Sanas
GRUPPO FS ITALIANE

Direzione Tecnica

S.S. n°1 AURELIA
VARIANTE ALL'ABITATO DI IMPERIA
LOTTO 1
DA SVINCOLO TORRENTE PRINO A SVINCOLO IMPERO

PROGETTO DEFINITIVO

COD. GE271

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:
PRO ITER
Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.

MANDANTI:
delta ingegneria
ViA INGEGNERIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:
Geol. Massimo Mezzanzanica – Società Pro Iter Srl
Ordine Geologi Regione Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Ing. Matteo Di Girolamo – Società VIA Ingegneria Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. n° 15138

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:
Ing. Fabrizio Cardone

PROTOCOLLO:

DATA:

IL PROGETTISTA:
Ing. Nicola D'Alessandro – Società Delta Ingegneria Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Agrigento n. A995

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT.ING. FORMICHI RICCARDO
Sez.A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n°A 18045

Sez. A
N. A 995
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Agrigento
Dott. Ing.
Nicola D'Alessandro
civile ambientale, industriale, dell'informazione settori

OPERE D'ARTE MINORI
Opere di mitigazione acustica

Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO: DPGE2710 LIV. PROG.: D 23	T00OM10STRRE01A.PDF		
	CODICE ELAB.: T00OM10STRRE01	A	Varie

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	Gennaio 2024	D. D'Alessandro	M. Carlino	N. D'Alessandro

I N D I C E

1 RELAZIONE TECNICA 2
1.1 DESCRIZIONE INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 2
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
2 DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE 4
2.1 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO 4
2.2 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI 5
2.3 CALCESTRUZZO 8
2.4 ACCIAIO PER ARMATURE C.A. 9
2.5 COPRIFERRO 9
3 MURO DI SOSTEGNO T1MU05 11
3.1 METODOLOGIA DI CALCOLO 11
3.2 FONDAZIONI 12
4 AZIONI SULLE STRUTTURE 15
4.1 AZIONI PERMANENTI 16
4.2 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO 17
4.3 AZIONI SISMICHE 23
4.4 STATI LIMITI E COMBINAZIONI DI CARICO 25
5 TABULATI DI CALCOLO 28

1 RELAZIONE TECNICA

1.1 DESCRIZIONE INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Oggetto della presente relazione è il calcolo del cordolo di fondazione della barriera acustica ubicata lungo l'asse di progetto della SS.1 Aurelia - Variante all'abitato di Imperia"

L'opera è costituita da un cordolo con fondazione su pali DN400 sul quale è agganciata la barriera fonoassorbente di H variabile da 3 a 5 m.

Il calcolo dell'opera in oggetto è stato eseguito sulla base della caratterizzazione geotecnica appositamente redatta, a cui si rimanda, da cui sono state estrapolate le seguenti caratterizzazioni geomeccaniche dei terreni interessati dalla specifica opera in progetto.

I parametri geotecnici dei terreni interessati, desunti dalla relazione geotecnica, sono i seguenti

Alluvioni recenti Ar	γ_N = 18 KN/m^3
	c' = 0 KPa
	ϕ' = 36 ÷ 37°
	E' = 50 ÷ 60 MPa

Dalla caratterizzazione geotecnica e dal profilo geotecnico, per il terreno di fondazione dell'opera si schematizza cautelativamente la seguente stratigrafia di calcolo.

<u>Stratigrafia di calcolo da quota imposta pali.</u>

Alluvioni recenti ar – spessore 20.00 m.

gamma= 18.0 kN/mc. c'=0/5 Kpa fi'=36/37°

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

- D.M. 14/01/2018 "*Norme tecniche sulle costruzioni* "
- Circolare 617 del 02/02/2019 Istruzioni su NTC "*Norme tecniche sulle costruzioni* "
- D.M. 11/03/1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce,* la *stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*", che ha sostituito il precedente D.M. 21/01/1981 di pari oggetto;
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483/88, concernente le istruzioni al D.M. 11/03/1988, che ha sostituito la precedente Circ. Min. LL.PP. n° 21597/81;
- Ordinanza Presidente del Consiglio n° 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*" pubblicata nella G.U. n. 105 8/5/2003 recepita dalla Regione Sicilia con delibera di Giunta regionale n° 408 del 19/12/2003 e successivo decreto del Dipartimento Regionale Protezione Civile del 15 gennaio 2004 - G.U.R.S. n° del 13/02/2004;

2 DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

2.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Ogni struttura, in presenza di azioni sismiche, deve essere assegnata ad una classe d'uso in funzione delle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, come definite al punto 2.4.2 delle NTC2018.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La vita nominale di progetto VN di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I.

Tab. 2.4.I – *Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Le strutture sono state classificate di **Classe IV** e progettate, trattandosi di costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie, per una **vita nominale** V_N = **50** anni.

Le azioni sismiche da applicare alla struttura sono valutate in relazione ad un **periodo di riferimento V_R**, che si ottiene a partire dalla vita nominale V_N moltiplicandola per un **coefficiente d'uso C_U**, funzione della classe d'uso, secondo la Tab. 2.4.II delle NTC 2018.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso C_U*

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

Pertanto considerando che per il caso particolare il coefficiente d'uso C_U risulta pari a 2, segue che il periodo di riferimento risulta pari a $\mathbf{V_R = V_N * C_U = 100}$ **anni**.

In definitiva sono stati utilizzati i seguenti parametri:

Tipo di costruzione (§2.4.1 NTC 2018)	*2*
Vita nominale V_N (§2.4.1 NTC 2018)	*50 anni*
Classe d'uso (§2.4.2 NTC 2018)	*IV*
V_R periodo di riferimento (§2.4.3 NTC 2018)	*100*

2.2 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

In accordo con la Tabella 1 della UNI11104-2016, riportata di seguito, la classe di esposizione considerata è la XC4/XA1, trattandosi di opere con calcestruzzo in esterni esposto all'acqua e a contatto con terreni debolmente aggressivi.

prospetto 1 **Classi di esposizione**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: ambiente molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.

prospetto 1 **Classi di esposizione**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo che contiene armatura o altri inserti metallici sia esposto all'aria ed all'umidità, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XC1	Permanentemente secco, acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria bassa. Calcestruzzo permanentemente immerso in acqua o esposto a condensa.
XC2	Prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco	Calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Calcestruzzo di strutture di contenimento acqua. Calcestruzzo di molte fondazioni.
XC3	Moderata o alta umidità dell'aria	Calcestruzzo in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità dell'aria da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo in esterni con superfici soggette a alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Calcestruzzo ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
Nel caso in cui il calcestruzzo armato o con inserti metallici sia esposto ad acqua contenente cloruri da origini diverse da quelle dell'acqua di mare, inclusi i sali disgelanti, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XD1	Moderata umidità dell'aria	Calcestruzzo esposto all'azione aggressiva dei cloruri trasportati dall'aria per esempio derivanti dall'uso di sali disgelanti. Per esempio impalcati da ponti, viadotti o barriere stradali.
XD2	Prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco	Calcestruzzo per impianti di trattamento acque o esposto ad acque contenenti cloruri, per esempio acque industriali o di piscine.
XD3	Ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo esposto a spruzzi di soluzioni di cloruri, per esempio derivanti da sali disgelanti. Per esempio su impalcati da ponti, viadotti o barriere stradali. Calcestruzzo di opere accessorie stradali (muri di sostegno), parti di ponti, pavimentazioni stradali o industriali o di parcheggi.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
Nel caso in cui il calcestruzzo armato o con inserti metallici sia esposto ai cloruri dell'acqua di mare o a salsedine trasportata dall'acqua, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XS1	Aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo per strutture in zone costiere.
XS2	Acqua di mare	Calcestruzzo di parti di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Aree soggette a marea, moto ondoso, spruzzi di acqua di mare	Calcestruzzo di opere portuali, per esempio banchine, moli, pontili. Calcestruzzo di opere di difesa marittima, per esempio barriere frangiflutti, dighe foranee.
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
Nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto ad un significativo attacco da cicli di gelo/disgelo, purché bagnato, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XF1	Condizioni che determinano una moderata saturazione del calcestruzzo, in assenza di agente disgelante	Calcestruzzo di facciate, colonne o elementi strutturali verticali o inclinati esposti alla pioggia ed ai cicli di gelo/disgelo.
XF2	Condizioni che determinano una moderata saturazione del calcestruzzo in presenza di agente disgelante	Calcestruzzo di facciate, colonne o elementi strutturali verticali o inclinati esposti alla pioggia ed ai cicli di gelo/disgelo in presenza di sali disgelanti, per esempio opere stradali esposte al gelo in presenza di sali disgelanti trasportati dall'aria.
XF3	Condizioni che determinano una elevata saturazione del calcestruzzo in assenza di agente disgelante	Calcestruzzo di elementi orizzontali in edifici dove possono aver luogo accumuli d'acqua.
XF4	Condizioni che determinano una elevata saturazione del calcestruzzo con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Calcestruzzo di elementi orizzontali, di strade o pavimentazioni, esposti al gelo ed ai sali disgelanti oppure esposti al gelo in zone costiere.

prospetto 1 **Classi di esposizione**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
6 Attacco chimico *)		
Nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto ad attacco chimico derivante da acque sotterranee o dal terreno, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206:2014
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206:2014
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206:2014

*) Acque reflue con caratteristiche chimiche nei limiti indicati nel prospetto 2 della UNI EN 206:2014 e prive di altri aggressivi chimici sono classificabili con le classi di esposizione per l'attacco chimico da parte delle acque del terreno. L'acqua di mare per quanto riguarda l'attacco chimico è da considerare un ambiente moderatamente aggressivo.

La classe di resistenza utilizzata per i calcestruzzi, in conformità alla Tab. 5 della UNI 11104-2016, è la C32/40 sia in fondazione che in elevazione.

prospetto 5 **Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo**

	Classi di esposizione																
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto *a/c*	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30		C30/37	C32/40	C32/40	C35/45		C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C30/37	C30/37,	32/40	35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m^3) [d]	-	300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												[b]	4,0[a]					
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati[c]		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390 -9, UNI CEN/TR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con D_{upper} >20mm; per D_{upper} inferiori il limite minimo andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per D_{upper} tra 12 mm e 16 mm).
b) Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
d) Quando si applica il concetto di valore *k* il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

In base a quanto definito nella tabella precedente e in accordo con quanto previsto nelle tabelle 4.1.III e 4.1.IV delle NTC2018, si definiscono le condizioni ambientali ed i relativi limiti di apertura delle fessure accettabili per ciascun elemento strutturale.

Tab. 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

Nella tabella 4.1.IV del D.M. 17 Gennaio 2018, riportata di seguito, sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura. Nel caso specifico si evidenziano i limiti di apertura delle fessure da utilizzare per le verifiche agli stati limite di esercizio:

Tab. 4.1.IV - *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

dove i valori nominali di apertura delle fessure sono riportati di seguito:

$w_1 = 0,2$ mm $w_2 = 0,3$ mm $w_3 = 0,4$ mm

In sintesi, le condizioni ambientali adottate sono aggressive, con ampiezza limite delle fessure pari a 0,3 mm per combinazioni frequente e 0,2 mm per combinazioni quasi permanenti.

2.3 Calcestruzzo

Calcestruzzo per magrone

- classe di resistenza C12/15

Calcestruzzo per zattera fondazione

- classe di resistenza C32/40
- rapporto acqua/cemento max 0,50
- contenuto cemento min 340 kg/mc
- diametro inerte max 20 mm
- classe di consistenza S4
- classe esposizione XC2/XA1

Calcestruzzo per paramento

- classe di resistenza C32/40
- rapporto acqua/cemento max 0,50
- contenuto cemento min 340 kg/mc
- diametro inerte max 20 mm
- classe di consistenza S4
- classe esposizione XC4/XA1

Le caratteristiche del calcestruzzo da utilizzare sono le seguenti:

Resistenza caratteristica cubica	*Rck*	*40,00*	*N/mm²*
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	*32,00*	*N/mm²*
Fattore di sicurezza calcestruzzo	γ_c	*1,50*	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}=0,85*f_{ck}/\gamma_c$	*18,13*	*N/mm²*
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\sigma_c=0,60*f_{ck}$	*19,20*	*N/mm²*
Resistenza a trazione media	$f_{ctm}=0,30*f_{ck}^{2/3}$	*3,02*	*N/mm²*
Resistenza a trazione media	$f_{ctk}=0,7*f_{ctm}$	*2,12*	*N/mm²*
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_c$	*1,41*	*N/mm²*
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c=0,60*f_{ck}$	*19,20*	*N/mm²*
Resistenza a compressione (comb. Quasi Permanente)	$\sigma_c=0,45*f_{ck}$	*14,40*	*N/mm²*

2.4 Acciaio per armature c.a.

Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk} >=	*450*	*N/mm²*
Tensione caratteristica a rottura	f_{tk} >=	*540*	*N/mm²*
Fattore di sicurezza acciaio	γ_s	*1,15*	*N/mm²*
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	*391,30*	*N/mm²*
Tensione massima a trazione (comb. Rara)	$\sigma_s=0,80*f_{yk}$	*360,00*	*N/mm²*

Si dovrà verificare che l'acciaio rispetti le seguenti condizioni:

$$(f_y / f_{y)k} \leq 1.35 \qquad (f_t/ f_{y)k} \geq 1.15$$

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" aggiornate con D.M. 17 gennaio 2018. E' onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

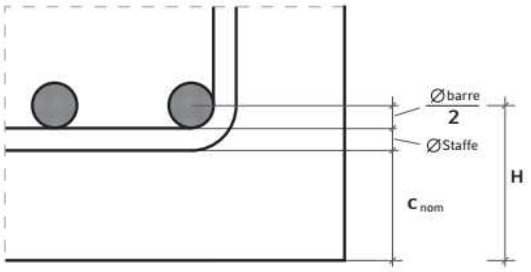
2.5 Copriferro

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione occorre assicurare un valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro).

In conformità ai principi prestazionali su cui si basano le nuove Norme, il calcolo dell'entità del copriferro da utilizzare può essere condotto con riferimento a quanto riportato nella Circolare Esplicativa (C4.1.6.1.3).

Il copriferro nominale è definito da:

$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$



in cui C_{min} è il copriferro minimo necessario per la protezione delle armature dalla corrosione, indicato nella Tabella C4.1.IV della Circolare; ΔC_{dev} è la tolleranza di esecuzione, pari a 10 mm o minore.

Tabella C4.1.IV - *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Pertanto, il copriferro minimo risulta pari a 30 mm. Nel calcolo si è assunta una tolleranza di esecuzione di 10 mm e prudenzialmente si è adottato un copriferro uniforme in fondazione e in elevazione di 30+10 = 40 mm.

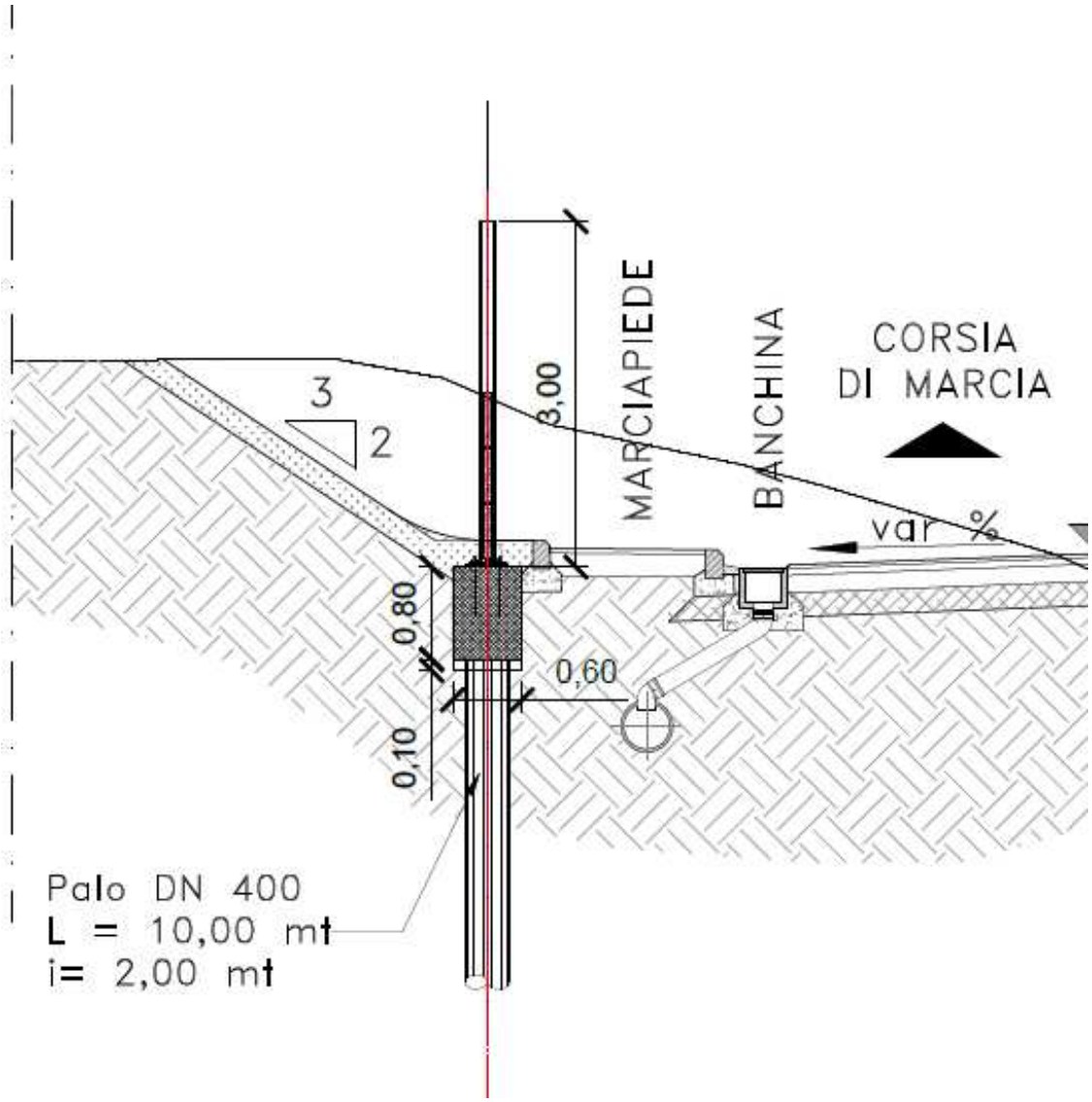
3 MURO DI SOSTEGNO T1MU05

3.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento strutturale è stato effettuato mediante il seguente programma di calcolo:

AZTEC – MAX – CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

Il cordolo è rappresentato in figura.



3.2 FONDAZIONI

Le fondazioni sono di tipo indiretto e costituite da pali DN 400.

La verifica al carico limite della fondazione su pali viene effettuata nei confronti degli SLU.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione Ed<=Rd

Con: Ed valore di progetto dell'azione ed Rd valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

La verifica della condizione va effettuata impiegando diverse combinazioni dei gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 ed M2) e per le resistenze (R1, R2 ed R3).

I diversi gruppi di coefficienti vanno scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti. Gli approcci possibili sono i seguenti:

Approccio 1: sono previste due combinazioni di gruppi di coefficienti.

Approccio 2: è prevista una unica combinazione di gruppi di coefficienti.

La norma impone differenti coefficienti parziali nei confronti delle azioni (A), dei parametri geotecnici del terreno (M) e delle resistenze caratteristiche (R).

Nel caso in oggetto si adotta l'approccio 2, per il quale i coefficienti da utilizzare sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Tabella 6.4.I - *Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.*

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	γ_R = 1,0	γ_R = 1,8	γ_R = 2,3
Scorrimento	γ_R = 1,0	γ_R = 1,1	γ_R = 1,1

Secondo l'approccio 1, i coefficienti da utilizzare sono i seguenti:

Tabella 6.4.II – *Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.*

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_c	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (#)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(#) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Per lo SLU strutturale (STR): coefficienti A1, M1 e R1

Per lo SLU geotecnico (GEO): coefficienti A2, M2 e R2

Secondo l'approccio 2, i coefficienti da utilizzare sono i seguenti:
Per entrambi gli SLU: coefficienti A1, M1 e R3

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate nei confronti degli stati limite ultimi di tipo geotecnico:
Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;

Il valore di progetto R_d della resistenza è ottenuto a partire dal valore caratteristico applicando i coefficienti parziali (tab. 6.4.II del DM 2018). Nella tabella seguente si riportano i coefficienti relativi ai pali trivellati.

TABELLA 3-1 COEFFICIENTI PARZIALI DA APPLICARE ALLE RESISTENZE CARATTERISTICHE (TAB. 6.4.II DEL DM 2018).

Resistenza	**R1**	**R2**	**R3**
Base	1,0	1,7	**1,35**
Laterale in compress.	1,0	1,45	**1,15**

Laterale in trazione	1,0	1,6	1,25

Il valore della resistenza caratteristica R_k del singolo palo è determinata con metodi di calcolo analitici, applicando alle resistenze calcolate i fattori di correlazione, che dipendono dal numero di verticali indagate e riportati nella tabella 6.4.IV del DM 2018.

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{\min}}{\xi_4}\right\}$$

TABELLA 3-2 FATTORI DI CORRELAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA IN FUNZIONE DEL NUMERO DI VERTICALI INDAGATE (TAB. 6.4.IV DEL DM 2018).

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Nel caso in oggetto il fattore di correlazione scelto è relativo alla colonna con numero di verticali indagate in prossimità del muro = 1.

Il fattore di correlazione è quindi pari a: 1.7

Ricapitolando, nei successivi calcoli analitici della portanza dei pali vengono utilizzati i seguenti parametri per la determinazione della portanza del singolo palo:

Coefficiente parziale R3=1,35 base

Coefficiente parziale R3=1,15 laterale in compressione

Coefficiente parziale R3=1,25 laterale in trazione

fattore di correlazione 1.7

Dai tabulati di calcolo si sono determinate le seguenti lunghezze dei pali .

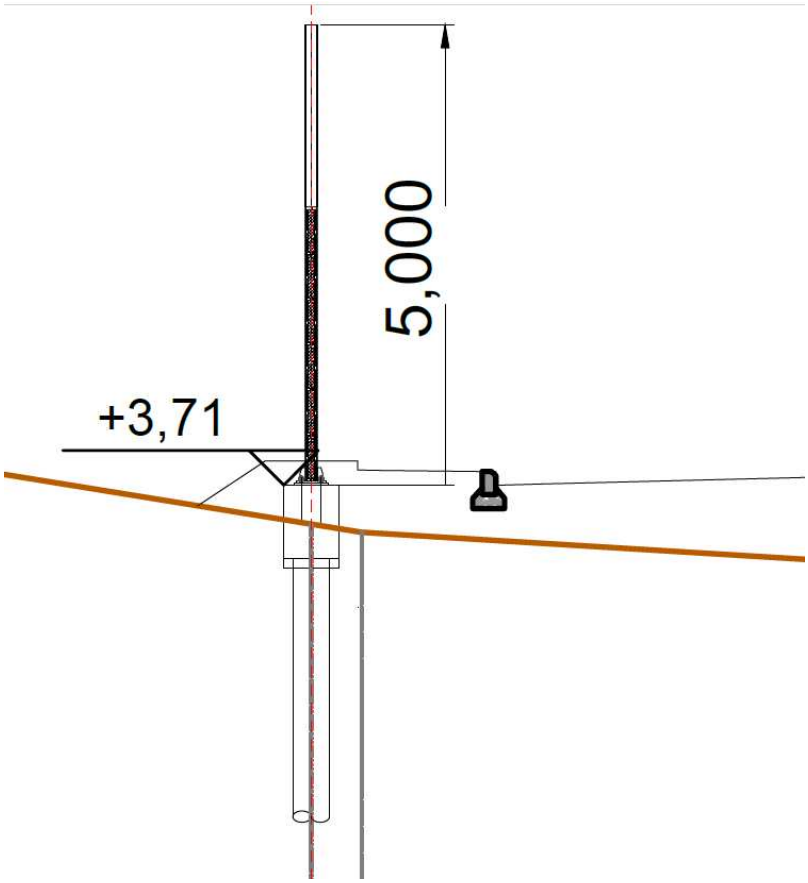
L. palo 10.00 m.

4 AZIONI SULLE STRUTTURE

Le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche sono state verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

In questo paragrafo vengono definiti i carichi applicati relativi alla costruzione in esame. Le azioni permanenti da inserire nelle combinazioni legate all'azione gravitazionale sono determinate a partire dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali di cui è composta la struttura sia nelle parti strutturali sia in quelle non strutturali.

cordolo con barriera fonoassorbente H 5.



SEZIONE TIPO

NEL CASO IN OGGETTO LE AZIONI SULLA STRUTTURA SONO LE SEGUENTI:

AZIONI PERMANENTI
PESO PROPRIO
SPINTA DELLE TERRE

AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO
CARICHI STRADALI
AZIONE DEL VENTO DA BARRIERA FONOASSORBENTE

AZIONI SISMICHE

4.1 Azioni permanenti

Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali g_1 è valutato dal programma automaticamente, assumendo un peso specifico del calcestruzzo di 25 kN/m³.

Carichi permanenti portati

I carichi permanenti portati g_2 sono rappresentati dal peso delle barriere stradali, delle barriere fonoassorbenti e ringhiere metalliche.

Tali azioni sono state valutate in funzione della geometria e applicate come carichi uniformemente distribuiti.

Spinta delle terre

La spinta delle terre è valutata dal software di calcolo, secondo la teoria di Culmann.

La spinta delle terre assume un andamento lineare con la profondità h secondo la legge:

$$\sigma_h = K \cdot \gamma_t \cdot h$$

con K coefficiente di spinta attiva o a riposo, a seconda dell'elemento strutturale.

Per i muri su pali si è adottato il coefficiente di spinta a riposo, mentre per i muri a fondazione diretta si è adottato il coefficiente di spinta attiva.

4.2 Azioni variabili da traffico

Carichi verticali q1

I carichi stradali che insistono sul rilevato determinano l'insorgere di spinte orizzontale agenti lungo le pareti dei muri. Il valore di tale carico orizzontale è stato valutato considerando il caso di spinta a riposo del terreno.

La Circolare 21/01/2019 n. 7 al punto C5.1.3.3.5.1 *Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte* prevede che "*ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d' ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m. In un rilevato correttamente consolidato, si può assumere una diffusione del carico con angolo di 30°".*

Lo schema di carico 1 prevede un carico uniforme di 9 kN/m² e due carichi $Q_{1,k}$ di 300 kN per asse, per un totale di 600 kN. Distribuendo tali carichi concentrati su una superficie di 3,0 x 2,2 m, si ottiene un carico distribuito Q_s a quota pavimentazione pari a:

$Q_s = 2 \cdot Q_{1,k} / (2{,}20 \cdot 3{,}00) = 90{,}91$ kN/m²

Considerando un angolo di diffusione del carico di 30°, si può calcolare facilmente l'area di diffusione dei carichi alle diverse profondità. Si assume che la diffusione avvenga secondo lo schema seguente:

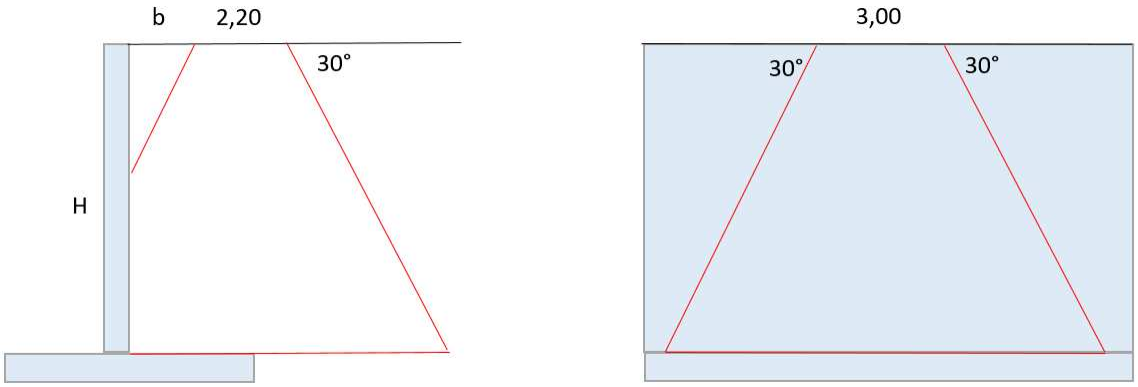


FIGURA 1 – DIFFUSIONE DEL CARICO Q1 IN DIREZIONE TRASVERSALE E LONGITUDINALE

L_{dtsup}= 2,20 m

L_{dlsup} = 3,00 m

$L_{dtinf} = 2{,}20 + b + H \cdot \tan 30°$

$L_{dlinf} = 3{,}00 + 2 \cdot H \cdot \tan 30°$

Le corrispondenti tensioni orizzontali risultano:

$q_{sup} = K_o \cdot 2 \cdot Q_{1,k} / (L_{dtsup} \cdot L_{dlsup})$

$q_{inf} = K_o \cdot 2 \cdot Q_{1,k} / (L_{dtinf} \cdot L_{dlinf})$

Il carico distribuito $q_{1,k}$ sulla corsia, pari a 9 kN/m², determina un incremento di spinta uniforme:

$q_u = K_o \cdot q_{1,k} = 3{,}8$ kN/m²

Il carico complessivo è quindi la somma dei due contributi.

L'incremento della spinta sul paramento dovuto ai carichi stradali è stato applicato manualmente sui muri.

Cautelativamente, si sono considerate due condizioni di carico, una con l'incremento di spinta applicato sul paramento dei muri ed una con un sovraccarico uniforme sulla sede stradale di 2000 kg/m².

Azioni sui parapetti

Per i parapetti si è tenuto conto, in conformità alle NTC2018, di un azione orizzontale di 1,5 kN/m applicata ad 1,00 m di altezza.

Azione del vento

Per le barriere fonoassorbenti, si è applicata l'azione del vento sulla barriera.

Tale azione, esercita una pressione, ortogonale al paramento verticale, costante lungo tutta l'altezza. Secondo le NTC2018, la pressione del vento è valutata mediante la seguente espressione:

dove:

q_r è la pressione cinetica $p = q_r \, c_e \, c_p \, c_d$ di riferimento;

c_e è il coefficiente di esposizione;

cp è il coefficiente di pressione;

cd è il coefficiente dinamico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione ortogonale alla superficie.

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \le a_0$$
$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \le 1500 \text{ m}$$

con

$v_{b,0}$, a_o, k_a parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della regione in cui sorge la costruzione e delle zone definite nella Fig. 3.3.1;

a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

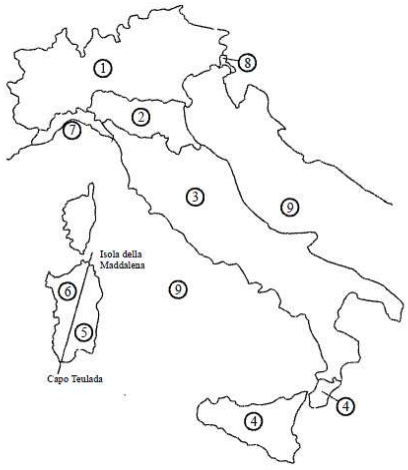


Figura 3.3.1 – *Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano*

Tabella 3.3.I - *Valori dei parametri* $v_{b,0}$, a_0, k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Essendo la struttura in zona 7 (Liguria) e ad una altitudine di circa 30 m s.m., la velocità base di riferimento risulta:

v_b = 28 m/s

La pressione cinetica di riferimento del vento q_r, espressa in N/m², si ottiene con la seguente formula:

$$q_b = \frac{1}{2}\rho v_b^2$$

dove

v_b è la velocità di riferimento del vento, espressa in m/s;

ρ è la densità dell'aria, assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Il valore della pressione cinetica di riferimento vale:

$$q_r = 0{,}5 \cdot 1{,}25 \cdot 28^2 = 490 \text{ N/m}^2 = 0{,}49 \text{ kN/m}^2$$

Per il coefficiente di esposizione vale la seguente relazione:

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

con

k_r, z_0, z_{min} assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia, assunto generalmente pari a 1 sia per le zone pianeggianti che ondulate, collinose e montane.

Tabella 3.3.II – *Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione*

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III. Nelle fasce entro 40 km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Tabella 3.3.III - *Classi di rugosità del terreno*

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)
L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.	

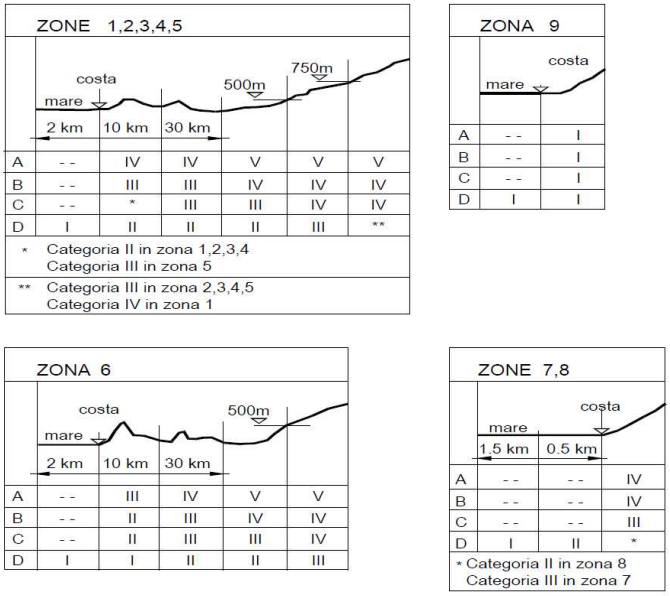


Figura 3.3.2 - *Definizione delle categorie di esposizione*

Per la zona 7, essendo la barriera in un area priva di ostacoli riconducibile alla classe di rugosità del terreno D, in prossimità della costa e a quota inferiore ai 1000 m, la categoria d'esposizione è la III.

Quindi risulta k_r=0,20, z_o=0,10 m e z_{min} = 5,00 m

Il valore del coefficiente di esposizione alla quota massima della barriera z = 5,00 m, vale:

$$C_e = 0{,}19^2 \cdot 1 \cdot \ln(5{,}50/0{,}05) \cdot [7+1 \cdot \ln(5{,}50/0{,}05)] = 2{,}0$$

Il coefficiente dinamico c_d tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è stato assunto pari ad 1.

Il coefficiente di pressione può essere calcolato secondo il punto G.5 delle *Istruzione per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzione, CNR-DT 207/2008*, valido per muri e parapetti. Le istruzioni differenziano il valore del coefficiente di pressione per le diverse zone A, B, C e D individuate nello schema di figura G.21

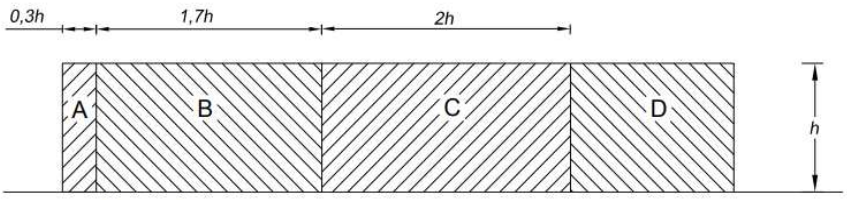


Figura G.21 – Suddivisione di muri e parapetti in aree di uguale pressione complessiva.

I coefficienti di pressione complessiva sono riportati per le diverse zone, per due valori di densità (0,80 e 1,00) del muro e per diversi rapporti tra la lunghezza complessiva del muro l e l'altezza h.

Tabella G.X – Coefficienti di pressione complessiva per muri e parapetti.

φ	Chiusura laterale	*l/h*	A	B	C	D
1,0	no	<3	2,3	1,4	1,2	1,2
		5	2,9	1,8	1,4	
		>10	3,4	2,1	1,7	
	si	tutti	2,1	1,8	1,4	
0,8	si/no	tutti	1,2			

Per il calcolo, si è adottato il coefficiente di pressione 1,2, valido per le zone D, per cui l'azione complessiva del vento risulta: $p = 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 1,0$ kN/m²

Quindi, si sono considerate le seguenti azioni:

Barriera H= 3,00 m

- Forza orizzontale O = 1,0 x 3,00 = 3,0 kN = 0,30 t

- Momento distribuito M = 3,0 x 3,00 / 2 = 4,5 kNm = 0,45 tm.

Barriera H= 4,00 m

- Forza orizzontale O = 1,0 x 4,00 = 4,0 kN = 0,40 t

- Momento distribuito M = 4,0 x 4,00 / 2 = 8,0 kNm = 0,80 tm.

Barriera H= 5,00 m

- Forza orizzontale O = 1,0 x 5,00 = 5,0 kN = 0,50 t

- Momento distribuito M = 5,0 x 5,00 / 2 = 12,5 kNm = 1,25 tm.

4.3 Azioni sismiche

Il calcolo delle azioni sismiche è stato effettuato tramite il software di calcolo, considerando sia il sisma orizzontale che verticale.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

S coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T);

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Per l'area oggetto di intervento, la classificazione del sottosuolo ricavata dallo studio geologico effettuato, è la Categoria B.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nota la categoria di sottosuolo, si ricavano i valori di S_s e C_c attraverso le relazioni della Tabella 3.2.IV:

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_S e di C_C*

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

Per tener conto, invece, delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta

sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite in paragrafo 3.2.2 delle NTC2018 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Considerato che i manufatti si trovano su una superficie in pendio con una pendenza media inferiore al 15%, il sito è stato classificato di tipo T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,0.

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica* S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

I valori di accelerazione sono stati ricavati tramite il software di calcolo, individuando l'ubicazione dell'opera in progetto.

4.4 Stati limiti e combinazioni di carico

Il metodo di verifica agli Stati Limite prevede due insiemi di verifiche, rispettivamente per gli stati limite ultimi (SLU) e gli stati limite di esercizio (SLE).

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla Tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.
(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Per le fondazioni superficiali devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico GEO (carico limite, scorrimento e stabilità globale)
- SLU di tipo strutturale STR (resistenza)

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo la Combinazione (A1+M1+R3) dell'Approccio 2, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 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	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

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

Tab. 6.4.I – *Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali*

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Trattandosi di un opera stradale, si è fatto riferimento ai coefficienti parziali indicati al capitolo 5 Ponti delle NTC2018.

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive, di cui al paragrafo 2.5.3 delle NTC2018:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.);

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots \quad [2.5.4]$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots \quad [2.5.5]$$

Si sono adottati i valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} indicati nella Tabella 5.1.V e i valori dei coefficienti ψ indicati nella Tabella 5.1.VI delle NTC2018.

Tab. 5.1.V – *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU*

		Coefficiente	EQU[1]	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali [2] g_2	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\varepsilon 1}$	0,90 1,00[3]	1,00 1,00[4]	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\varepsilon 2}$, $\gamma_{\varepsilon 3}$, $\gamma_{\varepsilon 4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

[1] Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.
[2] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio 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 validi per le azioni permanenti.
[3] 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
[4] 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - *Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali*

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

5 TABULATI DI CALCOLO

Nelle pagine successive sono presentati i tabulati di calcolo del cordolo barriera.

Nelle pagine introduttive dei tabulati sono presentate le metodologie ed i dati generali di calcolo dei programmi utilizzati.

Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:
- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valodi di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.
I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ. In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di 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 *(W)*, carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura *(R e C)* e resistenza per coesione lungo la parete *(A)*;
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

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

Spinta in presenza di falda

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

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).
La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.
Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta *S'* considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \qquad \beta' = \beta + \theta$$

dove θ = arctg(k_h/(1±k_v)) essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h.
In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

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

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

dove il coefficiente *A* vale

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente *A* si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ.
Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente *A* viene posto pari a 1.
Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.
Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \qquad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove *W* è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.
Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica alla stabilità globale

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. In presenza di pali, per ogni centro vengono analizzate 3 famiglie di superfici di scorrimento: la prima famiglia di superfici passa per tacco della fondazione, la seconda per il punto centrale della lunghezza dei pali, la terza per il piede dei pali. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^{n}\left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i)\tan\varphi_i}{m}\right]}{\sum_{i=0}^{n} W_i \sin\alpha_i}$$

dove il termine *m* è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan\varphi_i \tan\alpha_i}{\eta}\right)\cos\alpha_i$$

In questa espressione *n* è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine *m* che è funzione di η. Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di *m* ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione *c*. Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.
La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_t = Q_p + Q_l - W_p$$

dove:
Q_T portanza totale del palo
Q_P portanza di base del palo
Q_L portanza per attrito laterale del palo
W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.
Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l.

Palo compresso:

$$Q_d = \frac{Q_p}{\eta_p} + \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Palo teso:

$$Q_d = \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p \left(cN_c^{'} + qN_q^{'} + \frac{1}{2} B\gamma N_\gamma^{'} \right)$$

dove:
A_p è l'area portante efficace della punta del palo
c è la coesione
q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo
γ è il peso specifico del terreno
D è il diametro del palo
N'_c N'_q N'_γ sono i coefficienti di capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_l = \int_S \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

dove:
c_a è l'adesione palo-terreno
δ è l'angolo di attrito palo-terreno
γ è il peso specifico del terreno
z è la generica quota a partire dalla testa del palo
L è la lunghezza del palo
P è il perimetro del palo
K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica *K* espressa in Kg/cm^2/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.
Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.
Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.
Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.
La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.
Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo *Ke*, costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.
Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, *K*.
A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con *p* il vettore dei carichi e con *u* il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$\mathrm{u} = \mathrm{K}^{-1}\mathrm{p}$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo.
Se, le caratteristiche del terreno (rappresentate da *Kh*) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per 'rottura' del terreno.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	γ	R_{ck} / f_{cm}	E	ν	n	ntc
					[kg/mc]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*			
1	C32/40	N	C32/40	B450C	2500,00	407,88	343054	0.30	15.00	0.50
		E				0,00	343054			

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}	f_{ym}
	[kg/cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
B450C	4588,65	5506,38	4588,65

Tipologie pali

Simbologia adottata

n° Indice tipologia palo
Descr Descrizione tipologia palo
P Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat Indice materiale che lo costituisce
BD usa metodo di Bustamante-Doix
PN Portanza nota
Pp, Pl Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kg]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	Tipologia palo	Laterale + Punta	Trivellato	Incastro	1	NO	NO	--	--

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	0,00	0,00	0.000
2	15,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 28.000 [°]

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]*	*[°]*
1	-10,00	-3,00	0.000
2	10,00	-3,00	0.000
3	15,00	-3,00	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	0,40	[m]
Altezza paramento libero	0,40	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,10	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,10	[m]
Lunghezza totale	0,60	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

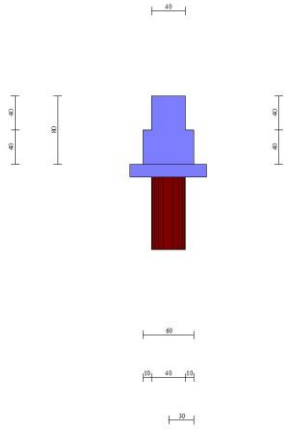


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X	I	f	Np	D	L	α	ALL
		[m]	*[m]*	*[m]*		*[cm]*	*[m]*	*[°]*	
1	Tipologia palo	0,30	2,00	0,00	5	40,00	10,00	0,00	Centrati

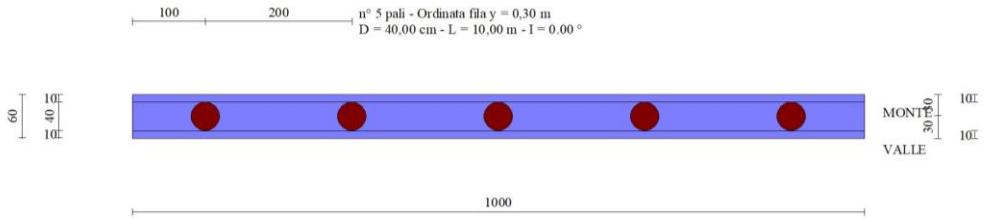


Fig. 2 - Pianta pali

<u>Descrizione terreni</u>

<u>Parametri di resistenza</u>

Simbologia adottata

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

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τ_l	
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
1	Alluvioni	1800,00	2000,00	36.000	24.000	0,05	0,03	1.150	0,00	(CAR)
				36.000	24.000	0,05	0,03		0,00	(MIN)
				36.000	24.000	0,05	0,03		0,00	(MED)
2	Alteriti	1900,00	2000,00	29.000	19.330	0,25	0,13	1.000	0,00	(CAR)
				29.000	19.333	0,25	0,13		0,00	(MIN)
				29.000	19.333	0,25	0,13		0,00	(MED)
3	Flysh FS1	2400,00	2500,00	42.000	28.000	1,40	0,70	1.000	0,00	(CAR)
				42.000	28.000	1,40	0,70		0,00	(MIN)
				42.000	28.000	1,40	0,70		0,00	(MED)
4	Rilevato stradale	2000,00	2000,00	33.000	22.000	0,00	0,00	1.000	0,00	(CAR)
				33.000	22.000	0,00	0,00		0,00	(MIN)
				33.000	22.000	0,00	0,00		0,00	(MED)
5	Riporti	1800,00	2000,00	35.000	23.330	0,10	0,05	1.150	0,00	(CAR)
				35.000	23.333	0,10	0,05		0,00	(MIN)
				35.000	23.333	0,10	0,05		0,00	(MED)
6	Flysh FS2	2200,00	2300,00	34.000	22.667	0,70	0,35	1.000	0,00	(CAR)
				34.000	22.667	0,70	0,35		0,00	(MIN)
				34.000	22.667	0,70	0,35		0,00	(MED)
7	Argille	1900,00	2100,00	29.000	19.330	0,45	0,23	1.000	0,00	(CAR)
				29.000	19.333	0,45	0,23		0,00	(MIN)
				29.000	19.333	0,45	0,23		0,00	(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm^2/cm
Per calcolo pali (solo se presenti)
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')
K_{sta}, K_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	K_{sta}	K_{sis}
	[m]	[°]		[Kg/cm^3]	[Kg/cm^3]	[Kg/cm^3]				
1	0,80	0.000	Rilevato stradale	0.000	0.000	0,000	0,000	1,000	---	---
2	15,00	0.000	Alluvioni	0.000	0.000	7,031	0,000	1,000	---	---

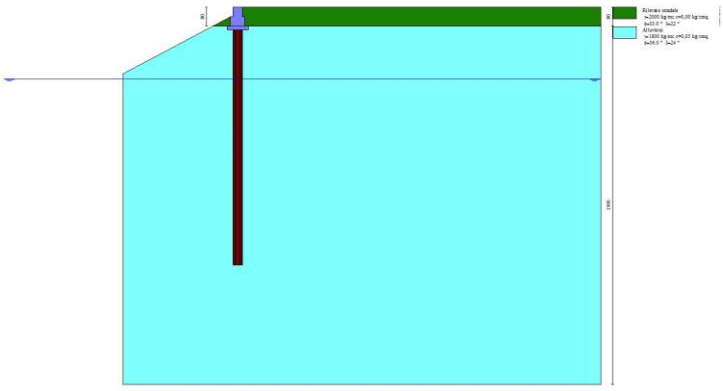


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M Momento espresso in [kgm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg]
Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Traffico veicolare (distribuito)) - VARIABILE TF
Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75$ - $\Psi_1=0.75$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					1,30	12,30	2000,00	2000,00

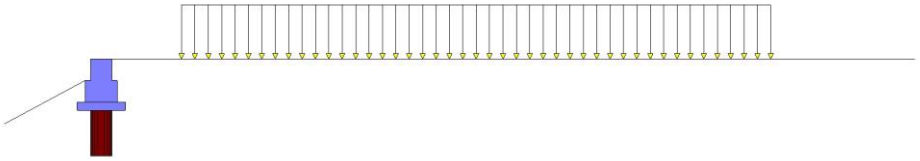


Fig. 4 - Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (Vento su barriera fonoassorbente) - VARIABILE
Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.60$ - $\Psi_1=0.20$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Concentrato	Paramento	-0,30; 0,00	500,00	250,00	1250,00				

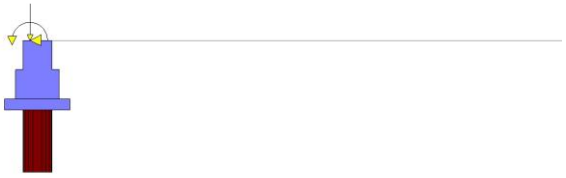


Fig. 5 - Carichi sul muro

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche		
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	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	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unita 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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali
Numero di verticali indagate 1
ζ_3=1.70 ζ_4=1.70

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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + ...$$

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.
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
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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° 4 - 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° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.15	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.30	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.15	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - 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° 14 - 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° 15 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.00	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ

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

Combinazione n° 18 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.00	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 21 - SLEQ H - V

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

Combinazione n° 22 - HYD

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.00	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - UPL

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.50	1.00	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 24 - HYD

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.00	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 25 - UPL

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Traffico veicolare (distribuito)	1.50	0.75	Sfavorevole
Vento su barriera fonoassorbente	1.50	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Imperia
Provincia	Imperia
Regione	Liguria
Latitudine	43.887892
Longitudine	8.031564
Indice punti di interpolazione	18902 - 19124 - 19125 - 18903
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.905	0.608
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.194	0.062
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.467	2.543
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.302	0.244
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	1.000	23.307	11.654
Ultimo - Ribaltamento	1.000	23.307	11.654
Esercizio	1.000	7.437	3.719

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta
Metodo di calcolo della spinta — Culmann
Tipo di spinta — Spinta a riposo
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda — NO
Superficie di spinta limitata — SI
Distanza dalla testa del muro — 20,00

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
Calcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento — Bligh

Spostamenti
Modello a blocchi
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti
Spostamento limite — 5,00 [cm]

Opzioni calcolo pali
Portanza verticale
Metodo di calcolo della portanza alla punta — Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale — Integrazione delle tensioni tangenziali (ks σ_v tan(δ)+ca)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato) — Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità — Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale — Pressione geostatica
Portanza trasversale
Costante di Winkler: costante pari a 0.50 [Kg/cm^2/cm]
Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite — Non attivo
- Pressione limite — Pressione passiva con moltiplicatore M=3,00
- Palo infinitamente elastico — Non attivo

Cedimenti
Metodo di calcolo — Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta — 1,00 [cm]
Spostamento limite laterale — 0,50 [cm]

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

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali — Aggressive
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.
Calcolo momento fessurazione — Apertura
Resistenza a trazione per — Flessione
Valori limite aperture delle fessure: w_1=0.20
w_2=0.30
w_3=0.40

Verifica delle tensioni
Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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 [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kg]	*[°]*	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[m]*
3	Spinta statica	262	22,00	243	98	0,10	-0,49
	Incremento di spinta sismica		201	186	75	0,10	-0,40
	Peso/Inerzia muro			233	1000/117	-0,20	-0,44
	Peso/Inerzia terrapieno			19	80/9	0,05	-0,20
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0,00	0,00
	Resistenza pali			-2573			

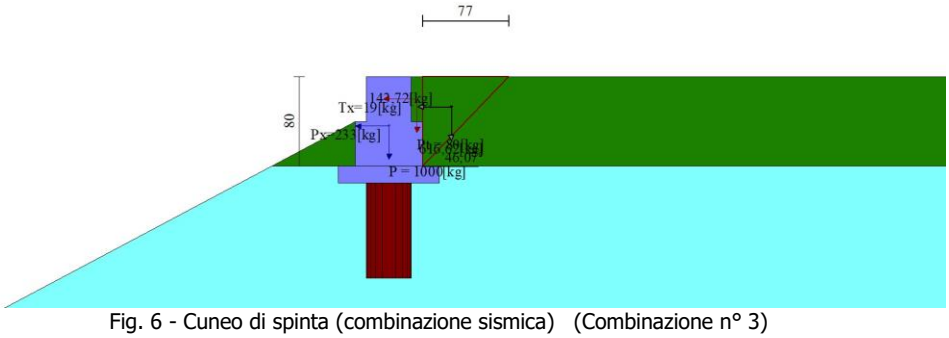


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

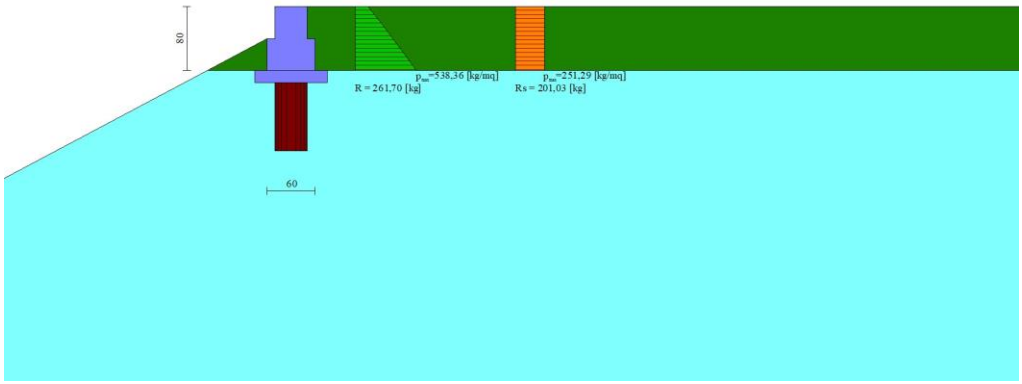


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kg]
M	Momento, espresso in [kgm]
T	Taglio, espresso in [kg]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kg]	*[kgm]*	*[kg]*

Cmb	Ip	N	M	T
		[kg]	*[kgm]*	*[kg]*
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	2758	343	-1362

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_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.644					
2 - STR (A1-M1-R3)		1.053					
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.779					
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	4.028					
5 - STR (A1-M1-R3)		1.648					
6 - STR (A1-M1-R3)		1.648					
7 - STR (A1-M1-R3)		1.644					
8 - STR (A1-M1-R3)		1.055					
9 - STR (A1-M1-R3)		1.055					
10 - STR (A1-M1-R3)		1.053					
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.942		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.997		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.580		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.239		
22 - HYD						100.000	
23 - UPL							100.000
24 - HYD						100.000	
25 - UPL							100.000

Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FS_O	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T	Td	FS_O
		[kg]	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3)	1	-2131	2245	1.053

Verifiche portanza verticale

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS_V	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N	Pd	FS_V
		[kg]	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3)	1	3165	34311	10.841
8 - STR (A1-M1-R3)	1	3813	34311	8.999

Dettagli calcolo portanza verticale

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kg]
A	Attrito negativo, espresso in [kg]
Wp	Peso palo, espresso in [kg]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc	Pp	Pl	A	Wp
					[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*
1	79.007	79.007	52.308	52.308	--	82265 82265	3142 3142	0	3142

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]*	
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4,50; 4,50	15,89	1.239

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 [kg]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
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 [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	2458	0	0	10,75 - 1,01	68.401	36.000	0,05	0,000	
2	6496	0	0	1,01	60.009	36.000	0,05	0,043	
3	9625	0	0	1,01	53.311	36.000	0,05	0,198	
4	12113	0	0	1,01	47.560	36.000	0,05	0,321	
5	14162	0	0	1,01	42.392	36.000	0,05	0,423	
6	15882	0	0	1,01	37.624	36.000	0,05	0,508	
7	17336	0	0	1,01	33.147	36.000	0,05	0,580	
8	18567	0	0	1,01	28.890	36.000	0,05	0,641	
9	19602	0	0	1,01	24.801	36.000	0,05	0,692	
10	20463	0	0	1,01	20.844	36.000	0,05	0,734	
11	21234	0	0	1,01	16.990	36.000	0,05	0,769	
12	172	0	0	1,01	13.213	36.000	0,05	0,796	
13	19902	0	0	1,01	9.494	36.000	0,05	0,817	
14	19200	0	0	1,01	5.815	36.000	0,05	0,830	
15	18365	0	0	1,01	2.160	36.000	0,05	0,837	
16	17399	0	7	1,01	-1.486	36.000	0,05	0,838	
17	16246	0	286	1,01	-5.138	36.000	0,05	0,832	
18	14910	0	829	1,01	-8.811	36.000	0,05	0,820	
19	13439	0	1372	1,01	-12.521	36.000	0,05	0,801	
20	11827	0	1915	1,01	-16.286	36.000	0,05	0,775	
21	10068	0	2458	1,01	-20.125	36.000	0,05	0,741	
22	8152	0	3002	1,01	-24.061	36.000	0,05	0,700	
23	6064	0	3545	1,01	-28.122	36.000	0,05	0,651	
24	3785	0	4088	1,01	-32.345	36.000	0,05	0,592	
25	1289	0	4626	-14,51 - 1,01	-36.458	36.000	0,05	0,522	

Resistenza al taglio pali 0 [kg]

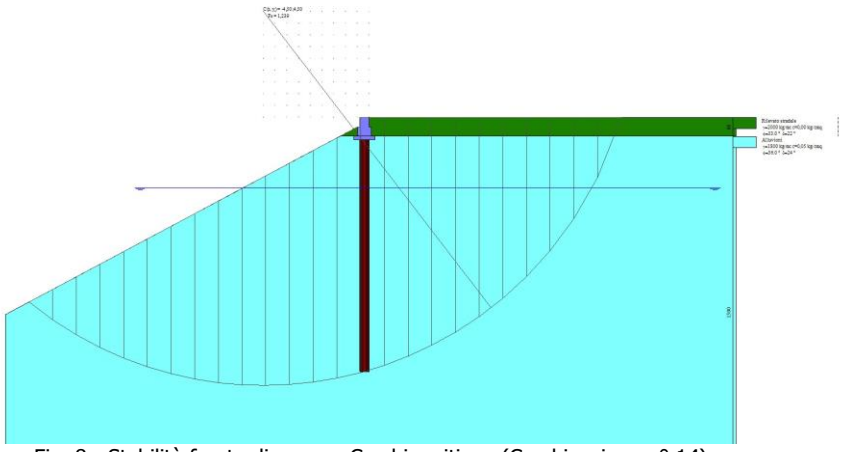


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 14)

Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
ΔH	perdita di carico, espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
γm	Peso galleggiamento medio, espressa in [kg/mc]
ic	gradiente idraulico critico
iE	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra ic/ie)

Ic	ΔH	L	γm	ic	iE	FS
	[m]	*[m]*	*[kg/mc]*			
22	99997,80	0,00	0,00	0.000	0.000	100.000

Verifica a sollevamento

Simbologia adottata

As	Azione stabilizzante, espressa in [kg]
Ai	Azione instabilizzante, espressa in [kg]
Rp	Resistenza di progetto, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As	Ai	FS
	[kg]	*[kg]*	
23	1301	0	100.000

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kgm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kgm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kg]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	0	375	0	750	0	1913
2	-0,10	88	505	8	760	0	1988
3	-0,20	177	635	21	777	2	2065
4	-0,30	265	765	38	800	5	2144
5	-0,40	353	895	61	829	10	2225

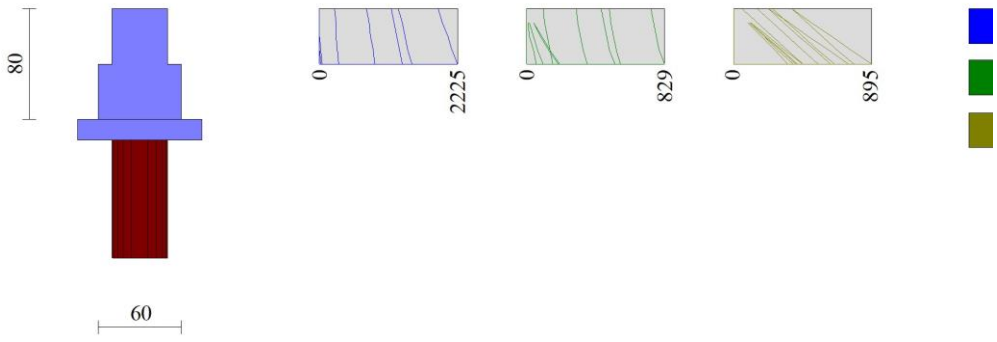


Fig. 9 - Paramento

Piastra fondazione

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kgm]	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
2	0	0	0	1	65	MAX
	0	0	0	1	50	MIN
3	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
4	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
5	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
6	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
7	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
8	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
9	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
10	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
11	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-3	-12	0	0	-117	MIN
12	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
13	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
14	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
15	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
16	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
17	0	0	0	1	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
18	1	0	0	1	-90	MAX
	0	0	0	1	-117	MIN
19	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
20	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
21	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
22	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
23	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
24	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
25	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
26	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
27	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
28	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
29	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
30	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
31	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
32	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
33	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
34	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
35	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
36	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
37	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
38	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
39	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
40	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
41	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
42	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
43	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
44	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
45	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kgm]	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg]*	
46	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
47	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
48	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
49	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
50	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
51	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
52	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
53	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
54	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
55	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
56	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
57	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
58	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
59	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
60	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
61	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
62	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
63	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
64	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
65	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
66	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
67	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
68	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
69	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
70	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
71	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
72	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
73	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
74	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
75	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
76	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
77	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
78	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
79	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
80	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
81	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
82	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
83	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
84	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
85	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
86	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
87	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
88	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
89	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
90	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
91	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
92	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kgm]	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg]*	
93	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
94	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
95	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
96	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
97	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
98	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
99	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
100	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
101	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
102	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
103	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
104	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
105	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
106	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
107	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
108	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
109	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
110	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
111	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
112	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
113	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
114	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
115	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
116	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
117	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
118	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
119	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
120	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
121	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
122	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
123	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
124	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
125	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
126	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
127	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
128	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
129	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
130	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
131	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
132	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
133	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
134	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
135	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
136	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
137	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
138	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
139	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kgm]	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg]*	
140	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
141	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
142	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
143	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
144	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
145	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	0	-117	MIN
146	0	0	0	0	65	MAX
	0	0	0	0	50	MIN
147	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
148	-1	-5	0	0	65	MAX
	-2	-6	0	0	50	MIN
149	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-3	-12	0	0	-117	MIN
150	0	0	0	0	-90	MAX
	0	0	0	-1	-117	MIN
151	0	0	0	-1	65	MAX
	0	0	0	-1	50	MIN
152	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
153	-2	-5	0	0	65	MAX
	-2	-7	0	0	50	MIN
154	-3	-9	0	0	-90	MAX
	-4	-12	0	0	-117	MIN
155	1	0	0	-1	-90	MAX
	0	0	0	-1	-117	MIN

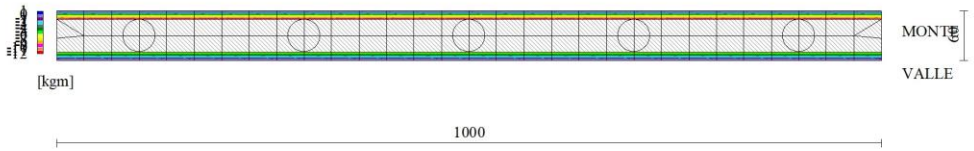


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 5)

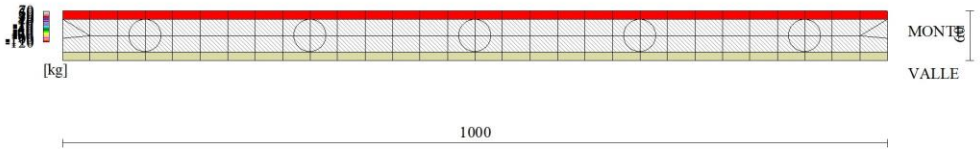


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni pali

Simbologia adottata

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

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2865	71606	-1531	-3272	3097	6619
13	1,20	3215	71229	8	-141	3947	8730
37	3,60	3916	70475	832	1844	2574	5853
101	10,00	5786	68495	3	6	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3165	79106	-2131	-2918	5107	6994
13	1,20	3514	78729	116	67	6267	8744
36	3,50	4183	78006	1320	1842	4117	5839
101	10,00	6074	75995	4	5	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2758	68944	-1362	-6689	343	1685
22	2,10	3373	68284	0	-121	1561	8733
46	4,50	4074	67530	336	1886	1013	5781
101	10,00	5683	65833	3	16	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2220	55475	-1274	-6671	328	1717
22	2,10	2838	54815	2	-113	1466	8733
46	4,50	3545	54061	316	1886	949	5772
101	10,00	5164	52364	3	16	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3513	85391	-1531	-3279	3085	6607
13	1,20	3861	85014	6	-149	3936	8730
37	3,60	4556	84259	830	1845	2569	5861
101	10,00	6410	82278	3	6	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2913	72806	-1531	-3279	3085	6607
13	1,20	3263	72429	6	-149	3936	8730
37	3,60	3964	71675	830	1845	2569	5861
101	10,00	5832	69695	3	6	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3465	85394	-1531	-3272	3097	6619
13	1,20	3813	85016	8	-141	3947	8730
37	3,60	4508	84260	832	1844	2574	5853
101	10,00	6363	82276	3	6	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3813	85393	-2131	-2923	5095	6989
13	1,20	4159	85015	114	65	6256	8743
36	3,50	4823	84290	1318	1842	4112	5841
101	10,00	6699	82275	4	5	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3213	80306	-2131	-2923	5095	6989
13	1,20	3562	79929	114	65	6256	8743
36	3,50	4231	79206	1318	1842	4112	5841
101	10,00	6121	77195	4	5	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	3765	85390	-2131	-2918	5107	6994
13	1,20	4111	85013	116	67	6267	8744
36	3,50	4776	84290	1320	1842	4117	5839
101	10,00	6652	82279	4	5	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2656	66386	-1085	-3402	2064	6469
14	1,30	3037	65977	43	-26	2675	8742
37	3,60	3710	65255	564	1845	1762	5928
101	10,00	5584	63275	2	7	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2356	58886	-485	-7194	54	794
24	2,30	3032	58163	8	52	510	8745
47	4,60	3708	57440	110	1895	332	5790
101	10,00	5295	55775	1	18	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2356	58886	-485	-7194	54	794
24	2,30	3032	58163	8	52	510	8745
47	4,60	3708	57440	110	1895	332	5790
101	10,00	5295	55775	1	18	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2856	71386	-1485	-3010	3404	6897
13	1,20	3207	71009	77	12	4183	8743
36	3,50	3878	70286	881	1842	2749	5893
101	10,00	5777	68275	2	6	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2456	61386	-685	-4637	724	4895
17	1,60	2926	60883	8	-124	1202	8733
41	4,00	3630	60129	255	1857	777	5821
101	10,00	5392	58275	1	10	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2478	61934	-749	-6908	141	1305
23	2,20	3124	61242	8	-20	826	8742
47	4,60	3828	60488	178	1891	527	5678
101	10,00	5413	58823	2	17	0	0

n°	Y	N	Nr	T	Tr	M	Mr
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	2303	57559	-713	-6908	135	1303
23	2,20	2950	56867	8	-21	787	8743
47	4,60	3656	56113	170	1891	502	5680
101	10,00	5244	54448	1	17	0	0

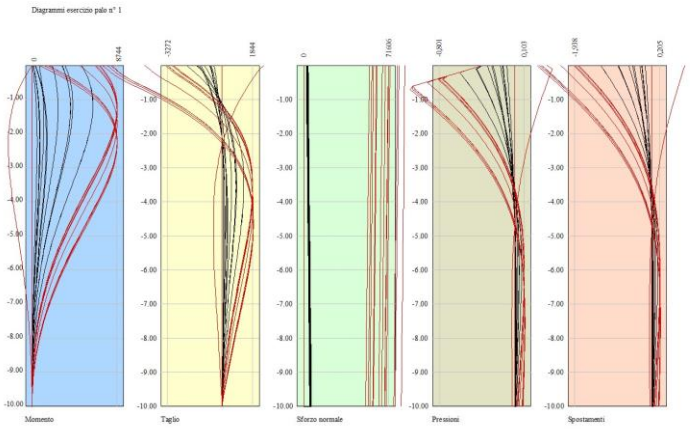


Fig. 12 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
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 [kgm]
N	sforzo normale agente espressa in [kg]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kgm]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kg]*	
1	100	40	12,57	21,24	1913	375	26585	375	13.901
2	100	40	12,57	21,24	1988	475	26600	475	13.380
3	100	40	12,57	21,24	2065	575	26614	575	12.890
4	100	40	12,57	21,24	2144	675	26628	675	12.423
5	100	40	12,57	21,24	2225	775	26643	775	11.975

Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mrd	FS
	[cmq]	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kgm]*	
1-17-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-18-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-19-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-20-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-21-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-22-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-23-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-24-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-25-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-26-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-27-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-28-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-29-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-30-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-31-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-32-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-33-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-34-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-35-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-36-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-37-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-38-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-39-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-40-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
1-41-P	3,14	3,14	0	0	0	0.000 (1)
3-1-P	6,28	6,28	0	0	0	0.000 (1)
3-2-P	6,28	6,28	0	0	0	0.000 (1)
3-3-P	6,28	6,28	0	0	0	0.000 (1)
3-4-P	6,28	6,28	0	0	0	0.000 (1)
3-5-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-6-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-7-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-8-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-9-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-10-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-11-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-12-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-13-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-14-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-15-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-16-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-17-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-18-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-19-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-20-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-21-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-22-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-23-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-24-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-25-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-26-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-27-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-28-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-29-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-30-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-31-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-32-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-33-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-34-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-35-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-36-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-37-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-38-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-39-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-40-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
3-41-P	6,28	6,28	0	0	-7736	100.000 (1)
4-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
4-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)
5-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
5-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
6-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
6-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
7-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
7-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mrd	FS
	[cmq]	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kgm]*	
8-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
8-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
9-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
9-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)
10-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
10-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
11-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
11-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
12-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
12-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)
13-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
13-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
14-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
14-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
15-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
15-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)
16-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
16-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
17-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
17-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)
18-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
18-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
19-2-S	6,28	6,28	0	-3	-8458	100.000 (1)
19-3-S	6,28	6,28	0	-6	-8458	100.000 (1)
20-2-S	9,42	9,42	0	-3	-12403	100.000 (1)
20-3-S	9,42	9,42	0	-6	-12403	100.000 (1)

Pali in c.a.

Ip	Is	A_f	M	N	Mrd	Nrd	FS
		[cmq]	*[kgm]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kg]*	
1	12	16,08	6265	3485	8865	3485	1.415

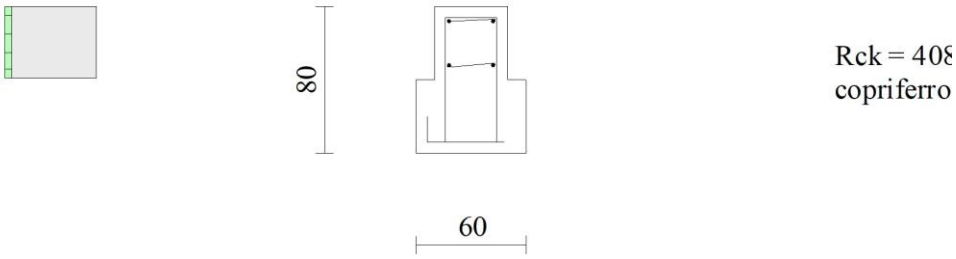


Fig. 13 - Paramento (Inviluppo)

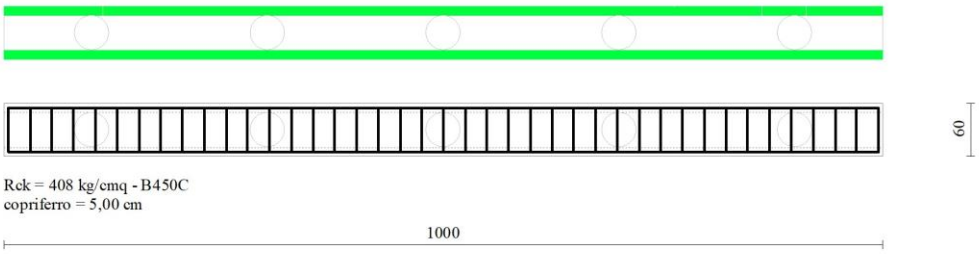


Fig. 14 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

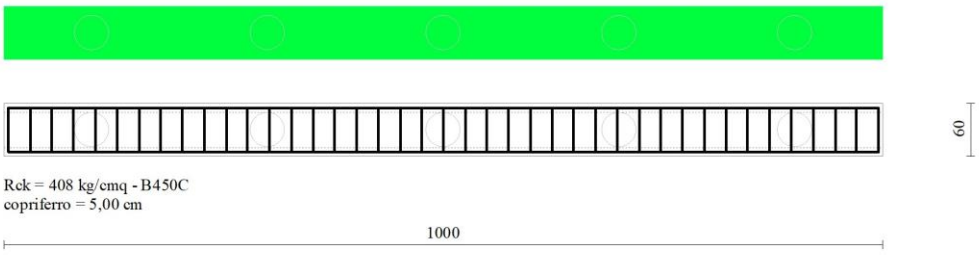


Fig. 15 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

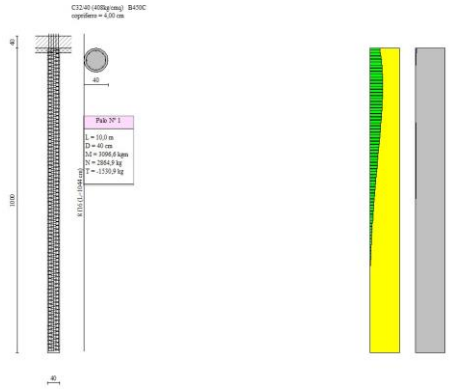


Fig. 16 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A_{sw}>0.0) V_{Rd}=min(V_{Rcd}, V_{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
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]*		*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	100	40	0,00	--	0	0	20659	750	27.546
2	100	40	0,00	--	0	0	20672	760	27.193
3	100	40	0,00	--	0	0	20685	777	26.629
4	100	40	0,00	--	0	0	20699	800	25.884
5	100	40	0,00	--	0	0	20712	829	24.986

Pali in c.a.

La verifica a taglio sui pali circolari in c.a. viene eseguita considerando una sezione quadrata inscritta nella circonferenza. Se D è il diametro del palo, il lato della sezione quadrata sulla quale si esegue la verifica è L = $2^{0.5}$/2 D.

Ip	Is	L	A_{sw}	s	cotgθ	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
		[cm]	*[cmq]*	*[cm]*		*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	

Ip	Is	L	A_{sw}	s	cotgθ	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
		[cm]	*[cmq]*	*[cm]*		*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	1	28,28	1,57	13	2.162	23159	23143	23143	2131	10.836

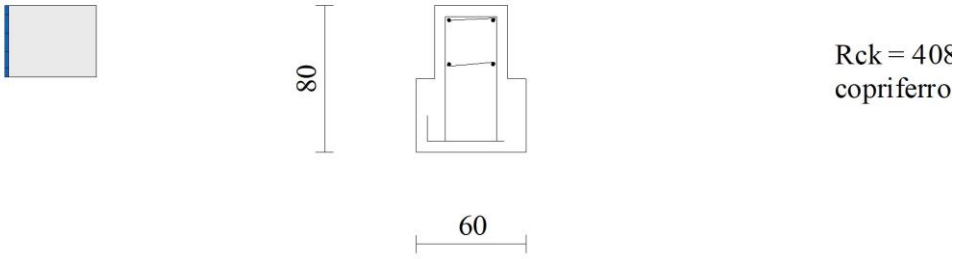


Fig. 17 - Paramento (Inviluppo)

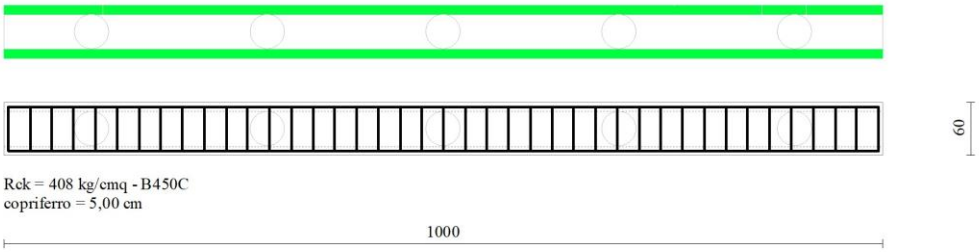


Fig. 18 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

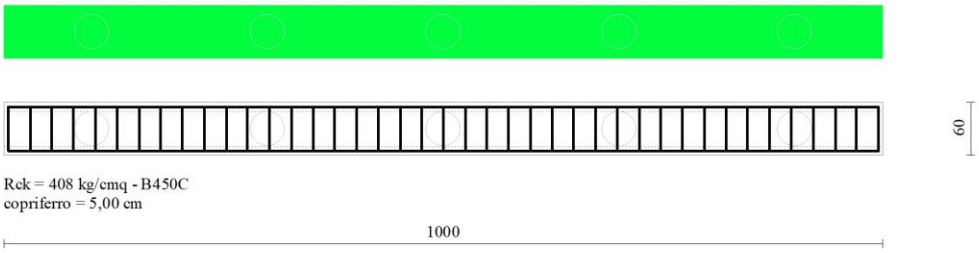


Fig. 19 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

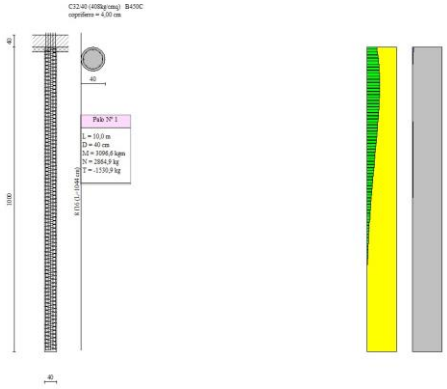


Fig. 20 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

Verifica a punzonamento

Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c_1, c_2	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u_0	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u_1	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ_y, ρ_z	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
$V_{Ed,i}$	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kg/cmq]
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kg/cmq]
$V_{Ed,f}$	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u1, espresso in [kg/cmq]
$V_{Rd,cf}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u1, espresso in [kg/cmq]
$V_{Rd,cs}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kg/cmq]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$, $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$ e $V_{Rd,cs}/V_{Ed,f}$)

Punzonamento pali

OP	P	c_1	c_2	d	u_0	u_1	ρ_y	ρ_z	dpc	duc	nsc	nc
		[mm]	*[mm]*	*[mm]*	*[mm]*	*[mm]*	*[%]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*		
n° 1	Palo n° 1	398	398	337	1255	0	0.00000	0.00000	0	0	0	0

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 [kgm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kg]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [kg/cmq]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kg/cmq]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [kg/cmq]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	203,12	[kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	3670,92	[kg/cmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	100	40	12,57	21,24	1275	250	6,74 (18)	196,75 (18)	45,45 (18)
2	100	40	12,57	21,24	1325	350	7,02 (18)	202,44 (18)	47,79 (18)
3	100	40	12,57	21,24	1377	450	7,31 (18)	208,30 (18)	50,15 (18)
4	100	40	12,57	21,24	1430	550	7,60 (18)	214,40 (18)	52,57 (18)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
5	100	40	12,57	21,24	1485	650	7,90 (18)	220,83 (18)	55,06 (18)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 203,12 [kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,92 [kg/cmq]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1-1-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-2-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-3-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-4-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-5-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-6-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-7-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-8-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-9-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-10-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-11-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-12-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-13-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-14-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-15-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-16-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-17-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-18-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-19-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-20-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-21-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-22-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-23-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-24-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-25-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-26-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-27-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-28-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-29-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-30-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-31-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-32-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-33-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-34-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-35-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-36-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-37-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-38-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-39-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-40-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
1-41-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
3-1-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
3-2-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
3-3-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
3-4-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
3-5-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-6-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-7-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-8-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-9-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-10-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-11-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-12-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-13-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-14-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-15-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-16-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-17-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-18-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-19-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-20-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-21-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-22-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-23-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-24-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-25-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-26-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-27-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-28-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-29-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-30-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-31-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-32-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-33-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-34-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-35-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-36-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-37-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-38-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
3-39-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-40-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,07 (15)
3-41-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,03 (15)	0,06 (15)
4-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
4-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	1,00 (15)
4-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
4-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
5-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
5-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
5-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,65 (15)
5-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
6-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
6-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
6-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
6-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
7-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
7-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	0,99 (15)
7-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
7-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
8-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
8-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
8-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
8-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
9-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
9-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	0,99 (15)
9-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
9-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
10-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
10-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
10-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
10-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
11-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
11-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
11-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
11-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
12-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
12-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	0,99 (15)
12-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
12-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
13-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
13-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
13-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
13-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
14-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
14-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
14-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
14-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
15-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
15-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	0,99 (15)
15-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
15-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
16-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
16-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
16-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
16-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
17-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
17-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	0,99 (15)
17-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
17-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
18-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
18-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
18-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,64 (15)
18-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
19-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
19-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (15)	0,20 (15)	1,47 (15)
19-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (15)	0,36 (15)	2,65 (15)
19-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
20-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
20-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (15)	0,19 (15)	1,00 (15)
20-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (15)	0,35 (15)	1,79 (15)
20-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)

Pali in c.a.

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	1	16,08	85,43	1981,41
1	2	16,08	89,00	2070,26
1	3	16,08	92,16	2148,57
1	4	16,08	94,92	2216,84
1	5	16,08	97,31	2275,57
1	6	16,08	99,34	2325,22
1	7	16,08	101,03	2366,28
1	8	16,08	102,40	2399,19
1	9	16,08	103,47	2424,41
1	10	16,08	104,25	2442,36
1	11	16,08	104,77	2453,48
1	12	16,08	105,03	2458,15
1	13	16,08	105,05	2456,79
1	14	16,08	104,85	2449,78

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	15	16,08	104,44	2437,49
1	16	16,08	103,84	2420,27
1	17	16,08	103,06	2398,47
1	18	16,08	102,11	2372,43
1	19	16,08	101,01	2342,46
1	20	16,08	99,77	2308,89
1	21	16,08	98,39	2272,00
1	22	16,08	96,90	2232,08
1	23	16,08	95,29	2189,40
1	24	16,08	93,59	2144,23
1	25	16,08	91,80	2096,82
1	26	16,08	89,93	2047,41
1	27	16,08	87,99	1996,23
1	28	16,08	85,99	1943,49
1	29	16,08	83,93	1889,41
1	30	16,08	81,83	1834,18
1	31	16,08	79,69	1777,99
1	32	16,08	77,52	1721,03
1	33	16,08	75,32	1663,45
1	34	16,08	73,10	1605,41
1	35	16,08	70,87	1547,08
1	36	16,08	68,64	1488,59
1	37	16,08	66,40	1430,07
1	38	16,08	64,16	1371,66
1	39	16,08	61,93	1313,46
1	40	16,08	59,71	1255,60
1	41	16,08	57,51	1198,17
1	42	16,08	55,32	1141,28
1	43	16,08	53,16	1085,01
1	44	16,08	51,02	1029,45
1	45	16,08	48,91	974,67
1	46	16,08	46,84	920,75
1	47	16,08	44,79	867,76
1	48	16,08	42,78	815,76
1	49	16,08	40,80	764,82
1	50	16,08	38,87	714,98
1	51	16,08	36,97	666,29
1	52	16,08	35,12	618,82
1	53	16,08	33,31	572,60
1	54	16,08	31,54	527,68
1	55	16,08	29,82	484,11
1	56	16,08	28,15	441,93
1	57	16,08	26,52	401,20
1	58	16,08	24,93	361,95
1	59	16,08	23,40	324,26
1	60	16,08	21,92	288,17
1	61	16,08	20,48	253,77
1	62	16,08	19,10	221,14
1	63	16,08	17,77	190,37
1	64	16,08	16,50	178,11
1	65	16,08	15,29	167,56
1	66	16,08	14,14	157,44
1	67	16,08	13,07	147,80
1	68	16,08	12,07	138,71
1	69	16,08	11,16	130,23
1	70	16,08	10,33	122,41
1	71	16,08	9,59	115,31
1	72	16,08	8,94	108,93
1	73	16,08	8,37	103,26
1	74	16,08	7,87	98,26
1	75	16,08	7,44	93,87
1	76	16,08	7,07	90,01
1	77	16,08	6,74	86,57
1	78	16,08	6,43	83,38
1	79	16,08	6,14	80,42
1	80	16,08	5,88	77,67
1	81	16,08	5,63	75,13
1	82	16,08	5,40	72,80
1	83	16,08	5,19	70,66
1	84	16,08	5,00	68,70
1	85	16,08	4,83	66,94
1	86	16,08	4,67	65,34
1	87	16,08	4,53	63,92
1	88	16,08	4,40	62,66
1	89	16,08	4,29	61,56
1	90	16,08	4,20	60,61
1	91	16,08	4,11	59,81
1	92	16,08	4,04	59,14
1	93	16,08	3,98	58,60
1	94	16,08	3,94	58,18
1	95	16,08	3,90	57,88
1	96	16,08	3,87	57,70
1	97	16,08	3,86	57,61
1	98	16,08	3,85	57,62
1	99	16,08	3,85	57,72
1	100	16,08	3,86	57,90
1	101	16,08	3,88	58,16

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 338,54 [kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	100	40	12,57	21,24	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
2	100	40	12,57	21,24	265	150	1,42 (19)	38,70 (19)	10,04 (19)
3	100	40	12,57	21,24	277	250	1,49 (19)	38,24 (19)	11,00 (19)
4	100	40	12,57	21,24	290	350	1,57 (19)	38,05 (19)	11,99 (19)
5	100	40	12,57	21,24	305	450	1,65 (19)	38,20 (19)	13,03 (19)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 338,54 [kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1-1-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-2-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-3-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-4-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-5-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-6-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-7-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-8-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-9-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-10-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-11-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-12-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-13-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-14-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-15-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-16-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-17-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-18-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-19-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-20-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-21-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-22-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-23-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-24-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-25-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-26-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-27-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-28-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-29-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-30-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-31-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-32-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-33-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-34-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-35-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-36-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-37-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-38-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-39-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-40-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
1-41-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
3-1-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
3-2-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
3-3-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
3-4-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
3-5-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-6-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-7-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-8-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-9-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-10-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-11-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-12-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-13-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-14-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-15-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-16-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-17-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-18-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-19-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-20-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-21-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-22-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-23-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-24-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-25-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
3-26-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-27-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-28-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-29-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-30-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-31-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-32-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-33-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-34-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-35-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-36-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-37-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-38-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-39-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-40-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,07 (16)
3-41-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,03 (16)	0,06 (16)
4-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
4-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	1,00 (16)
4-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
4-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
5-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
5-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
5-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,65 (16)
5-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
6-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
6-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
6-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
6-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
7-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
7-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	0,99 (16)
7-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
7-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
8-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
8-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
8-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
8-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
9-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
9-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	0,99 (16)
9-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
9-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
10-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
10-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
10-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
10-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
11-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
11-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
11-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
11-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
12-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
12-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	0,99 (16)
12-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
12-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
13-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
13-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
13-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
13-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
14-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
14-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
14-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
14-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
15-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
15-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	0,99 (16)
15-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
15-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
16-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
16-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
16-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
16-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
17-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
17-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	0,99 (16)
17-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
17-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
18-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
18-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
18-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,64 (16)
18-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
19-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
19-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (16)	0,20 (16)	1,47 (16)
19-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (16)	0,36 (16)	2,65 (16)
19-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
20-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)
20-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (16)	0,19 (16)	1,00 (16)
20-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (16)	0,35 (16)	1,79 (16)
20-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (16)	0,00 (16)	0,00 (16)

Pali in c.a.

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	1	16,08	85,43	1981,41

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	2	16,08	89,00	2070,26
1	3	16,08	92,16	2148,57
1	4	16,08	94,92	2216,84
1	5	16,08	97,31	2275,57
1	6	16,08	99,34	2325,22
1	7	16,08	101,03	2366,28
1	8	16,08	102,40	2399,19
1	9	16,08	103,47	2424,41
1	10	16,08	104,25	2442,36
1	11	16,08	104,77	2453,48
1	12	16,08	105,03	2458,15
1	13	16,08	105,05	2456,79
1	14	16,08	104,85	2449,78
1	15	16,08	104,44	2437,49
1	16	16,08	103,84	2420,27
1	17	16,08	103,06	2398,47
1	18	16,08	102,11	2372,43
1	19	16,08	101,01	2342,46
1	20	16,08	99,77	2308,89
1	21	16,08	98,39	2272,00
1	22	16,08	96,90	2232,08
1	23	16,08	95,29	2189,40
1	24	16,08	93,59	2144,23
1	25	16,08	91,80	2096,82
1	26	16,08	89,93	2047,41
1	27	16,08	87,99	1996,23
1	28	16,08	85,99	1943,49
1	29	16,08	83,93	1889,41
1	30	16,08	81,83	1834,18
1	31	16,08	79,69	1777,99
1	32	16,08	77,52	1721,03
1	33	16,08	75,32	1663,45
1	34	16,08	73,10	1605,41
1	35	16,08	70,87	1547,08
1	36	16,08	68,64	1488,59
1	37	16,08	66,40	1430,07
1	38	16,08	64,16	1371,66
1	39	16,08	61,93	1313,46
1	40	16,08	59,71	1255,60
1	41	16,08	57,51	1198,17
1	42	16,08	55,32	1141,28
1	43	16,08	53,16	1085,01
1	44	16,08	51,02	1029,45
1	45	16,08	48,91	974,67
1	46	16,08	46,84	920,75
1	47	16,08	44,79	867,76
1	48	16,08	42,78	815,76
1	49	16,08	40,80	764,82
1	50	16,08	38,87	714,98
1	51	16,08	36,97	666,29
1	52	16,08	35,12	618,82
1	53	16,08	33,31	572,60
1	54	16,08	31,54	527,68
1	55	16,08	29,82	484,11
1	56	16,08	28,15	441,93
1	57	16,08	26,52	401,20
1	58	16,08	24,93	361,95
1	59	16,08	23,40	324,26
1	60	16,08	21,92	288,17
1	61	16,08	20,48	253,77
1	62	16,08	19,10	221,14
1	63	16,08	17,77	190,37
1	64	16,08	16,50	178,11
1	65	16,08	15,29	167,56
1	66	16,08	14,14	157,44
1	67	16,08	13,07	147,80
1	68	16,08	12,07	138,71
1	69	16,08	11,16	130,23
1	70	16,08	10,33	122,41
1	71	16,08	9,59	115,31
1	72	16,08	8,94	108,93
1	73	16,08	8,37	103,26
1	74	16,08	7,87	98,26
1	75	16,08	7,44	93,87
1	76	16,08	7,07	90,01
1	77	16,08	6,74	86,57
1	78	16,08	6,43	83,38
1	79	16,08	6,14	80,42
1	80	16,08	5,88	77,67
1	81	16,08	5,63	75,13
1	82	16,08	5,40	72,80
1	83	16,08	5,19	70,66
1	84	16,08	5,00	68,70
1	85	16,08	4,83	66,94
1	86	16,08	4,67	65,34
1	87	16,08	4,53	63,92
1	88	16,08	4,40	62,66
1	89	16,08	4,29	61,56
1	90	16,08	4,20	60,61
1	91	16,08	4,11	59,81
1	92	16,08	4,04	59,14
1	93	16,08	3,98	58,60
1	94	16,08	3,94	58,18

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	95	16,08	3,90	57,88
1	96	16,08	3,87	57,70
1	97	16,08	3,86	57,61
1	98	16,08	3,85	57,62
1	99	16,08	3,85	57,72
1	100	16,08	3,86	57,90
1	101	16,08	3,88	58,16

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	100	40	12,57	21,24	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
2	100	40	12,57	21,24	1	104	0,03 (20)	0,31 (17)	0,39 (20)
3	100	40	12,57	21,24	4	207	0,06 (20)	0,59 (17)	0,85 (20)
4	100	40	12,57	21,24	9	311	0,10 (20)	0,81 (17)	1,39 (20)
5	100	40	12,57	21,24	18	415	0,16 (20)	0,98 (17)	2,04 (20)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1-1-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-2-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-3-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-4-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-5-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-6-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-7-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-8-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-9-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-10-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-11-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-12-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-13-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-14-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-15-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-16-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-17-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-18-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-19-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-20-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-21-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-22-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-23-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-24-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-25-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-26-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-27-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-28-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-29-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-30-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-31-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-32-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-33-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-34-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-35-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-36-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-37-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-38-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-39-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-40-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
1-41-P	10	40	3,14	3,14	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
3-1-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
3-2-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
3-3-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
3-4-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
3-5-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-6-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-7-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-8-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-9-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-10-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-11-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
3-12-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-13-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-14-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-15-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-16-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-17-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-18-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-19-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-20-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-21-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-22-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-23-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-24-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-25-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-26-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-27-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-28-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-29-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-30-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-31-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-32-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-33-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-34-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-35-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-36-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-37-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-38-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-39-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-40-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,07 (17)
3-41-P	10	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,03 (17)	0,06 (17)
4-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
4-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	1,00 (17)
4-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
4-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
5-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
5-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
5-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,65 (17)
5-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
6-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
6-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
6-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
6-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
7-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
7-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	0,99 (17)
7-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
7-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
8-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
8-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
8-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
8-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
9-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
9-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	0,99 (17)
9-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
9-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
10-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
10-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
10-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
10-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
11-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
11-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
11-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
11-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
12-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
12-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	0,99 (17)
12-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
12-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
13-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
13-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
13-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
13-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
14-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
14-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
14-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
14-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
15-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
15-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	0,99 (17)
15-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
15-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
16-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
16-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
16-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
16-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
17-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
17-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	0,99 (17)
17-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
17-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
18-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
18-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
18-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,64 (17)
18-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
19-1-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
19-2-S	59	40	6,28	6,28	0	-3	0,03 (17)	0,20 (17)	1,47 (17)
19-3-S	59	40	6,28	6,28	0	-5	0,06 (17)	0,36 (17)	2,65 (17)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
19-4-S	59	40	6,28	6,28	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
20-1-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)
20-2-S	59	40	9,42	9,42	0	-3	0,03 (17)	0,19 (17)	1,00 (17)
20-3-S	59	40	9,42	9,42	0	-5	0,05 (17)	0,35 (17)	1,79 (17)
20-4-S	59	40	9,42	9,42	0	0	0,00 (17)	0,00 (17)	0,00 (17)

Pali in c.a.

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	1	16,08	85,43	1981,41
1	2	16,08	89,00	2070,26
1	3	16,08	92,16	2148,57
1	4	16,08	94,92	2216,84
1	5	16,08	97,31	2275,57
1	6	16,08	99,34	2325,22
1	7	16,08	101,03	2366,28
1	8	16,08	102,40	2399,19
1	9	16,08	103,47	2424,41
1	10	16,08	104,25	2442,36
1	11	16,08	104,77	2453,48
1	12	16,08	105,03	2458,15
1	13	16,08	105,05	2456,79
1	14	16,08	104,85	2449,78
1	15	16,08	104,44	2437,49
1	16	16,08	103,84	2420,27
1	17	16,08	103,06	2398,47
1	18	16,08	102,11	2372,43
1	19	16,08	101,01	2342,46
1	20	16,08	99,77	2308,89
1	21	16,08	98,39	2272,00
1	22	16,08	96,90	2232,08
1	23	16,08	95,29	2189,40
1	24	16,08	93,59	2144,23
1	25	16,08	91,80	2096,82
1	26	16,08	89,93	2047,41
1	27	16,08	87,99	1996,23
1	28	16,08	85,99	1943,49
1	29	16,08	83,93	1889,41
1	30	16,08	81,83	1834,18
1	31	16,08	79,69	1777,99
1	32	16,08	77,52	1721,03
1	33	16,08	75,32	1663,45
1	34	16,08	73,10	1605,41
1	35	16,08	70,87	1547,08
1	36	16,08	68,64	1488,59
1	37	16,08	66,40	1430,07
1	38	16,08	64,16	1371,66
1	39	16,08	61,93	1313,46
1	40	16,08	59,71	1255,60
1	41	16,08	57,51	1198,17
1	42	16,08	55,32	1141,28
1	43	16,08	53,16	1085,01
1	44	16,08	51,02	1029,45
1	45	16,08	48,91	974,67
1	46	16,08	46,84	920,75
1	47	16,08	44,79	867,76
1	48	16,08	42,78	815,76
1	49	16,08	40,80	764,82
1	50	16,08	38,87	714,98
1	51	16,08	36,97	666,29
1	52	16,08	35,12	618,82
1	53	16,08	33,31	572,60
1	54	16,08	31,54	527,68
1	55	16,08	29,82	484,11
1	56	16,08	28,15	441,93
1	57	16,08	26,52	401,20
1	58	16,08	24,93	361,95
1	59	16,08	23,40	324,26
1	60	16,08	21,92	288,17
1	61	16,08	20,48	253,77
1	62	16,08	19,10	221,14
1	63	16,08	17,77	190,37
1	64	16,08	16,50	178,11
1	65	16,08	15,29	167,56
1	66	16,08	14,14	157,44
1	67	16,08	13,07	147,80
1	68	16,08	12,07	138,71
1	69	16,08	11,16	130,23
1	70	16,08	10,33	122,41
1	71	16,08	9,59	115,31
1	72	16,08	8,94	108,93
1	73	16,08	8,37	103,26
1	74	16,08	7,87	98,26
1	75	16,08	7,44	93,87
1	76	16,08	7,07	90,01
1	77	16,08	6,74	86,57
1	78	16,08	6,43	83,38
1	79	16,08	6,14	80,42
1	80	16,08	5,88	77,67

Ip	Is	A_f	σ_c	σ_f
		[cmq]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
1	81	16,08	5,63	75,13
1	82	16,08	5,40	72,80
1	83	16,08	5,19	70,66
1	84	16,08	5,00	68,70
1	85	16,08	4,83	66,94
1	86	16,08	4,67	65,34
1	87	16,08	4,53	63,92
1	88	16,08	4,40	62,66
1	89	16,08	4,29	61,56
1	90	16,08	4,20	60,61
1	91	16,08	4,11	59,81
1	92	16,08	4,04	59,14
1	93	16,08	3,98	58,60
1	94	16,08	3,94	58,18
1	95	16,08	3,90	57,88
1	96	16,08	3,87	57,70
1	97	16,08	3,86	57,61
1	98	16,08	3,85	57,62
1	99	16,08	3,85	57,72
1	100	16,08	3,86	57,90
1	101	16,08	3,88	58,16

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.30

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (16)
2	100	40	21,24	961,38	0	12173	0,000000	0,00	0,000 (16)
3	100	40	21,24	961,02	2	12179	0,000000	0,00	0,000 (16)
4	100	40	21,24	960,66	5	12186	0,000000	0,00	0,000 (16)
5	100	40	21,24	960,30	10	12193	0,000000	0,00	0,000 (16)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.30

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1-1-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-10-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-11-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-12-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-13-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-14-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-15-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-16-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-17-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-18-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-19-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-20-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-21-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-22-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-23-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-24-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-25-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1-26-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-27-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-28-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-29-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-30-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-31-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-32-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-33-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-34-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-35-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-36-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-37-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-38-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-39-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-40-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-41-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-2-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-3-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-4-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-5-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-6-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-7-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-8-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-9-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-10-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-11-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-12-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-13-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-14-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-15-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-16-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-17-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-18-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-19-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-20-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-21-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-22-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-23-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-24-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-25-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-26-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-27-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-28-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-29-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-30-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-31-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-32-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-33-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-34-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-35-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-36-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-37-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-38-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-39-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-40-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-41-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
4-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
4-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
4-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
4-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
5-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
5-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
5-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
6-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
6-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
6-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
7-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
7-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
7-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
8-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
8-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
8-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
10-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
10-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
10-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
11-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
11-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
11-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
11-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
12-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
12-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
12-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
12-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
13-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
13-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
13-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
13-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
14-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
14-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
14-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
14-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
15-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
15-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
15-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
15-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
16-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
16-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
16-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
16-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
17-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
17-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
17-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
17-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
18-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
18-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
18-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
18-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
19-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
19-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
19-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
19-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
20-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
20-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
20-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
20-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Pali in c.a.

Apertura limite fessure w_{lim}=0,300 mm

Ip	Is	Af	Aeff	Mpf	M	N	ε	Sm	wm
		[cmq]	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[kg]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	12	2,01	199,78	2503	3939	3186	0,070233	258,42	0,31

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.20

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (17)
2	100	40	21,24	961,38	0	12173	0,000000	0,00	0,000 (17)
3	100	40	21,24	961,02	2	12179	0,000000	0,00	0,000 (17)
4	100	40	21,24	960,66	5	12186	0,000000	0,00	0,000 (17)
5	100	40	21,24	960,30	10	12193	0,000000	0,00	0,000 (17)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.20

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1-1-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-10-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-11-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-12-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-13-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-14-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-15-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-16-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-17-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-18-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-19-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-20-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-21-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1-22-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-23-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-24-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-25-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-26-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-27-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-28-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-29-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-30-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-31-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-32-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-33-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-34-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-35-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-36-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-37-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-38-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-39-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-40-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
1-41-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-2-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-3-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-4-P	10	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
3-5-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-6-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-7-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-8-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-9-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-10-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-11-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-12-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-13-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-14-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-15-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-16-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-17-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-18-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-19-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-20-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-21-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-22-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-23-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-24-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-25-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-26-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-27-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-28-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-29-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-30-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-31-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-32-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-33-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-34-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-35-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-36-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-37-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-38-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-39-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-40-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
3-41-P	10	40	6,28	85,15	0	-1712	0,000000	0,00	0,000
4-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
4-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
4-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
4-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
5-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
5-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
5-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
6-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
6-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
6-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
7-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
7-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
7-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
8-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
8-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
8-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
10-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
10-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
10-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
11-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
11-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
11-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
11-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	*[cm]*	*[cmq]*	*[cmq]*	*[kgm]*	*[kgm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
12-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
12-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
12-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
12-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
13-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
13-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
13-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
13-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
14-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
14-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
14-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
14-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
15-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
15-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
15-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
15-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
16-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
16-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
16-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
16-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
17-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
17-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
17-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
17-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
18-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
18-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
18-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
18-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
19-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
19-2-S	59	40	6,28	616,43	-3	-6649	0,000000	0,00	0,000
19-3-S	59	40	6,28	616,43	-5	-6649	0,000000	0,00	0,000
19-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
20-1-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000
20-2-S	59	40	9,42	590,81	-3	-6999	0,000000	0,00	0,000
20-3-S	59	40	9,42	590,81	-5	-6999	0,000000	0,00	0,000
20-4-S	59	40	0,00	0,00	0	0	0,000000	0,00	0,000

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto Ing. Domenico D'Alessandro, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.
Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:
- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.20 C
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	DELTA INGEGNERIA SRL
Licenza	AIU6624F7

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

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

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.
In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

_____

Il progettista
(Ing. Domenico D'Alessandro)

_____

Indice

Richiami teorici 2

Calcolo della spinta sul muro 2

Valori caratteristici e valori di calcolo 2

Metodo di Culmann 2

Spinta in presenza di falda 2

Spinta in presenza di sisma 2

Verifica alla stabilità globale 3

Analisi dei pali 3

Dati 6

Materiali 6

Calcestruzzo armato 6

Acciai 6

Tipologie pali 6

Geometria profilo terreno a monte del muro 6

Falda 6

Geometria muro 6

Geometria paramento e fondazione 7

Descrizione pali di fondazione 7

Descrizione terreni 7

Stratigrafia 8

Condizioni di carico 8

Normativa 9

Descrizione combinazioni di carico 10

Dati sismici 13

Opzioni di calcolo 14

Risultati per inviluppo 15

Spinta e forze 15

Scarichi in testa ai pali 15

Verifiche geotecniche 16

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati 16

Verifiche portanza trasversale (scorrimento) 16

Verifiche portanza verticale 16
Dettagli calcolo portanza verticale 16
Verifica stabilità globale muro + terreno 17
Dettagli strisce verifiche stabilità 17
Verifica a sifonamento 18
Verifica a sollevamento 18
Sollecitazioni 18
Paramento 18
Piastra fondazione 19
Sollecitazioni pali 22
Verifiche strutturali 24
Verifiche a flessione 24
Paramento 25
Fondazione 25
Pali in c.a. 26
Verifiche a taglio 27
Paramento 27
Pali in c.a. 27
Verifica a punzonamento 29
Punzonamento pali 29
Verifica delle tensioni 29
Combinazioni SLER 29
Paramento 29
Piastra fondazione 30
Pali in c.a. 31
Combinazioni SLEF 32
Paramento 33
Piastra fondazione 33
Pali in c.a. 34
Combinazioni SLEQ 36
Paramento 36
Piastra fondazione 36

Pali in c.a. 38
Verifica a fessurazione 39
Combinazioni SLEF 39
Paramento 39
Piastra fondazione 39
Pali in c.a. 41
Combinazioni SLEQ 41
Paramento 41
Piastra fondazione 41
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2) 44