.00	0.78	1.639	23.915	14	0.0	
16	45.39	0.00	0.78	-2.064	23.915	14	0.0	
17	42.99	0.00	0.78	-5.776	23.915	14	0.0	
18	41.43	0.00	0.78	-9.513	23.915	14	0.0	
19	39.09	0.00	0.78	-13.291	23.915	14	0.0	
20	35.94	0.00	0.78	-17.130	23.915	14	0.0	
21	31.93	0.00	0.78	-21.049	23.915	14	0.0	
22	26.99	0.00	0.78	-25.076	23.915	14	0.0	
23	20.91	0.00	0.78	-29.240	23.915	14	0.0	
24	13.46	0.00	0.78	-33.583	23.915	14	0.0	
25	4.62	0.00	-8.35 - 0.78	-37.663	23.915	14	0.0	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	15.54	0.00	11.48 - 0.80	67.753	35.000	0	0.0	
2	41.91	0.00	0.80	59.603	35.000	0	0.0	
3	61.17	0.00	0.80	52.971	35.000	0	0.0	
4	76.47	0.00	0.80	47.257	35.000	0	0.0	
5	89.10	0.00	0.80	42.114	35.000	0	0.0	
6	99.70	0.00	0.80	37.363	35.000	0	0.0	
7	108.66	0.00	0.80	32.898	35.000	0	0.0	
8	116.24	0.00	0.80	28.650	35.000	0	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
9	120.86	0.00	0.80	24.568	29.000	17	0.0	
10	131.10	0.00	0.80	20.616	29.000	17	0.0	
11	135.19	0.00	0.80	16.765	29.000	17	0.0	
12	138.41	0.00	0.80	12.991	29.000	17	0.0	
13	140.78	0.00	0.80	9.273	29.000	17	0.0	
14	145.09	0.00	0.80	5.595	29.000	17	0.0	
15	122.45	0.00	0.80	1.940	29.000	17	0.0	
16	45.83	0.00	0.80	-1.708	29.000	17	0.0	
17	43.17	0.00	0.80	-5.362	29.000	17	0.0	
18	41.64	0.00	0.80	-9.039	29.000	17	0.0	
19	39.31	0.00	0.80	-12.753	29.000	17	0.0	
20	36.15	0.00	0.80	-16.523	29.000	17	0.0	
21	32.12	0.00	0.80	-20.369	29.000	17	0.0	
22	27.15	0.00	0.80	-24.314	29.000	17	0.0	
23	21.01	0.00	0.80	-28.386	29.000	17	0.0	
24	13.51	0.00	0.80	-32.622	29.000	17	0.0	
25	4.64	0.00	-8.45 - 0.80	-36.611	29.000	17	0.0	

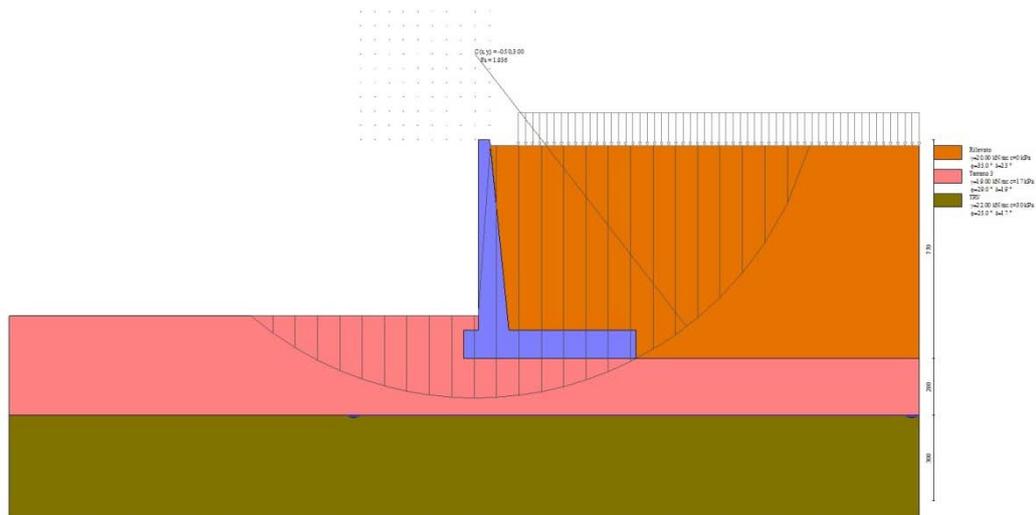


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.99	1.34	0.00	0.06	0.00	0.01
3	-0.20	2.01	2.71	0.00	0.13	0.01	0.02

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
4	-0.30	3.05	4.12	0.03	0.22	0.02	0.05
5	-0.40	4.12	5.56	0.10	0.38	0.05	0.10
6	-0.50	5.21	7.03	0.23	0.60	0.09	0.17
7	-0.60	6.33	8.54	0.40	0.88	0.15	0.27
8	-0.70	7.47	10.08	0.63	1.21	0.23	0.41
9	-0.80	8.63	11.65	0.90	1.61	0.35	0.59
10	-0.90	9.82	13.26	1.23	2.07	0.50	0.82
11	-1.00	11.03	14.89	1.60	2.58	0.69	1.11
12	-1.10	12.27	16.57	2.03	3.16	0.93	1.45
13	-1.20	13.53	18.27	2.50	3.80	1.22	1.86
14	-1.30	14.82	20.01	3.03	4.50	1.57	2.35
15	-1.40	16.13	21.78	3.60	5.33	1.98	2.91
16	-1.50	17.47	23.58	4.23	6.54	2.45	3.56
17	-1.60	18.83	25.42	4.90	7.91	3.00	4.31
18	-1.70	20.21	27.29	5.62	9.39	3.62	5.27
19	-1.80	21.62	29.19	6.40	10.96	4.33	6.43
20	-1.90	23.06	31.13	7.22	12.62	5.12	7.75
21	-2.00	24.52	33.10	8.10	14.36	6.01	9.26
22	-2.10	26.00	35.10	9.02	16.19	6.99	10.96
23	-2.20	27.51	37.14	10.00	18.09	8.07	12.85
24	-2.30	29.04	39.21	11.02	20.06	9.26	14.95
25	-2.40	30.60	41.31	12.10	22.11	10.57	17.26
26	-2.50	32.18	43.44	13.22	24.24	11.99	19.79
27	-2.60	33.79	45.61	14.40	26.44	13.54	22.55
28	-2.70	35.42	47.81	15.62	28.72	15.21	25.54
29	-2.80	37.07	50.05	16.89	31.06	17.02	28.77
30	-2.90	38.75	52.31	18.22	33.48	18.96	32.25
31	-3.00	40.45	54.61	19.59	35.97	21.05	35.99
32	-3.10	42.18	56.95	21.02	38.53	23.29	39.99
33	-3.20	43.94	59.31	22.49	41.16	25.68	44.27
34	-3.30	45.71	61.71	24.02	43.86	28.23	48.82
35	-3.40	47.51	64.15	25.59	46.62	30.94	53.66
36	-3.50	49.34	66.61	27.21	49.46	33.82	58.79
37	-3.60	51.19	69.11	28.89	52.37	36.88	64.22
38	-3.70	53.07	71.64	30.61	55.35	40.11	69.96
39	-3.80	54.97	74.21	32.39	58.40	43.53	76.01
40	-3.90	56.89	76.81	34.21	61.51	47.14	82.38
41	-4.00	58.84	79.44	36.08	64.70	50.94	89.08
42	-4.10	60.82	82.10	38.01	67.95	54.95	96.12
43	-4.20	62.81	84.80	39.98	71.27	59.16	103.50
44	-4.30	64.84	87.53	42.01	74.67	63.57	111.22
45	-4.40	66.88	90.29	44.08	78.12	68.21	119.31
46	-4.50	68.96	93.09	46.20	81.65	73.06	127.75
47	-4.60	71.05	95.92	48.38	85.25	78.14	136.57
48	-4.70	73.17	98.78	50.60	88.91	83.45	145.77
49	-4.80	75.32	101.68	52.88	92.64	88.99	155.34
50	-4.90	77.49	104.61	55.20	96.44	94.78	165.31
51	-5.00	79.68	107.57	57.57	100.31	100.81	175.68
52	-5.10	81.90	110.57	60.00	104.25	107.09	186.45
53	-5.20	84.14	113.60	62.47	108.25	113.63	197.64
54	-5.30	86.41	116.66	65.00	112.33	120.43	209.24
55	-5.40	88.71	119.75	67.57	116.47	127.50	221.27
56	-5.50	91.02	122.88	70.19	120.67	134.83	233.74
57	-5.60	93.36	126.04	72.87	124.95	142.45	246.64
58	-5.70	95.73	129.23	75.59	129.29	150.34	259.99
59	-5.80	98.12	132.46	78.36	133.71	158.52	273.79
60	-5.90	100.54	135.72	81.19	138.18	167.00	288.06
61	-6.00	102.97	139.02	84.06	142.73	175.77	302.79
62	-6.10	105.44	142.34	86.98	147.35	184.84	318.00
63	-6.20	107.93	145.70	89.96	152.03	194.22	333.68
64	-6.30	110.44	149.09	92.98	156.78	203.91	349.86
65	-6.40	112.98	152.52	96.06	161.60	213.92	366.53
66	-6.50	115.54	155.98	99.18	166.48	224.26	383.71
67	-6.60	118.13	159.47	102.35	171.44	234.92	401.39

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
68	-6.70	120.74	163.00	105.58	176.46	245.91	419.59

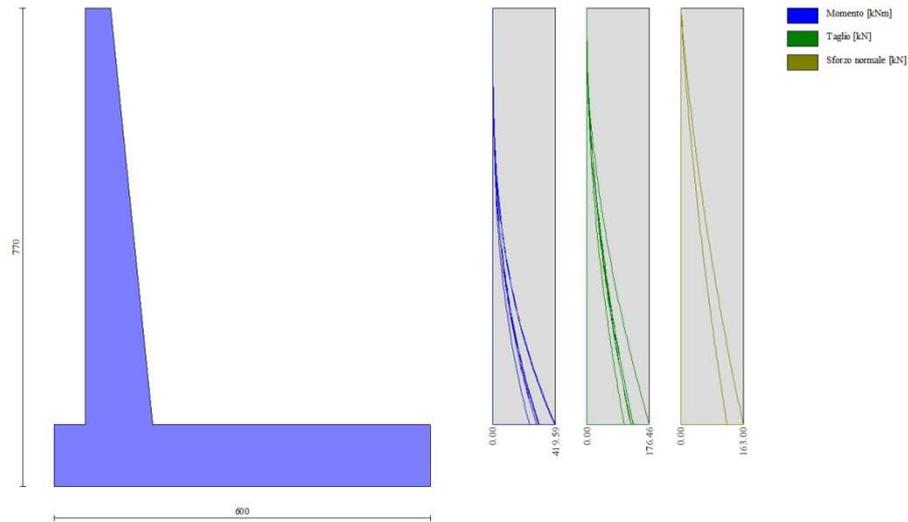


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	13.62	20.96	0.68	1.05
3	-0.70	0.00	0.00	27.22	41.89	2.72	4.19
4	-0.60	0.00	0.00	40.81	62.79	6.13	9.43
5	-0.50	0.00	0.00	54.39	83.65	10.89	16.75
6	-0.40	0.00	0.00	67.96	104.49	17.00	26.16
7	0.67	0.00	0.00	-211.89	5.18	-515.29	1.74
8	0.77	0.00	0.00	-210.85	4.77	-501.24	1.25
9	0.87	0.00	0.00	-209.76	4.39	-487.16	0.80
10	0.97	0.00	0.00	-208.61	4.01	-473.07	0.39
11	1.06	0.00	0.00	-205.68	3.65	-455.49	0.01
12	1.16	0.00	0.00	-201.76	3.30	-436.24	-0.33
13	1.26	0.00	0.00	-197.79	2.96	-417.27	-0.64
14	1.36	0.00	0.00	-193.77	2.64	-398.59	-0.92
15	1.46	0.00	0.00	-189.68	2.33	-380.20	-1.16
16	1.56	0.00	0.00	-185.55	2.03	-362.11	-1.37
17	1.65	0.00	0.00	-181.36	1.75	-344.34	-1.56
18	1.75	0.00	0.00	-177.11	1.48	-326.90	-1.72
19	1.85	0.00	0.00	-172.81	1.22	-309.79	-1.85
20	1.95	0.00	0.00	-168.47	0.98	-293.03	-1.96
21	2.05	0.00	0.00	-164.80	0.74	-276.63	-2.04
22	2.15	0.00	0.00	-161.03	0.52	-260.59	-2.11
23	2.25	0.00	0.00	-157.15	0.32	-244.93	-2.15
24	2.34	0.00	0.00	-153.18	0.13	-229.65	-2.17
25	2.44	0.00	0.00	-149.10	-0.05	-214.77	-2.17
26	2.54	0.00	0.00	-144.91	-0.22	-200.30	-2.16
27	2.64	0.00	0.00	-140.62	-0.38	-186.24	-2.13
28	2.74	0.00	0.00	-136.24	-0.52	-172.61	-2.09

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
29	2.84	0.00	0.00	-131.74	-0.65	-159.42	-2.03
30	2.93	0.00	0.00	-127.15	-0.76	-146.68	-1.96
31	3.03	0.00	0.00	-122.45	-0.86	-134.39	-1.88
32	3.13	0.00	0.00	-117.65	-0.95	-122.57	-1.79
33	3.23	0.00	0.00	-112.74	-1.03	-111.23	-1.69
34	3.33	0.00	0.00	-107.74	-1.09	-100.38	-1.59
35	3.43	0.00	0.00	-102.63	-1.14	-90.02	-1.48
36	3.52	0.00	0.00	-97.41	-1.18	-80.18	-1.36
37	3.62	0.00	0.00	-92.10	-1.20	-70.85	-1.25
38	3.72	0.00	0.00	-86.68	-1.21	-62.05	-1.13
39	3.82	0.00	0.00	-81.15	-1.21	-53.79	-1.01
40	3.92	0.00	0.00	-75.53	-1.19	-46.07	-0.89
41	4.02	0.00	0.00	-69.80	-1.17	-38.92	-0.77
42	4.12	0.00	0.00	-63.97	-1.13	-32.33	-0.66
43	4.21	0.00	0.00	-58.04	-1.07	-26.33	-0.55
44	4.31	0.00	0.00	-52.00	-1.00	-20.91	-0.45
45	4.41	0.00	0.00	-45.86	-0.92	-16.09	-0.36
46	4.51	0.00	0.00	-39.62	-0.83	-11.88	-0.27
47	4.61	0.00	0.00	-33.27	-0.73	-8.29	-0.19
48	4.71	0.00	0.00	-26.82	-0.61	-5.34	-0.13
49	4.80	0.00	0.00	-20.27	-0.47	-3.02	-0.07
50	4.90	0.00	0.00	-13.62	-0.33	-1.35	-0.03
51	5.00	0.00	0.00	-6.86	-0.17	-0.34	-0.01
52	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

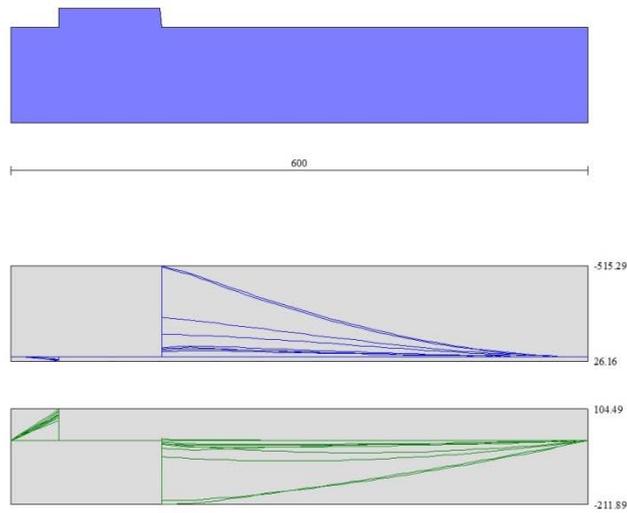


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]
 Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
 Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
 M momento agente espressa in [kNm]
 N sforzo normale agente espressa in [kN]
 Mu momento ultimi espresso in [kNm]
 Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	15.71	31.42	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	41	15.71	31.42	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
3	100	42	15.71	31.42	0.01	2.71	35.42	7141.34	2631.260
4	100	43	15.71	31.42	0.03	4.12	55.92	7274.50	1765.352
5	100	44	15.71	31.42	0.06	5.56	85.01	7404.99	1331.718
6	100	45	15.71	31.42	0.12	7.03	125.21	7532.29	1070.940
7	100	46	15.71	31.42	0.20	8.54	177.32	7656.71	896.642
8	100	47	15.71	31.42	0.31	10.08	236.90	7622.89	756.360
9	100	48	15.71	31.42	0.47	11.65	300.63	7449.31	639.395
10	100	49	15.71	31.42	0.68	13.26	369.58	7251.85	547.069
11	100	50	15.71	31.42	0.94	14.89	442.07	7032.27	472.148
12	100	51	15.71	31.42	1.26	16.57	516.96	6796.44	410.272
13	100	52	15.71	31.42	1.66	18.27	592.64	6536.44	357.764
14	100	53	15.71	31.42	2.14	20.01	669.88	6268.77	313.315
15	100	54	15.71	31.42	2.72	21.78	747.11	5976.79	274.433
16	100	55	15.71	31.42	3.43	23.58	825.22	5677.48	240.749
17	100	56	15.71	31.42	4.27	25.42	902.57	5371.70	211.322
18	100	57	15.71	31.42	5.27	27.29	978.70	5070.96	185.820
19	100	58	15.71	31.42	6.43	29.19	1052.76	4783.31	163.852
20	100	59	15.71	31.42	7.75	31.13	1121.76	4503.14	144.660
21	100	60	15.71	31.42	9.26	33.10	1181.50	4221.41	127.541
22	100	61	15.71	31.42	10.52	26.00	1174.23	2903.21	111.659
23	100	62	15.71	31.42	12.36	27.51	1170.92	2605.39	94.712
24	100	63	15.71	31.42	14.41	29.04	1163.80	2345.28	80.758
25	100	64	15.71	31.42	16.67	30.60	1157.22	2124.29	69.426
26	100	65	15.71	31.42	19.14	32.18	1148.74	1931.07	60.010
27	100	66	15.71	31.42	21.84	33.79	1140.63	1764.40	52.224
28	100	67	15.71	31.42	24.77	35.42	1136.71	1625.16	45.888
29	100	68	15.71	31.42	27.94	37.07	1131.07	1500.66	40.481
30	100	69	15.71	31.42	31.36	38.75	1125.57	1390.96	35.896
31	100	70	15.71	31.42	35.03	40.45	1123.02	1297.04	32.062
32	100	71	15.71	31.42	38.96	42.18	1122.86	1215.83	28.823
33	100	72	15.71	31.42	43.16	43.94	1122.94	1143.24	26.021
34	100	73	15.71	31.42	47.63	45.71	1119.84	1074.78	23.512
35	100	74	15.71	31.42	52.39	47.51	1118.69	1014.67	21.355
36	100	75	15.71	31.42	57.43	49.34	1119.16	961.50	19.487
37	100	76	15.71	31.42	62.77	51.19	1120.99	914.17	17.857
38	100	77	15.71	31.42	68.42	53.07	1124.00	871.79	16.428
39	100	78	15.71	31.42	74.38	54.97	1128.01	833.64	15.166
40	100	79	15.71	31.42	80.65	56.89	1132.88	799.14	14.046
41	100	80	15.71	31.42	87.25	58.84	1138.50	767.80	13.048
42	100	81	15.71	62.83	94.18	60.82	2094.39	1352.39	22.237
43	100	82	15.71	62.83	101.45	62.81	2116.00	1310.11	20.857
44	100	83	15.71	62.83	109.07	64.84	2138.20	1271.08	19.604
45	100	84	15.71	62.83	117.04	66.88	2160.95	1234.94	18.464
46	100	85	15.71	62.83	125.36	68.96	2184.20	1201.40	17.423
47	100	86	15.71	62.83	134.06	71.05	2207.90	1170.20	16.470
48	100	87	15.71	62.83	143.13	73.17	2232.02	1141.11	15.595
49	100	88	15.71	62.83	152.58	75.32	2256.54	1113.93	14.790
50	100	89	15.71	62.83	162.41	77.49	2281.15	1088.36	14.046
51	100	90	15.71	62.83	172.64	79.68	2302.71	1062.81	13.338
52	100	91	15.71	62.83	183.27	81.90	2324.62	1038.83	12.684

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
53	100	92	15.71	62.83	194.31	84.14	2346.84	1016.27	12.078
54	100	93	15.71	62.83	205.77	86.41	2369.36	995.02	11.515
55	100	94	15.71	62.83	217.64	88.71	2392.17	974.98	10.991
56	100	95	15.71	62.83	229.95	91.02	2415.23	956.03	10.503
57	100	96	15.71	62.83	242.69	93.36	2438.54	938.11	10.048
58	100	97	15.71	62.83	255.88	95.73	2462.07	921.12	9.622
59	100	98	15.71	62.83	269.51	98.12	2485.83	905.01	9.224
60	100	99	31.42	62.83	283.60	100.54	2576.80	913.46	9.086
61	100	100	15.71	31.42	298.15	102.97	1329.47	459.17	4.459
62	100	101	15.71	31.42	313.18	105.44	1341.05	451.49	4.282
63	100	102	15.71	31.42	328.68	107.93	1352.14	444.00	4.114
64	100	103	15.71	31.42	344.67	110.44	1363.03	436.75	3.955
65	100	104	15.71	31.42	361.14	112.98	1374.00	429.83	3.805
66	100	105	15.71	31.42	378.12	115.54	1385.04	423.22	3.663
67	100	106	15.71	31.42	395.60	118.13	1396.16	416.90	3.529
68	100	107	15.71	31.42	413.59	120.74	1407.34	410.84	3.403

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	100	21.99	21.99	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	100	21.99	21.99	1.05	0.00	797.25	0.00	760.495
3	100	100	21.99	21.99	4.19	0.00	797.25	0.00	190.220
4	100	100	21.99	21.99	9.43	0.00	797.25	0.00	84.585
5	100	100	21.99	21.99	16.75	0.00	797.25	0.00	47.603
6	100	100	21.99	21.99	26.16	0.00	797.25	0.00	30.482
7	100	100	21.99	21.99	-515.29	0.00	-797.25	0.00	1.547
8	100	100	21.99	21.99	-501.24	0.00	-797.25	0.00	1.591
9	100	100	21.99	21.99	-487.16	0.00	-797.25	0.00	1.637
10	100	100	21.99	21.99	-473.07	0.00	-797.25	0.00	1.685
11	100	100	21.99	21.99	-455.49	0.00	-797.25	0.00	1.750
12	100	100	21.99	21.99	-436.24	0.00	-797.25	0.00	1.828
13	100	100	21.99	21.99	-417.27	0.00	-797.25	0.00	1.911
14	100	100	21.99	21.99	-398.59	0.00	-797.25	0.00	2.000
15	100	100	21.99	21.99	-380.20	0.00	-797.25	0.00	2.097
16	100	100	21.99	21.99	-362.11	0.00	-797.25	0.00	2.202
17	100	100	21.99	21.99	-344.34	0.00	-797.25	0.00	2.315
18	100	100	21.99	21.99	-326.90	0.00	-797.25	0.00	2.439
19	100	100	21.99	21.99	-309.79	0.00	-797.25	0.00	2.573
20	100	100	21.99	21.99	-293.03	0.00	-797.25	0.00	2.721
21	100	100	21.99	21.99	-276.63	0.00	-797.25	0.00	2.882
22	100	100	21.99	21.99	-260.59	0.00	-797.25	0.00	3.059
23	100	100	21.99	21.99	-244.93	0.00	-797.25	0.00	3.255
24	100	100	21.99	21.99	-229.65	0.00	-797.25	0.00	3.472
25	100	100	21.99	21.99	-214.77	0.00	-797.25	0.00	3.712
26	100	100	21.99	21.99	-200.30	0.00	-797.25	0.00	3.980
27	100	100	21.99	21.99	-186.24	0.00	-797.25	0.00	4.281
28	100	100	21.99	21.99	-172.61	0.00	-797.25	0.00	4.619
29	100	100	21.99	21.99	-159.42	0.00	-797.25	0.00	5.001
30	100	100	21.99	21.99	-146.68	0.00	-797.25	0.00	5.435
31	100	100	21.99	21.99	-134.39	0.00	-797.25	0.00	5.932
32	100	100	21.99	21.99	-122.57	0.00	-797.25	0.00	6.504
33	100	100	21.99	21.99	-111.23	0.00	-797.25	0.00	7.167
34	100	100	21.99	21.99	-100.38	0.00	-797.25	0.00	7.942
35	100	100	21.99	21.99	-90.02	0.00	-797.25	0.00	8.856
36	100	100	21.99	21.99	-80.18	0.00	-797.25	0.00	9.944
37	100	100	21.99	21.99	-70.85	0.00	-797.25	0.00	11.253
38	100	100	21.99	21.99	-62.05	0.00	-797.25	0.00	12.849
39	100	100	21.99	21.99	-53.79	0.00	-797.25	0.00	14.823
40	100	100	21.99	21.99	-46.07	0.00	-797.25	0.00	17.304
41	100	100	21.99	21.99	-38.92	0.00	-797.25	0.00	20.485

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
42	100	100	21.99	21.99	-32.33	0.00	-797.25	0.00	24.658
43	100	100	21.99	21.99	-26.33	0.00	-797.25	0.00	30.283
44	100	100	21.99	21.99	-20.91	0.00	-797.25	0.00	38.129
45	100	100	21.99	21.99	-16.09	0.00	-797.25	0.00	49.545
46	100	100	21.99	21.99	-11.88	0.00	-797.25	0.00	67.092
47	100	100	21.99	21.99	-8.29	0.00	-797.25	0.00	96.120
48	100	100	21.99	21.99	-5.34	0.00	-797.25	0.00	149.427
49	100	100	21.99	21.99	-3.02	0.00	-797.25	0.00	264.309
50	100	100	21.99	21.99	-1.35	0.00	-797.25	0.00	591.714
51	100	100	21.99	21.99	-0.34	0.00	-797.25	0.00	2355.046
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

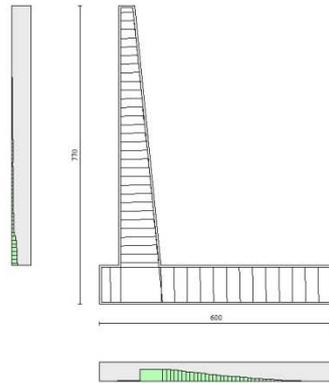


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	255.38	0.00	100.000
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	258.71	0.06	4076.570
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	262.01	0.13	2039.106

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	265.28	0.22	1180.452
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	268.52	0.38	703.295
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	271.74	0.60	453.606
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	274.92	0.88	313.878
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	278.09	1.21	229.319
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	281.22	1.61	174.712
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	284.34	2.07	137.572
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	287.43	2.58	111.224
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	290.50	3.16	91.876
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	293.55	3.80	77.256
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	296.58	4.50	65.940
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	299.59	5.33	56.201
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	302.58	6.54	46.293
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	305.55	7.91	38.646
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	308.50	9.39	32.854
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	311.44	10.96	28.407
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	314.36	12.62	24.906
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	317.27	14.36	22.088
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	320.16	16.19	19.781
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	323.04	18.09	17.862
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	325.90	20.06	16.244
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	328.75	22.11	14.866
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	331.58	24.24	13.678
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	334.40	26.44	12.647
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	337.21	28.72	11.743
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	340.00	31.06	10.946
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	342.79	33.48	10.239
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	345.56	35.97	9.608
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	348.32	38.53	9.041
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	351.07	41.16	8.530
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	353.81	43.86	8.068
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	356.54	46.62	7.647
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	359.26	49.46	7.263
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	361.97	52.37	6.911
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	364.67	55.35	6.588
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	367.36	58.40	6.291
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	370.04	61.51	6.016
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	372.71	64.70	5.761
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	443.45	67.95	6.526
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	446.54	71.27	6.265
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	449.62	74.67	6.022
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	452.70	78.12	5.795
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	455.76	81.65	5.582
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	458.82	85.25	5.382
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	461.87	88.91	5.195
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	464.90	92.64	5.018
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	467.93	96.44	4.852
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	470.95	100.31	4.695
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	473.96	104.25	4.546
53	100	92	0.00	--	0.00	0.00	476.96	108.25	4.406
54	100	93	0.00	--	0.00	0.00	479.96	112.33	4.273
55	100	94	0.00	--	0.00	0.00	482.95	116.47	4.147
56	100	95	0.00	--	0.00	0.00	485.93	120.67	4.027
57	100	96	0.00	--	0.00	0.00	488.90	124.95	3.913
58	100	97	0.00	--	0.00	0.00	491.86	129.29	3.804
59	100	98	0.00	--	0.00	0.00	494.82	133.71	3.701
60	100	99	0.00	--	0.00	0.00	528.05	138.18	3.821
61	100	100	0.00	--	0.00	0.00	424.64	142.73	2.975
62	100	101	0.00	--	0.00	0.00	427.17	147.35	2.899
63	100	102	0.00	--	0.00	0.00	429.70	152.03	2.826
64	100	103	0.00	--	0.00	0.00	432.23	156.78	2.757
65	100	104	0.00	--	0.00	0.00	434.75	161.60	2.690
66	100	105	0.00	--	0.00	0.00	437.26	166.48	2.626
67	100	106	0.00	--	0.00	0.00	439.77	171.44	2.565

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	62 di 77

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
68	100	107	0.00	--	0.00	0.00	442.28	176.46	2.506

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	0.00	100.000
2	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-20.96	19.106
3	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-41.89	9.560
4	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-62.79	6.378
5	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-83.65	4.787
6	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-104.49	3.833
7	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-211.89	1.890
8	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-210.85	1.899
9	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-209.76	1.909
10	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-208.61	1.920
11	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-205.68	1.947
12	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-201.76	1.985
13	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-197.79	2.025
14	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-193.77	2.067
15	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-189.68	2.111
16	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-185.55	2.158
17	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-181.36	2.208
18	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-177.11	2.261
19	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-172.81	2.318
20	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-168.47	2.377
21	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-164.80	2.430
22	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-161.03	2.487
23	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-157.15	2.548
24	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-153.18	2.615
25	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-149.10	2.686
26	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-144.91	2.764
27	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-140.62	2.848
28	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-136.24	2.940
29	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-131.74	3.040
30	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-127.15	3.150
31	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-122.45	3.271
32	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-117.65	3.404
33	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-112.74	3.552
34	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-107.74	3.717
35	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-102.63	3.902
36	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-97.41	4.111
37	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-92.10	4.349
38	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-86.68	4.620
39	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-81.15	4.935
40	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-75.53	5.302
41	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-69.80	5.737
42	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-63.97	6.260
43	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-58.04	6.901
44	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-52.00	7.702
45	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-45.86	8.733
46	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-39.62	10.109
47	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-33.27	12.037
48	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-26.82	14.930
49	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-20.27	19.755
50	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-13.62	29.409
51	100	100	0.00	--	0.00	0.00	400.49	-6.86	58.377
52	100	100	0.00	--	0.00	0.00	321.65	0.00	100.000

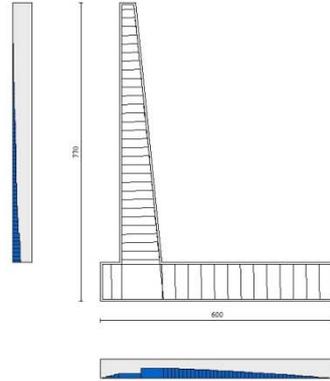


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	15978	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	337500	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	15.71	31.42	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	15.71	31.42	0.00	0.99	2 (13)	28 (13)	35 (13)
3	100	42	15.71	31.42	0.01	2.01	5 (13)	54 (13)	70 (13)
4	100	43	15.71	31.42	0.02	3.05	7 (13)	78 (13)	107 (13)
5	100	44	15.71	31.42	0.05	4.12	10 (13)	99 (13)	146 (13)
6	100	45	15.71	31.42	0.09	5.21	13 (13)	116 (13)	188 (13)
7	100	46	15.71	31.42	0.15	6.33	16 (13)	128 (13)	235 (13)
8	100	47	15.71	31.42	0.23	7.47	20 (13)	134 (13)	287 (13)
9	100	48	15.71	31.42	0.35	8.63	24 (13)	134 (13)	345 (13)
10	100	49	15.71	31.42	0.50	9.82	29 (13)	127 (13)	410 (13)
11	100	50	15.71	31.42	0.69	11.03	34 (13)	113 (13)	482 (13)
12	100	51	15.71	31.42	0.93	12.27	40 (13)	92 (13)	562 (13)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
13	100	52	15.71	31.42	1.23	13.53	47 (13)	61 (13)	650 (13)
14	100	53	15.71	31.42	1.58	14.82	54 (13)	18 (13)	749 (13)
15	100	54	15.71	31.42	2.02	16.13	63 (13)	50 (13)	864 (13)
16	100	55	15.71	31.42	2.54	17.47	73 (13)	152 (13)	999 (13)
17	100	56	15.71	31.42	3.16	18.83	85 (13)	298 (13)	1156 (13)
18	100	57	15.71	31.42	3.90	20.21	99 (13)	498 (13)	1337 (13)
19	100	58	15.71	31.42	4.76	21.62	115 (13)	757 (13)	1541 (13)
20	100	59	15.71	31.42	5.74	23.06	133 (13)	1080 (13)	1768 (13)
21	100	60	15.71	31.42	6.86	24.52	152 (13)	1468 (13)	2017 (13)
22	100	61	15.71	31.42	8.12	26.00	174 (13)	1922 (13)	2285 (13)
23	100	62	15.71	31.42	9.52	27.51	196 (13)	2441 (13)	2573 (13)
24	100	63	15.71	31.42	11.08	29.04	221 (13)	3024 (13)	2880 (13)
25	100	64	15.71	31.42	12.79	30.60	246 (13)	3670 (13)	3205 (13)
26	100	65	15.71	31.42	14.66	32.18	274 (13)	4380 (13)	3548 (13)
27	100	66	15.71	31.42	16.70	33.79	302 (13)	5153 (13)	3908 (13)
28	100	67	15.71	31.42	18.92	35.42	332 (13)	5987 (13)	4284 (13)
29	100	68	15.71	31.42	21.31	37.07	363 (13)	6884 (13)	4677 (13)
30	100	69	15.71	31.42	23.89	38.75	396 (13)	7841 (13)	5087 (13)
31	100	70	15.71	31.42	26.66	40.45	429 (13)	8859 (13)	5512 (13)
32	100	71	15.71	31.42	29.63	42.18	464 (13)	9937 (13)	5953 (13)
33	100	72	15.71	31.42	32.79	43.94	500 (13)	11076 (13)	6409 (13)
34	100	73	15.71	31.42	36.16	45.71	537 (13)	12274 (13)	6880 (13)
35	100	74	15.71	31.42	39.75	47.51	576 (13)	13532 (13)	7366 (13)
36	100	75	15.71	31.42	43.55	49.34	615 (13)	14849 (13)	7867 (13)
37	100	76	15.71	31.42	47.57	51.19	655 (13)	16225 (13)	8382 (13)
38	100	77	15.71	31.42	51.82	53.07	697 (13)	17660 (13)	8911 (13)
39	100	78	15.71	31.42	56.30	54.97	739 (13)	19154 (13)	9454 (13)
40	100	79	15.71	31.42	61.02	56.89	783 (13)	20706 (13)	10011 (13)
41	100	80	15.71	31.42	65.99	58.84	827 (13)	22316 (13)	10581 (13)
42	100	81	15.71	62.83	71.20	60.82	718 (13)	12810 (13)	9547 (13)
43	100	82	15.71	62.83	76.66	62.81	755 (13)	13712 (13)	10041 (13)
44	100	83	15.71	62.83	82.39	64.84	793 (13)	14645 (13)	10546 (13)
45	100	84	15.71	62.83	88.38	66.88	831 (13)	15607 (13)	11060 (13)
46	100	85	15.71	62.83	94.63	68.96	870 (13)	16598 (13)	11584 (13)
47	100	86	15.71	62.83	101.16	71.05	909 (13)	17619 (13)	12117 (13)
48	100	87	15.71	62.83	107.97	73.17	950 (13)	18669 (13)	12660 (13)
49	100	88	15.71	62.83	115.07	75.32	991 (13)	19749 (13)	13212 (13)
50	100	89	15.71	62.83	122.45	77.49	1032 (13)	20858 (13)	13773 (13)
51	100	90	15.71	62.83	130.13	79.68	1074 (13)	21995 (13)	14343 (13)
52	100	91	15.71	62.83	138.11	81.90	1117 (13)	23162 (13)	14922 (13)
53	100	92	15.71	62.83	146.40	84.14	1160 (13)	24358 (13)	15509 (13)
54	100	93	15.71	62.83	154.99	86.41	1204 (13)	25583 (13)	16105 (13)
55	100	94	15.71	62.83	163.91	88.71	1249 (13)	26836 (13)	16710 (13)
56	100	95	15.71	62.83	173.14	91.02	1294 (13)	28119 (13)	17323 (13)
57	100	96	15.71	62.83	182.70	93.36	1340 (13)	29430 (13)	17944 (13)
58	100	97	15.71	62.83	192.58	95.73	1386 (13)	30770 (13)	18573 (13)
59	100	98	15.71	62.83	202.81	98.12	1433 (13)	32138 (13)	19210 (13)
60	100	99	31.42	62.83	213.38	100.54	1368 (13)	32884 (13)	18274 (13)
61	100	100	15.71	31.42	224.29	102.97	1899 (13)	66502 (13)	24528 (13)
62	100	101	15.71	31.42	235.55	105.44	1961 (13)	69301 (13)	25341 (13)
63	100	102	15.71	31.42	247.17	107.93	2023 (13)	72156 (13)	26164 (13)
64	100	103	15.71	31.42	259.16	110.44	2086 (13)	75066 (13)	26997 (13)
65	100	104	15.71	31.42	271.51	112.98	2150 (13)	78031 (13)	27839 (13)
66	100	105	15.71	31.42	284.23	115.54	2214 (13)	81051 (13)	28692 (13)
67	100	106	15.71	31.42	297.33	118.13	2280 (13)	84127 (13)	29554 (13)
68	100	107	15.71	31.42	310.81	120.74	2345 (13)	87257 (13)	30426 (13)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo
Tensione massima di trazione dell'acciaio

15978
337500

[kPa]
[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [kPa]	σ_{fi} [kPa]	σ_{fs} [kPa]
1	100	100	21.99	21.99	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	100	21.99	21.99	0.78	0.00	7 (13)	393 (13)	82 (13)
3	100	100	21.99	21.99	3.10	0.00	27 (13)	1570 (13)	329 (13)
4	100	100	21.99	21.99	6.98	0.00	62 (13)	3531 (13)	739 (13)
5	100	100	21.99	21.99	12.41	0.00	110 (13)	6274 (13)	1313 (13)
6	100	100	21.99	21.99	19.37	0.00	171 (13)	9798 (13)	2051 (13)
7	100	100	21.99	21.99	-37.25	0.00	329 (13)	3942 (13)	18838 (13)
8	100	100	21.99	21.99	-40.28	0.00	356 (13)	4264 (13)	20373 (13)
9	100	100	21.99	21.99	-43.11	0.00	381 (13)	4563 (13)	21803 (13)
10	100	100	21.99	21.99	-45.73	0.00	404 (13)	4841 (13)	23130 (13)
11	100	100	21.99	21.99	-45.58	0.00	402 (13)	4824 (13)	23050 (13)
12	100	100	21.99	21.99	-43.98	0.00	388 (13)	4655 (13)	22243 (13)
13	100	100	21.99	21.99	-42.38	0.00	374 (13)	4486 (13)	21433 (13)
14	100	100	21.99	21.99	-40.78	0.00	360 (13)	4316 (13)	20622 (13)
15	100	100	21.99	21.99	-39.17	0.00	346 (13)	4146 (13)	19811 (13)
16	100	100	21.99	21.99	-37.57	0.00	332 (13)	3976 (13)	19000 (13)
17	100	100	21.99	21.99	-35.97	0.00	318 (13)	3807 (13)	18192 (13)
18	100	100	21.99	21.99	-34.38	0.00	304 (13)	3639 (13)	17386 (13)
19	100	100	21.99	21.99	-32.79	0.00	290 (13)	3471 (13)	16585 (13)
20	100	100	21.99	21.99	-31.22	0.00	276 (13)	3304 (13)	15790 (13)
21	100	100	21.99	21.99	-29.66	0.00	262 (13)	3139 (13)	15001 (13)
22	100	100	21.99	21.99	-28.12	0.00	248 (13)	2976 (13)	14219 (13)
23	100	100	21.99	21.99	-26.59	0.00	235 (13)	2814 (13)	13447 (13)
24	100	100	21.99	21.99	-25.08	0.00	221 (13)	2655 (13)	12684 (13)
25	100	100	21.99	21.99	-23.59	0.00	208 (13)	2497 (13)	11932 (13)
26	100	100	21.99	21.99	-22.13	0.00	195 (13)	2343 (13)	11193 (13)
27	100	100	21.99	21.99	-20.70	0.00	183 (13)	2191 (13)	10467 (13)
28	100	100	21.99	21.99	-19.29	0.00	170 (13)	2042 (13)	9756 (13)
29	100	100	21.99	21.99	-17.91	0.00	158 (13)	1896 (13)	9060 (13)
30	100	100	21.99	21.99	-16.57	0.00	146 (13)	1754 (13)	8381 (13)
31	100	100	21.99	21.99	-15.27	0.00	135 (13)	1616 (13)	7720 (13)
32	100	100	21.99	21.99	-14.00	0.00	124 (13)	1481 (13)	7079 (13)
33	100	100	21.99	21.99	-12.77	0.00	113 (13)	1351 (13)	6457 (13)
34	100	100	21.99	21.99	-11.58	0.00	102 (13)	1226 (13)	5857 (13)
35	100	100	21.99	21.99	-10.44	0.00	92 (13)	1105 (13)	5279 (13)
36	100	100	21.99	21.99	-9.34	0.00	82 (13)	989 (13)	4725 (13)
37	100	100	21.99	21.99	-8.29	0.00	73 (13)	878 (13)	4195 (13)
38	100	100	21.99	21.99	-7.30	0.00	64 (13)	773 (13)	3692 (13)
39	100	100	21.99	21.99	-6.36	0.00	56 (13)	673 (13)	3215 (13)
40	100	100	21.99	21.99	-5.47	0.00	48 (13)	579 (13)	2767 (13)
41	100	100	21.99	21.99	-4.64	0.00	41 (13)	491 (13)	2348 (13)
42	100	100	21.99	21.99	-3.87	0.00	34 (13)	410 (13)	1959 (13)
43	100	100	21.99	21.99	-3.17	0.00	28 (13)	335 (13)	1602 (13)
44	100	100	21.99	21.99	-2.53	0.00	22 (13)	268 (13)	1278 (13)
45	100	100	21.99	21.99	-1.95	0.00	17 (13)	207 (13)	988 (13)
46	100	100	21.99	21.99	-1.45	0.00	13 (13)	153 (13)	733 (13)
47	100	100	21.99	21.99	-1.02	0.00	9 (13)	107 (13)	514 (13)
48	100	100	21.99	21.99	-0.66	0.00	6 (13)	69 (13)	332 (13)
49	100	100	21.99	21.99	-0.37	0.00	3 (13)	39 (13)	188 (13)
50	100	100	21.99	21.99	-0.17	0.00	1 (13)	18 (13)	84 (13)
51	100	100	21.99	21.99	-0.04	0.00	0 (13)	4 (13)	21 (13)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo
Tensione massima di trazione dell'acciaio

15978 [kPa]
337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	15.71	31.42	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	100	41	15.71	31.42	0.00	0.99	2 (14)	28 (14)	35 (14)
3	100	42	15.71	31.42	0.01	2.01	5 (14)	54 (14)	70 (14)
4	100	43	15.71	31.42	0.02	3.05	7 (14)	78 (14)	107 (14)
5	100	44	15.71	31.42	0.05	4.12	10 (14)	99 (14)	146 (14)
6	100	45	15.71	31.42	0.09	5.21	13 (14)	116 (14)	188 (14)
7	100	46	15.71	31.42	0.15	6.33	16 (14)	128 (14)	235 (14)
8	100	47	15.71	31.42	0.23	7.47	20 (14)	134 (14)	287 (14)
9	100	48	15.71	31.42	0.35	8.63	24 (14)	134 (14)	345 (14)
10	100	49	15.71	31.42	0.50	9.82	29 (14)	127 (14)	410 (14)
11	100	50	15.71	31.42	0.69	11.03	34 (14)	113 (14)	482 (14)
12	100	51	15.71	31.42	0.93	12.27	40 (14)	92 (14)	561 (14)
13	100	52	15.71	31.42	1.22	13.53	47 (14)	62 (14)	649 (14)
14	100	53	15.71	31.42	1.57	14.82	54 (14)	21 (14)	746 (14)
15	100	54	15.71	31.42	1.99	16.13	62 (14)	43 (14)	858 (14)
16	100	55	15.71	31.42	2.49	17.47	72 (14)	136 (14)	986 (14)
17	100	56	15.71	31.42	3.08	18.83	83 (14)	267 (14)	1135 (14)
18	100	57	15.71	31.42	3.78	20.21	97 (14)	447 (14)	1306 (14)
19	100	58	15.71	31.42	4.59	21.62	111 (14)	679 (14)	1498 (14)
20	100	59	15.71	31.42	5.52	23.06	128 (14)	969 (14)	1711 (14)
21	100	60	15.71	31.42	6.56	24.52	146 (14)	1318 (14)	1944 (14)
22	100	61	15.71	31.42	7.74	26.00	166 (14)	1726 (14)	2196 (14)
23	100	62	15.71	31.42	9.06	27.51	187 (14)	2195 (14)	2466 (14)
24	100	63	15.71	31.42	10.51	29.04	210 (14)	2723 (14)	2754 (14)
25	100	64	15.71	31.42	12.11	30.60	234 (14)	3311 (14)	3059 (14)
26	100	65	15.71	31.42	13.87	32.18	260 (14)	3957 (14)	3381 (14)
27	100	66	15.71	31.42	15.78	33.79	286 (14)	4662 (14)	3719 (14)
28	100	67	15.71	31.42	17.85	35.42	314 (14)	5425 (14)	4072 (14)
29	100	68	15.71	31.42	20.09	37.07	344 (14)	6246 (14)	4442 (14)
30	100	69	15.71	31.42	22.50	38.75	374 (14)	7124 (14)	4826 (14)
31	100	70	15.71	31.42	25.10	40.45	406 (14)	8059 (14)	5226 (14)
32	100	71	15.71	31.42	27.87	42.18	438 (14)	9052 (14)	5640 (14)
33	100	72	15.71	31.42	30.84	43.94	472 (14)	10101 (14)	6070 (14)
34	100	73	15.71	31.42	34.00	45.71	507 (14)	11207 (14)	6513 (14)
35	100	74	15.71	31.42	37.36	47.51	543 (14)	12369 (14)	6971 (14)
36	100	75	15.71	31.42	40.92	49.34	580 (14)	13588 (14)	7442 (14)
37	100	76	15.71	31.42	44.70	51.19	618 (14)	14863 (14)	7928 (14)
38	100	77	15.71	31.42	48.69	53.07	657 (14)	16193 (14)	8426 (14)
39	100	78	15.71	31.42	52.90	54.97	697 (14)	17580 (14)	8939 (14)
40	100	79	15.71	31.42	57.34	56.89	738 (14)	19023 (14)	9464 (14)
41	100	80	15.71	31.42	62.01	58.84	780 (14)	20521 (14)	10002 (14)
42	100	81	15.71	62.83	66.92	60.82	679 (14)	11825 (14)	9039 (14)
43	100	82	15.71	62.83	72.06	62.81	714 (14)	12668 (14)	9506 (14)
44	100	83	15.71	62.83	77.46	64.84	749 (14)	13539 (14)	9983 (14)
45	100	84	15.71	62.83	83.10	66.88	785 (14)	14439 (14)	10470 (14)
46	100	85	15.71	62.83	89.00	68.96	822 (14)	15367 (14)	10966 (14)
47	100	86	15.71	62.83	95.17	71.05	860 (14)	16324 (14)	11472 (14)
48	100	87	15.71	62.83	101.60	73.17	898 (14)	17309 (14)	11987 (14)
49	100	88	15.71	62.83	108.30	75.32	937 (14)	18322 (14)	12511 (14)
50	100	89	15.71	62.83	115.29	77.49	976 (14)	19364 (14)	13043 (14)
51	100	90	15.71	62.83	122.55	79.68	1016 (14)	20434 (14)	13585 (14)
52	100	91	15.71	62.83	130.10	81.90	1057 (14)	21531 (14)	14135 (14)
53	100	92	15.71	62.83	137.95	84.14	1098 (14)	22658 (14)	14694 (14)
54	100	93	15.71	62.83	146.09	86.41	1140 (14)	23812 (14)	15262 (14)
55	100	94	15.71	62.83	154.54	88.71	1182 (14)	24994 (14)	15838 (14)
56	100	95	15.71	62.83	163.29	91.02	1225 (14)	26205 (14)	16422 (14)
57	100	96	15.71	62.83	172.36	93.36	1269 (14)	27443 (14)	17014 (14)
58	100	97	15.71	62.83	181.75	95.73	1313 (14)	28709 (14)	17614 (14)
59	100	98	15.71	62.83	191.46	98.12	1358 (14)	30004 (14)	18222 (14)
60	100	99	31.42	62.83	201.50	100.54	1297 (14)	30701 (14)	17342 (14)
61	100	100	15.71	31.42	211.88	102.97	1798 (14)	62064 (14)	23259 (14)
62	100	101	15.71	31.42	222.59	105.44	1857 (14)	64715 (14)	24036 (14)
63	100	102	15.71	31.42	233.65	107.93	1917 (14)	67420 (14)	24823 (14)
64	100	103	15.71	31.42	245.06	110.44	1977 (14)	70180 (14)	25620 (14)

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	67 di 77

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
65	100	104	15.71	31.42	256.82	112.98	2038 (14)	72993 (14)	26426 (14)
66	100	105	15.71	31.42	268.94	115.54	2100 (14)	75861 (14)	27243 (14)
67	100	106	15.71	31.42	281.43	118.13	2162 (14)	78783 (14)	28069 (14)
68	100	107	15.71	31.42	294.29	120.74	2225 (14)	81759 (14)	28904 (14)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	100	21.99	21.99	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	100	100	21.99	21.99	0.75	0.00	7 (14)	381 (14)	80 (14)
3	100	100	21.99	21.99	3.01	0.00	27 (14)	1522 (14)	319 (14)
4	100	100	21.99	21.99	6.77	0.00	60 (14)	3423 (14)	716 (14)
5	100	100	21.99	21.99	12.03	0.00	106 (14)	6082 (14)	1273 (14)
6	100	100	21.99	21.99	18.78	0.00	166 (14)	9499 (14)	1988 (14)
7	100	100	21.99	21.99	-27.50	0.00	243 (14)	2911 (14)	13908 (14)
8	100	100	21.99	21.99	-29.90	0.00	264 (14)	3165 (14)	15122 (14)
9	100	100	21.99	21.99	-32.13	0.00	284 (14)	3401 (14)	16251 (14)
10	100	100	21.99	21.99	-34.20	0.00	302 (14)	3620 (14)	17298 (14)
11	100	100	21.99	21.99	-34.18	0.00	302 (14)	3618 (14)	17286 (14)
12	100	100	21.99	21.99	-33.07	0.00	292 (14)	3500 (14)	16724 (14)
13	100	100	21.99	21.99	-31.94	0.00	282 (14)	3381 (14)	16156 (14)
14	100	100	21.99	21.99	-30.81	0.00	272 (14)	3261 (14)	15582 (14)
15	100	100	21.99	21.99	-29.67	0.00	262 (14)	3140 (14)	15005 (14)
16	100	100	21.99	21.99	-28.52	0.00	252 (14)	3019 (14)	14424 (14)
17	100	100	21.99	21.99	-27.37	0.00	242 (14)	2897 (14)	13841 (14)
18	100	100	21.99	21.99	-26.21	0.00	231 (14)	2774 (14)	13257 (14)
19	100	100	21.99	21.99	-25.06	0.00	221 (14)	2652 (14)	12673 (14)
20	100	100	21.99	21.99	-23.91	0.00	211 (14)	2530 (14)	12090 (14)
21	100	100	21.99	21.99	-22.76	0.00	201 (14)	2409 (14)	11509 (14)
22	100	100	21.99	21.99	-21.61	0.00	191 (14)	2288 (14)	10931 (14)
23	100	100	21.99	21.99	-20.48	0.00	181 (14)	2167 (14)	10357 (14)
24	100	100	21.99	21.99	-19.35	0.00	171 (14)	2048 (14)	9787 (14)
25	100	100	21.99	21.99	-18.24	0.00	161 (14)	1930 (14)	9224 (14)
26	100	100	21.99	21.99	-17.14	0.00	151 (14)	1814 (14)	8668 (14)
27	100	100	21.99	21.99	-16.06	0.00	142 (14)	1699 (14)	8120 (14)
28	100	100	21.99	21.99	-14.99	0.00	132 (14)	1586 (14)	7581 (14)
29	100	100	21.99	21.99	-13.94	0.00	123 (14)	1476 (14)	7052 (14)
30	100	100	21.99	21.99	-12.92	0.00	114 (14)	1367 (14)	6534 (14)
31	100	100	21.99	21.99	-11.92	0.00	105 (14)	1262 (14)	6028 (14)
32	100	100	21.99	21.99	-10.94	0.00	97 (14)	1158 (14)	5535 (14)
33	100	100	21.99	21.99	-10.00	0.00	88 (14)	1058 (14)	5057 (14)
34	100	100	21.99	21.99	-9.08	0.00	80 (14)	961 (14)	4593 (14)
35	100	100	21.99	21.99	-8.20	0.00	72 (14)	868 (14)	4146 (14)
36	100	100	21.99	21.99	-7.35	0.00	65 (14)	778 (14)	3716 (14)
37	100	100	21.99	21.99	-6.53	0.00	58 (14)	691 (14)	3304 (14)
38	100	100	21.99	21.99	-5.76	0.00	51 (14)	609 (14)	2911 (14)
39	100	100	21.99	21.99	-5.02	0.00	44 (14)	531 (14)	2539 (14)
40	100	100	21.99	21.99	-4.33	0.00	38 (14)	458 (14)	2188 (14)
41	100	100	21.99	21.99	-3.68	0.00	32 (14)	389 (14)	1859 (14)
42	100	100	21.99	21.99	-3.07	0.00	27 (14)	325 (14)	1553 (14)
43	100	100	21.99	21.99	-2.51	0.00	22 (14)	266 (14)	1272 (14)
44	100	100	21.99	21.99	-2.01	0.00	18 (14)	213 (14)	1016 (14)
45	100	100	21.99	21.99	-1.55	0.00	14 (14)	164 (14)	786 (14)
46	100	100	21.99	21.99	-1.15	0.00	10 (14)	122 (14)	583 (14)
47	100	100	21.99	21.99	-0.81	0.00	7 (14)	86 (14)	409 (14)
48	100	100	21.99	21.99	-0.52	0.00	5 (14)	55 (14)	265 (14)
49	100	100	21.99	21.99	-0.30	0.00	3 (14)	31 (14)	150 (14)
50	100	100	21.99	21.99	-0.13	0.00	1 (14)	14 (14)	68 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
51	100	100	21.99	21.99	-0.03	0.00	0 (14)	4 (14)	17 (14)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11620 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	15.71	31.42	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	100	41	15.71	31.42	0.00	0.99	2 (15)	28 (15)	35 (15)
3	100	42	15.71	31.42	0.01	2.01	5 (15)	54 (15)	70 (15)
4	100	43	15.71	31.42	0.02	3.05	7 (15)	78 (15)	107 (15)
5	100	44	15.71	31.42	0.05	4.12	10 (15)	99 (15)	146 (15)
6	100	45	15.71	31.42	0.09	5.21	13 (15)	116 (15)	188 (15)
7	100	46	15.71	31.42	0.15	6.33	16 (15)	128 (15)	235 (15)
8	100	47	15.71	31.42	0.23	7.47	20 (15)	134 (15)	287 (15)
9	100	48	15.71	31.42	0.35	8.63	24 (15)	134 (15)	345 (15)
10	100	49	15.71	31.42	0.50	9.82	29 (15)	127 (15)	410 (15)
11	100	50	15.71	31.42	0.69	11.03	34 (15)	113 (15)	482 (15)
12	100	51	15.71	31.42	0.93	12.27	40 (15)	92 (15)	561 (15)
13	100	52	15.71	31.42	1.22	13.53	47 (15)	62 (15)	649 (15)
14	100	53	15.71	31.42	1.57	14.82	54 (15)	21 (15)	746 (15)
15	100	54	15.71	31.42	1.98	16.13	62 (15)	39 (15)	855 (15)
16	100	55	15.71	31.42	2.45	17.47	71 (15)	124 (15)	977 (15)
17	100	56	15.71	31.42	3.00	18.83	82 (15)	237 (15)	1114 (15)
18	100	57	15.71	31.42	3.62	20.21	93 (15)	383 (15)	1266 (15)
19	100	58	15.71	31.42	4.33	21.62	106 (15)	564 (15)	1432 (15)
20	100	59	15.71	31.42	5.12	23.06	120 (15)	785 (15)	1612 (15)
21	100	60	15.71	31.42	6.01	24.52	135 (15)	1045 (15)	1807 (15)
22	100	61	15.71	31.42	6.99	26.00	151 (15)	1347 (15)	2016 (15)
23	100	62	15.71	31.42	8.07	27.51	169 (15)	1691 (15)	2238 (15)
24	100	63	15.71	31.42	9.26	29.04	187 (15)	2077 (15)	2473 (15)
25	100	64	15.71	31.42	10.57	30.60	206 (15)	2508 (15)	2722 (15)
26	100	65	15.71	31.42	11.99	32.18	227 (15)	2982 (15)	2983 (15)
27	100	66	15.71	31.42	13.54	33.79	248 (15)	3500 (15)	3257 (15)
28	100	67	15.71	31.42	15.21	35.42	271 (15)	4062 (15)	3544 (15)
29	100	68	15.71	31.42	17.02	37.07	294 (15)	4670 (15)	3843 (15)
30	100	69	15.71	31.42	18.96	38.75	318 (15)	5322 (15)	4155 (15)
31	100	70	15.71	31.42	21.05	40.45	344 (15)	6020 (15)	4479 (15)
32	100	71	15.71	31.42	23.29	42.18	370 (15)	6764 (15)	4815 (15)
33	100	72	15.71	31.42	25.68	43.94	397 (15)	7553 (15)	5163 (15)
34	100	73	15.71	31.42	28.23	45.71	425 (15)	8389 (15)	5524 (15)
35	100	74	15.71	31.42	30.94	47.51	454 (15)	9271 (15)	5896 (15)
36	100	75	15.71	31.42	33.82	49.34	484 (15)	10200 (15)	6281 (15)
37	100	76	15.71	31.42	36.88	51.19	515 (15)	11176 (15)	6677 (15)
38	100	77	15.71	31.42	40.11	53.07	547 (15)	12199 (15)	7085 (15)
39	100	78	15.71	31.42	43.53	54.97	580 (15)	13269 (15)	7505 (15)
40	100	79	15.71	31.42	47.14	56.89	613 (15)	14388 (15)	7937 (15)
41	100	80	15.71	31.42	50.94	58.84	647 (15)	15554 (15)	8380 (15)
42	100	81	15.71	62.83	54.95	60.82	568 (15)	9086 (15)	7611 (15)
43	100	82	15.71	62.83	59.16	62.81	597 (15)	9750 (15)	7998 (15)
44	100	83	15.71	62.83	63.57	64.84	627 (15)	10439 (15)	8393 (15)
45	100	84	15.71	62.83	68.21	66.88	657 (15)	11154 (15)	8798 (15)
46	100	85	15.71	62.83	73.06	68.96	687 (15)	11893 (15)	9211 (15)
47	100	86	15.71	62.83	78.14	71.05	718 (15)	12658 (15)	9633 (15)
48	100	87	15.71	62.83	83.45	73.17	750 (15)	13447 (15)	10063 (15)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
49	100	88	15.71	62.83	88.99	75.32	783 (15)	14262 (15)	10502 (15)
50	100	89	15.71	62.83	94.78	77.49	816 (15)	15103 (15)	10950 (15)
51	100	90	15.71	62.83	100.81	79.68	849 (15)	15969 (15)	11406 (15)
52	100	91	15.71	62.83	107.09	81.90	884 (15)	16860 (15)	11870 (15)
53	100	92	15.71	62.83	113.63	84.14	918 (15)	17777 (15)	12343 (15)
54	100	93	15.71	62.83	120.43	86.41	954 (15)	18720 (15)	12824 (15)
55	100	94	15.71	62.83	127.50	88.71	990 (15)	19688 (15)	13312 (15)
56	100	95	15.71	62.83	134.83	91.02	1026 (15)	20682 (15)	13809 (15)
57	100	96	15.71	62.83	142.45	93.36	1063 (15)	21702 (15)	14314 (15)
58	100	97	15.71	62.83	150.34	95.73	1101 (15)	22747 (15)	14827 (15)
59	100	98	15.71	62.83	158.52	98.12	1139 (15)	23819 (15)	15347 (15)
60	100	99	31.42	62.83	167.00	100.54	1089 (15)	24370 (15)	14626 (15)
61	100	100	15.71	31.42	175.77	102.97	1503 (15)	49175 (15)	19554 (15)
62	100	101	15.71	31.42	184.84	105.44	1553 (15)	51380 (15)	20222 (15)
63	100	102	15.71	31.42	194.22	107.93	1605 (15)	53636 (15)	20900 (15)
64	100	103	15.71	31.42	203.91	110.44	1657 (15)	55943 (15)	21588 (15)
65	100	104	15.71	31.42	213.92	112.98	1710 (15)	58300 (15)	22285 (15)
66	100	105	15.71	31.42	224.26	115.54	1763 (15)	60708 (15)	22993 (15)
67	100	106	15.71	31.42	234.92	118.13	1817 (15)	63167 (15)	23709 (15)
68	100	107	15.71	31.42	245.91	120.74	1872 (15)	65677 (15)	24435 (15)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo
Tensione massima di trazione dell'acciaio

11620 [kPa]
337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	100	21.99	21.99	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	100	100	21.99	21.99	0.68	0.00	6 (15)	344 (15)	72 (15)
3	100	100	21.99	21.99	2.72	0.00	24 (15)	1377 (15)	288 (15)
4	100	100	21.99	21.99	6.13	0.00	54 (15)	3098 (15)	648 (15)
5	100	100	21.99	21.99	10.89	0.00	96 (15)	5505 (15)	1152 (15)
6	100	100	21.99	21.99	17.00	0.00	150 (15)	8599 (15)	1800 (15)
7	100	100	21.99	21.99	1.74	0.00	15 (15)	881 (15)	184 (15)
8	100	100	21.99	21.99	1.25	0.00	11 (15)	633 (15)	133 (15)
9	100	100	21.99	21.99	0.80	0.00	7 (15)	405 (15)	85 (15)
10	100	100	21.99	21.99	0.39	0.00	3 (15)	196 (15)	41 (15)
11	100	100	21.99	21.99	0.01	0.00	0 (1)	6 (15)	0 (1)
12	100	100	21.99	21.99	-0.33	0.00	3 (15)	35 (15)	167 (15)
13	100	100	21.99	21.99	-0.64	0.00	6 (15)	68 (15)	323 (15)
14	100	100	21.99	21.99	-0.92	0.00	8 (15)	97 (15)	463 (15)
15	100	100	21.99	21.99	-1.16	0.00	10 (15)	123 (15)	587 (15)
16	100	100	21.99	21.99	-1.37	0.00	12 (15)	145 (15)	695 (15)
17	100	100	21.99	21.99	-1.56	0.00	14 (15)	165 (15)	789 (15)
18	100	100	21.99	21.99	-1.72	0.00	15 (15)	182 (15)	870 (15)
19	100	100	21.99	21.99	-1.85	0.00	16 (15)	196 (15)	937 (15)
20	100	100	21.99	21.99	-1.96	0.00	17 (15)	207 (15)	991 (15)
21	100	100	21.99	21.99	-2.04	0.00	18 (15)	216 (15)	1034 (15)
22	100	100	21.99	21.99	-2.11	0.00	19 (15)	223 (15)	1066 (15)
23	100	100	21.99	21.99	-2.15	0.00	19 (15)	227 (15)	1086 (15)
24	100	100	21.99	21.99	-2.17	0.00	19 (15)	230 (15)	1097 (15)
25	100	100	21.99	21.99	-2.17	0.00	19 (15)	230 (15)	1099 (15)
26	100	100	21.99	21.99	-2.16	0.00	19 (15)	229 (15)	1092 (15)
27	100	100	21.99	21.99	-2.13	0.00	19 (15)	225 (15)	1077 (15)
28	100	100	21.99	21.99	-2.09	0.00	18 (15)	221 (15)	1055 (15)
29	100	100	21.99	21.99	-2.03	0.00	18 (15)	215 (15)	1026 (15)
30	100	100	21.99	21.99	-1.96	0.00	17 (15)	207 (15)	991 (15)
31	100	100	21.99	21.99	-1.88	0.00	17 (15)	199 (15)	950 (15)
32	100	100	21.99	21.99	-1.79	0.00	16 (15)	189 (15)	905 (15)
33	100	100	21.99	21.99	-1.69	0.00	15 (15)	179 (15)	856 (15)
34	100	100	21.99	21.99	-1.59	0.00	14 (15)	168 (15)	803 (15)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
35	100	100	21.99	21.99	-1.48	0.00	13 (15)	156 (15)	748 (15)
36	100	100	21.99	21.99	-1.36	0.00	12 (15)	144 (15)	690 (15)
37	100	100	21.99	21.99	-1.25	0.00	11 (15)	132 (15)	631 (15)
38	100	100	21.99	21.99	-1.13	0.00	10 (15)	119 (15)	571 (15)
39	100	100	21.99	21.99	-1.01	0.00	9 (15)	107 (15)	510 (15)
40	100	100	21.99	21.99	-0.89	0.00	8 (15)	94 (15)	450 (15)
41	100	100	21.99	21.99	-0.77	0.00	7 (15)	82 (15)	391 (15)
42	100	100	21.99	21.99	-0.66	0.00	6 (15)	70 (15)	334 (15)
43	100	100	21.99	21.99	-0.55	0.00	5 (15)	58 (15)	279 (15)
44	100	100	21.99	21.99	-0.45	0.00	4 (15)	48 (15)	228 (15)
45	100	100	21.99	21.99	-0.36	0.00	3 (15)	38 (15)	180 (15)
46	100	100	21.99	21.99	-0.27	0.00	2 (15)	28 (15)	136 (15)
47	100	100	21.99	21.99	-0.19	0.00	2 (15)	20 (15)	97 (15)
48	100	100	21.99	21.99	-0.13	0.00	1 (15)	13 (15)	64 (15)
49	100	100	21.99	21.99	-0.07	0.00	1 (15)	8 (15)	37 (15)
50	100	100	21.99	21.99	-0.03	0.00	0 (15)	4 (15)	17 (15)
51	100	100	21.99	21.99	-0.01	0.00	0 (1)	0 (1)	4 (15)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (13)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	3.94	0.000000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	8.28	0.000000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	13.57	0.000000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	21.75	0.000000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	34.53	0.000000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	0.00	0.00	0.15	54.08	0.000000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	0.00	0.00	0.23	84.20	0.000000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	0.00	0.00	0.35	132.33	0.000000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	0.00	0.00	0.50	215.29	0.000000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	0.00	0.00	0.69	380.61	0.000000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	0.00	0.00	0.93	838.48	0.000000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	0.00	0.00	1.23	6875.34	0.000000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	0.00	0.00	1.58	1571.40	0.000000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	31.42	1000.00	2.02	809.94	0.000000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	31.42	1000.00	2.54	589.63	0.000000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	31.42	1000.00	3.16	487.83	0.000000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	31.42	1000.00	3.90	431.45	0.000000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	31.42	1000.00	4.76	397.51	0.000000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	31.42	1000.00	5.74	376.20	0.000000	0.00	0.000 (13)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
21	100	60	31.42	1000.00	6.86	362.68	0.000000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	31.42	1000.00	8.12	354.28	0.000000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	31.42	1000.00	9.52	349.41	0.000000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	31.42	1000.00	11.08	347.08	0.000000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	31.42	1000.00	12.79	346.65	0.000000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	31.42	1000.00	14.66	347.68	0.000000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	31.42	1000.00	16.70	349.85	0.000000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	31.42	1000.00	18.92	352.94	0.000000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	31.42	1000.00	21.31	356.78	0.000000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	31.42	1000.00	23.89	361.25	0.000000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	31.42	1000.00	26.66	366.25	0.000000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	31.42	1000.00	29.63	371.71	0.000000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	31.42	1000.00	32.79	377.58	0.000000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	31.42	1000.00	36.16	383.79	0.000000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	31.42	1000.00	39.75	390.32	0.000000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	31.42	1000.00	43.55	397.14	0.000000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	31.42	1000.00	47.57	404.22	0.000000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	31.42	1000.00	51.82	411.53	0.000000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	31.42	1000.00	56.30	419.07	0.000000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	31.42	1000.00	61.02	426.81	0.000000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	31.42	1000.00	65.99	434.75	0.000000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	62.83	1000.00	71.20	511.53	0.000000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	62.83	1000.00	76.66	520.62	0.000000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	62.83	1000.00	82.39	529.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	62.83	1000.00	88.38	539.31	0.000000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	62.83	1000.00	94.63	548.90	0.000000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	62.83	1000.00	101.16	558.64	0.000000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	62.83	1000.00	107.97	568.53	0.000000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	62.83	1000.00	115.07	578.57	0.000000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	62.83	1000.00	122.45	588.75	0.000000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	62.83	1000.00	130.13	599.06	0.000000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	62.83	1000.00	138.11	609.51	0.000000	0.00	0.000 (13)
53	100	92	62.83	1000.00	146.40	620.09	0.000000	0.00	0.000 (13)
54	100	93	62.83	1000.00	154.99	630.79	0.000000	0.00	0.000 (13)
55	100	94	62.83	1000.00	163.91	641.63	0.000000	0.00	0.000 (13)
56	100	95	62.83	1000.00	173.14	652.58	0.000000	0.00	0.000 (13)
57	100	96	62.83	1000.00	182.70	663.66	0.000000	0.00	0.000 (13)
58	100	97	62.83	1000.00	192.58	674.85	0.000000	0.00	0.000 (13)
59	100	98	62.83	1000.00	202.81	686.17	0.000000	0.00	0.000 (13)
60	100	99	62.83	1000.00	213.38	722.56	0.000000	0.00	0.000 (13)
61	100	100	31.42	1000.00	224.29	624.38	0.000000	0.00	0.000 (13)
62	100	101	31.42	1000.00	235.55	635.16	0.000000	0.00	0.000 (13)
63	100	102	31.42	1000.00	247.17	646.05	0.000000	0.00	0.000 (13)
64	100	103	31.42	1000.00	259.16	657.05	0.000000	0.00	0.000 (13)
65	100	104	31.42	1000.00	271.51	668.17	0.000000	0.00	0.000 (13)
66	100	105	31.42	1000.00	284.23	679.39	0.000000	0.00	0.000 (13)
67	100	106	31.42	1000.00	297.33	690.72	0.000000	0.00	0.000 (13)
68	100	107	31.42	1000.00	310.81	702.16	0.000000	0.00	0.000 (13)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (13)
2	100	100	21.99	1000.00	0.78	556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
3	100	100	21.99	1000.00	3.10	556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
4	100	100	21.99	1000.00	6.98	556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
5	100	100	21.99	1000.00	12.41	556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
6	100	100	21.99	1000.00	19.37	556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
7	100	100	21.99	1000.00	-37.25	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
8	100	100	21.99	1000.00	-40.28	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
9	100	100	21.99	1000.00	-43.11	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
10	100	100	21.99	1000.00	-45.73	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
11	100	100	21.99	1000.00	-45.58	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
12	100	100	21.99	1000.00	-43.98	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
13	100	100	21.99	1000.00	-42.38	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
14	100	100	21.99	1000.00	-40.78	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
15	100	100	21.99	1000.00	-39.17	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
16	100	100	21.99	1000.00	-37.57	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
17	100	100	21.99	1000.00	-35.97	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
18	100	100	21.99	1000.00	-34.38	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
19	100	100	21.99	1000.00	-32.79	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
20	100	100	21.99	1000.00	-31.22	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
21	100	100	21.99	1000.00	-29.66	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
22	100	100	21.99	1000.00	-28.12	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
23	100	100	21.99	1000.00	-26.59	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
24	100	100	21.99	1000.00	-25.08	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
25	100	100	21.99	1000.00	-23.59	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
26	100	100	21.99	1000.00	-22.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
27	100	100	21.99	1000.00	-20.70	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
28	100	100	21.99	1000.00	-19.29	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
29	100	100	21.99	1000.00	-17.91	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
30	100	100	21.99	1000.00	-16.57	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
31	100	100	21.99	1000.00	-15.27	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
32	100	100	21.99	1000.00	-14.00	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
33	100	100	21.99	1000.00	-12.77	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
34	100	100	21.99	1000.00	-11.58	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
35	100	100	21.99	1000.00	-10.44	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
36	100	100	21.99	1000.00	-9.34	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
37	100	100	21.99	1000.00	-8.29	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
38	100	100	21.99	1000.00	-7.30	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
39	100	100	21.99	1000.00	-6.36	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
40	100	100	21.99	1000.00	-5.47	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
41	100	100	21.99	1000.00	-4.64	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
42	100	100	21.99	1000.00	-3.87	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
43	100	100	21.99	1000.00	-3.17	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
44	100	100	21.99	1000.00	-2.53	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
45	100	100	21.99	1000.00	-1.95	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
46	100	100	21.99	1000.00	-1.45	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
47	100	100	21.99	1000.00	-1.02	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
48	100	100	21.99	1000.00	-0.66	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
49	100	100	21.99	1000.00	-0.37	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
50	100	100	21.99	1000.00	-0.17	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
51	100	100	21.99	1000.00	-0.04	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (13)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (13)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (14)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	3.94	0.000000	0.00	0.000 (14)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	8.28	0.000000	0.00	0.000 (14)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	13.57	0.000000	0.00	0.000 (14)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	21.75	0.000000	0.00	0.000 (14)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	34.53	0.000000	0.00	0.000 (14)
7	100	46	0.00	0.00	0.15	54.08	0.000000	0.00	0.000 (14)
8	100	47	0.00	0.00	0.23	84.20	0.000000	0.00	0.000 (14)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
9	100	48	0.00	0.00	0.35	132.33	0.000000	0.00	0.000 (14)
10	100	49	0.00	0.00	0.50	215.29	0.000000	0.00	0.000 (14)
11	100	50	0.00	0.00	0.69	380.61	0.000000	0.00	0.000 (14)
12	100	51	0.00	0.00	0.93	835.57	0.000000	0.00	0.000 (14)
13	100	52	0.00	0.00	1.22	6130.73	0.000000	0.00	0.000 (14)
14	100	53	0.00	0.00	1.57	1666.70	0.000000	0.00	0.000 (14)
15	100	54	31.42	1000.00	1.99	847.80	0.000000	0.00	0.000 (14)
16	100	55	31.42	1000.00	2.49	615.07	0.000000	0.00	0.000 (14)
17	100	56	31.42	1000.00	3.08	507.44	0.000000	0.00	0.000 (14)
18	100	57	31.42	1000.00	3.78	447.48	0.000000	0.00	0.000 (14)
19	100	58	31.42	1000.00	4.59	411.10	0.000000	0.00	0.000 (14)
20	100	59	31.42	1000.00	5.52	388.03	0.000000	0.00	0.000 (14)
21	100	60	31.42	1000.00	6.56	373.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
22	100	61	31.42	1000.00	7.74	363.75	0.000000	0.00	0.000 (14)
23	100	62	31.42	1000.00	9.06	358.06	0.000000	0.00	0.000 (14)
24	100	63	31.42	1000.00	10.51	355.06	0.000000	0.00	0.000 (14)
25	100	64	31.42	1000.00	12.11	354.08	0.000000	0.00	0.000 (14)
26	100	65	31.42	1000.00	13.87	354.64	0.000000	0.00	0.000 (14)
27	100	66	31.42	1000.00	15.78	356.41	0.000000	0.00	0.000 (14)
28	100	67	31.42	1000.00	17.85	359.15	0.000000	0.00	0.000 (14)
29	100	68	31.42	1000.00	20.09	362.70	0.000000	0.00	0.000 (14)
30	100	69	31.42	1000.00	22.50	366.91	0.000000	0.00	0.000 (14)
31	100	70	31.42	1000.00	25.10	371.68	0.000000	0.00	0.000 (14)
32	100	71	31.42	1000.00	27.87	376.94	0.000000	0.00	0.000 (14)
33	100	72	31.42	1000.00	30.84	382.62	0.000000	0.00	0.000 (14)
34	100	73	31.42	1000.00	34.00	388.67	0.000000	0.00	0.000 (14)
35	100	74	31.42	1000.00	37.36	395.06	0.000000	0.00	0.000 (14)
36	100	75	31.42	1000.00	40.92	401.74	0.000000	0.00	0.000 (14)
37	100	76	31.42	1000.00	44.70	408.70	0.000000	0.00	0.000 (14)
38	100	77	31.42	1000.00	48.69	415.91	0.000000	0.00	0.000 (14)
39	100	78	31.42	1000.00	52.90	423.34	0.000000	0.00	0.000 (14)
40	100	79	31.42	1000.00	57.34	430.99	0.000000	0.00	0.000 (14)
41	100	80	31.42	1000.00	62.01	438.84	0.000000	0.00	0.000 (14)
42	100	81	62.83	1000.00	66.92	516.07	0.000000	0.00	0.000 (14)
43	100	82	62.83	1000.00	72.06	525.08	0.000000	0.00	0.000 (14)
44	100	83	62.83	1000.00	77.46	534.26	0.000000	0.00	0.000 (14)
45	100	84	62.83	1000.00	83.10	543.62	0.000000	0.00	0.000 (14)
46	100	85	62.83	1000.00	89.00	553.15	0.000000	0.00	0.000 (14)
47	100	86	62.83	1000.00	95.17	562.83	0.000000	0.00	0.000 (14)
48	100	87	62.83	1000.00	101.60	572.66	0.000000	0.00	0.000 (14)
49	100	88	62.83	1000.00	108.30	582.65	0.000000	0.00	0.000 (14)
50	100	89	62.83	1000.00	115.29	592.78	0.000000	0.00	0.000 (14)
51	100	90	62.83	1000.00	122.55	603.04	0.000000	0.00	0.000 (14)
52	100	91	62.83	1000.00	130.10	613.45	0.000000	0.00	0.000 (14)
53	100	92	62.83	1000.00	137.95	623.98	0.000000	0.00	0.000 (14)
54	100	93	62.83	1000.00	146.09	634.65	0.000000	0.00	0.000 (14)
55	100	94	62.83	1000.00	154.54	645.45	0.000000	0.00	0.000 (14)
56	100	95	62.83	1000.00	163.29	656.37	0.000000	0.00	0.000 (14)
57	100	96	62.83	1000.00	172.36	667.41	0.000000	0.00	0.000 (14)
58	100	97	62.83	1000.00	181.75	678.58	0.000000	0.00	0.000 (14)
59	100	98	62.83	1000.00	191.46	689.86	0.000000	0.00	0.000 (14)
60	100	99	62.83	1000.00	201.50	726.64	0.000000	0.00	0.000 (14)
61	100	100	31.42	1000.00	211.88	627.63	0.000000	0.00	0.000 (14)
62	100	101	31.42	1000.00	222.59	638.39	0.000000	0.00	0.000 (14)
63	100	102	31.42	1000.00	233.65	649.27	0.000000	0.00	0.000 (14)
64	100	103	31.42	1000.00	245.06	660.25	0.000000	0.00	0.000 (14)
65	100	104	31.42	1000.00	256.82	671.35	0.000000	0.00	0.000 (14)
66	100	105	31.42	1000.00	268.94	682.56	0.000000	0.00	0.000 (14)
67	100	106	31.42	1000.00	281.43	693.87	0.000000	0.00	0.000 (14)
68	100	107	31.42	1000.00	294.29	705.30	0.000000	0.00	0.000 (14)

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (14)
2	100	100	21.99	1000.00	0.75	556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
3	100	100	21.99	1000.00	3.01	556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
4	100	100	21.99	1000.00	6.77	556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
5	100	100	21.99	1000.00	12.03	556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
6	100	100	21.99	1000.00	18.78	556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
7	100	100	21.99	1000.00	-27.50	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
8	100	100	21.99	1000.00	-29.90	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
9	100	100	21.99	1000.00	-32.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
10	100	100	21.99	1000.00	-34.20	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
11	100	100	21.99	1000.00	-34.18	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
12	100	100	21.99	1000.00	-33.07	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
13	100	100	21.99	1000.00	-31.94	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
14	100	100	21.99	1000.00	-30.81	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
15	100	100	21.99	1000.00	-29.67	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
16	100	100	21.99	1000.00	-28.52	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
17	100	100	21.99	1000.00	-27.37	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
18	100	100	21.99	1000.00	-26.21	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
19	100	100	21.99	1000.00	-25.06	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
20	100	100	21.99	1000.00	-23.91	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
21	100	100	21.99	1000.00	-22.76	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
22	100	100	21.99	1000.00	-21.61	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
23	100	100	21.99	1000.00	-20.48	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
24	100	100	21.99	1000.00	-19.35	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
25	100	100	21.99	1000.00	-18.24	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
26	100	100	21.99	1000.00	-17.14	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
27	100	100	21.99	1000.00	-16.06	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
28	100	100	21.99	1000.00	-14.99	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
29	100	100	21.99	1000.00	-13.94	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
30	100	100	21.99	1000.00	-12.92	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
31	100	100	21.99	1000.00	-11.92	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
32	100	100	21.99	1000.00	-10.94	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
33	100	100	21.99	1000.00	-10.00	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
34	100	100	21.99	1000.00	-9.08	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
35	100	100	21.99	1000.00	-8.20	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
36	100	100	21.99	1000.00	-7.35	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
37	100	100	21.99	1000.00	-6.53	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
38	100	100	21.99	1000.00	-5.76	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
39	100	100	21.99	1000.00	-5.02	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
40	100	100	21.99	1000.00	-4.33	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
41	100	100	21.99	1000.00	-3.68	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
42	100	100	21.99	1000.00	-3.07	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
43	100	100	21.99	1000.00	-2.51	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
44	100	100	21.99	1000.00	-2.01	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
45	100	100	21.99	1000.00	-1.55	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
46	100	100	21.99	1000.00	-1.15	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
47	100	100	21.99	1000.00	-0.81	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
48	100	100	21.99	1000.00	-0.52	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
49	100	100	21.99	1000.00	-0.30	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
50	100	100	21.99	1000.00	-0.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
51	100	100	21.99	1000.00	-0.03	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (14)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (14)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	3.94	0.000000	0.00	0.000 (15)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	8.28	0.000000	0.00	0.000 (15)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	13.57	0.000000	0.00	0.000 (15)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	21.75	0.000000	0.00	0.000 (15)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	34.53	0.000000	0.00	0.000 (15)
7	100	46	0.00	0.00	0.15	54.08	0.000000	0.00	0.000 (15)
8	100	47	0.00	0.00	0.23	84.20	0.000000	0.00	0.000 (15)
9	100	48	0.00	0.00	0.35	132.33	0.000000	0.00	0.000 (15)
10	100	49	0.00	0.00	0.50	215.29	0.000000	0.00	0.000 (15)
11	100	50	0.00	0.00	0.69	380.61	0.000000	0.00	0.000 (15)
12	100	51	0.00	0.00	0.93	835.46	0.000000	0.00	0.000 (15)
13	100	52	0.00	0.00	1.22	6103.30	0.000000	0.00	0.000 (15)
14	100	53	0.00	0.00	1.57	1685.93	0.000000	0.00	0.000 (15)
15	100	54	31.42	1000.00	1.98	866.75	0.000000	0.00	0.000 (15)
16	100	55	31.42	1000.00	2.45	636.22	0.000000	0.00	0.000 (15)
17	100	56	31.42	1000.00	3.00	530.62	0.000000	0.00	0.000 (15)
18	100	57	31.42	1000.00	3.62	472.04	0.000000	0.00	0.000 (15)
19	100	58	31.42	1000.00	4.33	436.22	0.000000	0.00	0.000 (15)
20	100	59	31.42	1000.00	5.12	413.16	0.000000	0.00	0.000 (15)
21	100	60	31.42	1000.00	6.01	397.98	0.000000	0.00	0.000 (15)
22	100	61	31.42	1000.00	6.99	388.03	0.000000	0.00	0.000 (15)
23	100	62	31.42	1000.00	8.07	381.73	0.000000	0.00	0.000 (15)
24	100	63	31.42	1000.00	9.26	378.09	0.000000	0.00	0.000 (15)
25	100	64	31.42	1000.00	10.57	376.45	0.000000	0.00	0.000 (15)
26	100	65	31.42	1000.00	11.99	376.37	0.000000	0.00	0.000 (15)
27	100	66	31.42	1000.00	13.54	377.53	0.000000	0.00	0.000 (15)
28	100	67	31.42	1000.00	15.21	379.68	0.000000	0.00	0.000 (15)
29	100	68	31.42	1000.00	17.02	382.67	0.000000	0.00	0.000 (15)
30	100	69	31.42	1000.00	18.96	386.36	0.000000	0.00	0.000 (15)
31	100	70	31.42	1000.00	21.05	390.64	0.000000	0.00	0.000 (15)
32	100	71	31.42	1000.00	23.29	395.44	0.000000	0.00	0.000 (15)
33	100	72	31.42	1000.00	25.68	400.69	0.000000	0.00	0.000 (15)
34	100	73	31.42	1000.00	28.23	406.33	0.000000	0.00	0.000 (15)
35	100	74	31.42	1000.00	30.94	412.34	0.000000	0.00	0.000 (15)
36	100	75	31.42	1000.00	33.82	418.67	0.000000	0.00	0.000 (15)
37	100	76	31.42	1000.00	36.88	425.29	0.000000	0.00	0.000 (15)
38	100	77	31.42	1000.00	40.11	432.18	0.000000	0.00	0.000 (15)
39	100	78	31.42	1000.00	43.53	439.32	0.000000	0.00	0.000 (15)
40	100	79	31.42	1000.00	47.14	446.69	0.000000	0.00	0.000 (15)
41	100	80	31.42	1000.00	50.94	454.28	0.000000	0.00	0.000 (15)
42	100	81	62.83	1000.00	54.95	533.22	0.000000	0.00	0.000 (15)
43	100	82	62.83	1000.00	59.16	541.96	0.000000	0.00	0.000 (15)
44	100	83	62.83	1000.00	63.57	550.89	0.000000	0.00	0.000 (15)
45	100	84	62.83	1000.00	68.21	560.01	0.000000	0.00	0.000 (15)
46	100	85	62.83	1000.00	73.06	569.31	0.000000	0.00	0.000 (15)
47	100	86	62.83	1000.00	78.14	578.78	0.000000	0.00	0.000 (15)
48	100	87	62.83	1000.00	83.45	588.41	0.000000	0.00	0.000 (15)
49	100	88	62.83	1000.00	88.99	598.20	0.000000	0.00	0.000 (15)
50	100	89	62.83	1000.00	94.78	608.15	0.000000	0.00	0.000 (15)
51	100	90	62.83	1000.00	100.81	618.24	0.000000	0.00	0.000 (15)
52	100	91	62.83	1000.00	107.09	628.48	0.000000	0.00	0.000 (15)
53	100	92	62.83	1000.00	113.63	638.86	0.000000	0.00	0.000 (15)
54	100	93	62.83	1000.00	120.43	649.38	0.000000	0.00	0.000 (15)
55	100	94	62.83	1000.00	127.50	660.03	0.000000	0.00	0.000 (15)
56	100	95	62.83	1000.00	134.83	670.81	0.000000	0.00	0.000 (15)
57	100	96	62.83	1000.00	142.45	681.73	0.000000	0.00	0.000 (15)
58	100	97	62.83	1000.00	150.34	692.77	0.000000	0.00	0.000 (15)
59	100	98	62.83	1000.00	158.52	703.94	0.000000	0.00	0.000 (15)
60	100	99	62.83	1000.00	167.00	742.21	0.000000	0.00	0.000 (15)
61	100	100	31.42	1000.00	175.77	640.01	0.000000	0.00	0.000 (15)
62	100	101	31.42	1000.00	184.84	650.69	0.000000	0.00	0.000 (15)
63	100	102	31.42	1000.00	194.22	661.48	0.000000	0.00	0.000 (15)
64	100	103	31.42	1000.00	203.91	672.39	0.000000	0.00	0.000 (15)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
65	100	104	31.42	1000.00	213.92	683.41	0.000000	0.00	0.000 (15)
66	100	105	31.42	1000.00	224.26	694.55	0.000000	0.00	0.000 (15)
67	100	106	31.42	1000.00	234.92	705.80	0.000000	0.00	0.000 (15)
68	100	107	31.42	1000.00	245.91	717.16	0.000000	0.00	0.000 (15)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)
2	100	100	21.99	1000.00	0.68	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
3	100	100	21.99	1000.00	2.72	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
4	100	100	21.99	1000.00	6.13	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
5	100	100	21.99	1000.00	10.89	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
6	100	100	21.99	1000.00	17.00	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
7	100	100	21.99	1000.00	1.74	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
8	100	100	21.99	1000.00	1.25	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
9	100	100	21.99	1000.00	0.80	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
10	100	100	21.99	1000.00	0.39	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
11	100	100	21.99	1000.00	0.01	556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
12	100	100	21.99	1000.00	-0.33	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
13	100	100	21.99	1000.00	-0.64	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
14	100	100	21.99	1000.00	-0.92	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
15	100	100	21.99	1000.00	-1.16	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
16	100	100	21.99	1000.00	-1.37	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
17	100	100	21.99	1000.00	-1.56	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
18	100	100	21.99	1000.00	-1.72	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
19	100	100	21.99	1000.00	-1.85	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
20	100	100	21.99	1000.00	-1.96	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
21	100	100	21.99	1000.00	-2.04	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
22	100	100	21.99	1000.00	-2.11	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
23	100	100	21.99	1000.00	-2.15	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
24	100	100	21.99	1000.00	-2.17	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
25	100	100	21.99	1000.00	-2.17	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
26	100	100	21.99	1000.00	-2.16	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
27	100	100	21.99	1000.00	-2.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
28	100	100	21.99	1000.00	-2.09	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
29	100	100	21.99	1000.00	-2.03	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
30	100	100	21.99	1000.00	-1.96	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
31	100	100	21.99	1000.00	-1.88	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
32	100	100	21.99	1000.00	-1.79	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
33	100	100	21.99	1000.00	-1.69	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
34	100	100	21.99	1000.00	-1.59	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
35	100	100	21.99	1000.00	-1.48	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
36	100	100	21.99	1000.00	-1.36	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
37	100	100	21.99	1000.00	-1.25	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
38	100	100	21.99	1000.00	-1.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
39	100	100	21.99	1000.00	-1.01	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
40	100	100	21.99	1000.00	-0.89	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
41	100	100	21.99	1000.00	-0.77	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
42	100	100	21.99	1000.00	-0.66	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
43	100	100	21.99	1000.00	-0.55	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
44	100	100	21.99	1000.00	-0.45	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
45	100	100	21.99	1000.00	-0.36	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
46	100	100	21.99	1000.00	-0.27	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
47	100	100	21.99	1000.00	-0.19	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
48	100	100	21.99	1000.00	-0.13	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
49	100	100	21.99	1000.00	-0.07	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
50	100	100	21.99	1000.00	-0.03	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
51	100	100	21.99	1000.00	-0.01	-556.88	0.000000	0.00	0.000 (15)
52	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	MU 19 B0 001	A	77 di 77