



# CITTA' DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

*Servizio Lavori Pubblici*

## **PERIZIA GIUSTIFICATIVA DI SOMMA URGENZA Art. 140, D.Lgs. n. 36/2023**

**Oggetto:** Provvedimenti urgenti di soccorso alla popolazione a seguito eventi meteorologici del 2-3-4-5 novembre 2023 – Interventi di somma urgenza e protezione civile ai sensi dell'articolo 140 del codice appalti – Ripristino della viabilità carrabile di via degli Ulivi.

PREMESSO che:

- A seguito di segnalazione, è stato effettuato specifico sopralluogo in via degli Ulivi, nella quale è stata accertata una situazione di somma urgenza, legittimante gli interventi previsti dall'art. 140, D.Lgs. n. 36/2023.

- È stato redatto il previsto verbale di somma urgenza n.        del 17 Novembre 2023.

- E' stato redatto l'ordine di esecuzione dei lavori di somma urgenza del 17 Novembre 2023.

- E' stato redatto l'ordine di esecuzione dei servizi di supporto alla redazione della perizia ai sensi del c. 4 dell'art. 140 del D.Lgs. 36/23 del 17 Novembre 2023.

PRECISATO che, con il predetto verbale, è stato disposto quanto segue:

1) L'accertamento della seguente situazione di somma urgenza: Cedimento della strada denominata via degli Ulivi. Nello specifico sono stati riscontrati i seguenti eventi:

- a seguito delle eccezionali piogge che hanno interessato l'area, le acque provenienti dalla collina e dai campi sovrastanti la viabilità, hanno causato l'erosione dell'arginatura del fosso che costeggia la strada e il sollevamento di vari tratti del "pacchetto stradale" in asfalto rispetto alla massicciata sottostante;

- A causa dell'erosione dell'arginatura del fosso, che di fatto costituiva la struttura di sostegno della viabilità, la stessa non risulta più idonea al transito della viabilità carrabile.

- Le acque provenienti dai campi sovrastanti la strada hanno comportato smottamenti che hanno completamente richiuso la fossa di guardia presente a "monte" della viabilità compromettendo la regimazione delle acque meteoriche.

- Inoltre il "pacchetto stradale" in asfalto risulta sollevato rispetto al piano di fondazione in quanto le acque si sono incunee al di sotto dello stesso scavando la sottostante massicciata compromettendo l'intera carrabilità della via.

2) La qualificazione dei seguenti lavori come di "somma urgenza", in quanto necessari a fronteggiare la situazione emergenziale descritta: Ripristino della viabilità carrabile di via degli Ulivi;

3) Di aver disposto l'immediato affidamento dei servizi di supporto alla redazione della successiva perizia ai sensi del c. 4 dell'art. 140 del D.Lgs. 36/23 in quanto propedeutici alle lavorazioni necessarie al ripristino della suddetta viabilità all'Inq. Daniele Baldi (C.F. BLDDNL83H12G713Y P.IVA: 01744070473) con studio professionale in via Pratese 412a a Pistoia (PT) per l'ammontare di € 3.000,00 (in lettere Euro tremila/00) oltre inarcassa al 4% (non soggetto ad IVA, ai sensi dell'art. 1, commi da 58 a 89, legge n. 190/2014) per un totale di Euro 3.120,00;

4) Di aver disposto l'immediata esecuzione, ai sensi dell'art. 140, D.Lgs. n. 36/2023, dei predetti lavori di somma urgenza all'impresa Quarrata Scavi Due S.r.l. (C.F./P.IVA: 01388650473) con sede in via IV Novembre snc a Quarrata (PT) per il prezzo presunto di € 120.358,25 al netto del ribasso del 5,00% oltre IVA 22% per un totale di Euro 146.837,06;

5) L'inizio immediato dei lavori, concordato con l'impresa, da ultimare entro il 27 dicembre 2023;



# CITTA' DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

*Servizio Lavori Pubblici*

RILEVATO che, nella concreta fattispecie, ricorrono tutti i presupposti per l'applicazione dell'art. 140, D.Lgs. n. 36/2023, in tema di interventi di somma urgenza. Precisamente risulta l'urgenza di ripristinare la viabilità di via degli Ulivi valutato che la stessa è necessaria per garantire l'accesso carrabile alle abitazioni di via degli Ulivi, accesso attualmente intercluso a seguito dell'evento calamitoso, al fine di eliminare ogni pericolo per la pubblica e privata incolumità, visto che non sono presenti ulteriori accessi carrabili agli immobili precludendo di fatto anche l'accesso a eventuali mezzi di soccorso;

In sede di verbale di somma urgenza, i lavori erano stati sommariamente quantificati in € 120.358,25 al netto del ribasso oltre IVA al 22%, mentre il servizio di supporto alla redazione della perizia era stato quantificato in € 3.000,00 oltre inarcassa al 4% (non soggetto ad IVA). Successivamente i lavori sono stati verificati e definiti con specifico computo metrico e pertanto l'importo complessivo e definitivo dell'intervento risulta di € 149.441,48, ripartiti secondo il seguente quadro economico:

<b>QUADRO ECONOMICO PERIZIA</b>		
	<i>Lavori</i>	<i>(euro)</i>
a.1	Lavori e forniture (importo già assoggettato al ribasso del 5,00% rispetto a quello riportato nel computo metrico estimativo allegato alla perizia)	<b>117.076,34</b>
a.2	Oneri per la sicurezza	<b>2.859,30</b>
<b>a</b>	<b>Totale importo lavori ( a.1+a.2)</b>	<b>119.935,64</b>
	<i>Somme a disposizione</i>	
b.1	IVA sui lavori	26.385,84
b.2	Spese tecniche (supporto alla redazione della perizia)	3.000,00
b.3	inarcassa al 4% (non soggetto ad IVA, ai sensi dell'art. 1, commi da 58 a 89, legge n. 190/2014) sulle spese tecniche	120,00
<b>b</b>	<b>Totale somme a disposizione ( b.1+b.2+ b.3)</b>	<b>29.505,84</b>
	<b>TOTALE PROGETTO ( a+b)</b>	<b>149.441,48</b>

Si allega :

- all.1 - Relazione fotografica
- all. 2 - Computo metrico estimativo
- all. 3 - Stima dei costi della sicurezza
- all.4 - Elenco prezzi unitari
- all.5 - Relazione Specialistica Geotecnica e Strutturale
- All. 6 - Elaborti grafici

Quarrata, 24 Novembre 2023


# COMUNE DI QUARRATA

## Intervento di Ripristino di via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)



## COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Quarrata, 24 Novembre 2023

Responsabile del Procedimento  
Istruttore tecnico  
geom. Sandro Trinci



Provincia di Pistoia (PT)





Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
<b>RIPORTO</b>								
<b>LAVORI A MISURA</b>								
1 23/ 1_05.A03.00 5.001	Demolizione di corpo stradale bitumato o a macadam, eseguito con mezzi meccanici, compreso il carico, trasporto e scarico dei rifiuti in aree indicate dal Progetto o agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento. Con sottofondo in scampoli di pietra		60,00	3,000	0,300	54,00		
	SOMMANO m3					54,00	44,10	2'381,40
2 23/ 1_01.A04.00 2.001	Scavo a larga sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici, compreso accatastamento nell'ambito del cantiere, in terreni sciolti. Fino alla profondità di mt. 1,50. Scavo per muro in massi *(larg.=(2,50+2,00)/2)		55,00	2,250	1,800	222,75		
	SOMMANO m3					222,75	6,58	1'465,70
3 23/ 1_01.A04.00 2.002	Scavo a larga sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici, compreso accatastamento nell'ambito del cantiere, in terreni sciolti. Profondità da mt. 1,50 a 3,00. Fondazione muro in blocchi di pietra e alveo		55,00	3,500	0,500	96,25		
	SOMMANO m3					96,25	7,77	747,86
4 23/ 1_02.A07.00 1.003	Carico, trasporto e scarico dei materiali con mezzi meccanici su autocarro con portata mc 3,50 Trasporto a deposito temporaneo Vedi voce n° 2 [m3 222.75] Vedi voce n° 3 [m3 96.25]					222,75 96,25		
	SOMMANO m3					319,00	32,98	10'520,62
5 PRREC.P17. 003.002	Oneri di conferimento miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/EER 17 03 01 ( riferimento cod. CEER/EER 17 03 02)	2,20	60,00	3,000	0,150	59,40		
	SOMMANO t					59,40	47,08	2'796,55
6 PRREC.P17. 009.104	Oneri di conferimento rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci codici CEER/EER 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 ( riferimento cod. CEER/EER 17 09 04) costituiti da materiale inerte Massicciata stradale	1,60	60,00	3,000	0,300	86,40		
	SOMMANO t					86,40	25,86	2'234,30
7 PRREC.P17. 005.104	Oneri di conferimento Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/EER 17 05 03* ( riferimento cod. CEER/EER 17 05 04) - materiale inerte vario costituito esclusi ... con concentrazione di contaminanti non superiori ai limiti della colonna A tabella 1 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 Vedi voce n° 2 [m3 222.75] Vedi voce n° 3 [m3 96.25]	1,80 1,80				400,95 173,25		
	SOMMANO t					574,20	24,87	14'280,35
8 23/ 1_16.B11.01 6.010	Scogliera con blocchi o massi informi naturali, non gelivi, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, approvvigionati da cave site a qualsiasi distanza, per l'esecuzione di o ... con calcestruzzo C16/20 per strati non superiori a 80 cm. In blocchi di pietra arenaria EXTRADURA del peso fino a 4 Tn. Alveo		55,00	1,000	0,500	27,50		
<b>A RIPORTARE</b>						27,50		34'426,78

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					27,50		34'426,78
	Fondazione muro in blocchi di pietra Muro in blocchi di pietra *(larg.=(2+1,50)/2)		55,00	2,000	0,500	55,00		
			55,00	1,750	1,800	173,25		
	SOMMANO m3					255,75	139,30	35'625,98
9 23/ 1_04.A05.00 7.002	Formazione di rilevato stradale con materiale proveniente da cava o da scavi di sbancamento, steso a strati non superiore a 30 cm, compattato con idonei rulli compreso il materiale. Riempimento a tergo del muro *(larg.=(0,20+1,00)/2)		55,00	0,600	2,300	75,90		
	SOMMANO m3					75,90	30,39	2'306,60
10 23/ 1_04.B12.00 1.001	Fondazione stradale compresa rullatura e compattazione per raggiungere il grado del 95% della prova AASHO modificata, esclusa dal prezzo. Con materiale arido di cava stabilizzato naturale con curva granulometrica secondo UNI EN 13285, spessore non inferiore a 30 cm Fondazione stradale		55,00	3,500	0,400	77,00		
	SOMMANO m3					77,00	49,42	3'805,34
11 23/ 1.04.B12.001 .002	Fondazione stradale compresa rullatura e compattazione per raggiungere il grado del 95% della prova AASHO modificata, esclusa dal prezzo. con materiale arido di cava stabilizzato na ... giunta di 120 Kg/mc di cemento R 32,5 spessore 15-25 cm, compresa emulsione bituminosa a protezione del misto cementato. Fondazione stradale		55,00	3,500	0,200	38,50		
	SOMMANO m3					38,50	87,01	3'349,89
12 23/ 1_04.A07.00 2.001	Carico movimentazione e scarico di materiali terrosi, sciolti o simili di qualsiasi natura e provenienza giacenti in cantiere eseguito con mezzi meccanici nell'ambito del cantiere. Vedi voce n° 8 [m3 255.75] Vedi voce n° 10 [m3 77.00] Vedi voce n° 9 [m3 75.90] Vedi voce n° 11 [m3 38.50]					255,75		
						77,00		
						75,90		
						38,50		
	SOMMANO m3					447,15	3,86	1'726,00
13 23/ 1_16.B04.00 3.009	Calcestruzzo CR20/25 consistenza S3 per getto tubazioni varie interferenti con il muro in scogliera e intasamento del fondo alveo. Tubazioni Fondo alveo (%) Opere di ripristino a monte e a valle della fossa	0,30	13,50	0,500	0,500	3,38		
			55,00	1,000	0,500	8,25		
			14,00	5,000	0,300	21,00		
	SOMMANO m3					32,63	163,09	5'321,63
14 23/ 1_04.E02.00 1.001	Strato di base in conglomerato con bitume distillato 50-70 o 70-100 secondo UNI EN 12591 ed aggregati secondo UNI EN 13043, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'at ... arte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto - con aggregato pezzatura 0/32, spessore compreso 10 cm		55,00	3,000		165,00		
	SOMMANO m2					165,00	34,74	5'732,10
15 23/ 1_04.E02.00 2.001	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco e rullatura con rullo vibrante; esclusi additivi attivanti ... parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto con aggregato pezzatura 0/20, spessore compreso 6 cm.		55,00	3,000		165,00		
	SOMMANO m2					165,00	23,18	3'824,70
	A RIPORTARE							96'119,02



Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							96'119,02
16 23/ 1_16.E03.00 1.008	Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto agugliato di poliestere (PET) , inclusi gli sfridi, le sovrapposizioni e tutti gli oneri, per dare il lavoro completo e finito a regola d' arte di resistenza a trazione (L/T) $\geq 25\text{kN/m}$ (UNI EN ISO 10319), in rotolo.		55,00	3,500		192,50		
	SOMMANO m2					192,50	6,63	1'276,28
17 23/ 1_AT.N01.0 01.201	Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia con massa in assetto operativo di 15000 KG				24,000	24,00		
	SOMMANO ora					24,00	33,84	812,16
18 23/ 1_AT.N01.0 01.046	Pala gommata caricatrice potenza motore fino a 140 CV - 2-10 giorni				24,000	24,00		
	SOMMANO ora					24,00	37,72	905,28
19 23/ 1_AT.N01.0 01.902	oneri consumo carburanti, oli e altri materiali - macchine movimento terra da 10.000 kg a 25.000 kg - da 126 CV fino a 300 CV	2,00			24,000	48,00		
	SOMMANO ora					48,00	49,49	2'375,52
20 RU.M10.001 .002	Operaio specializzato	2,00			24,000	48,00		
	SOMMANO ora					48,00	38,50	1'848,00
21 23/ 1_01.A04.00 8.001	Scavo a sezione ristretta obbligata continua (larghezza fino a m 1,50) eseguito con mezzi meccanici, compreso accatastamento nell'ambito del cantiere, in terreni sciolti. Ricavatura fossa a monte per i primi 70 metri Scavo nuove tubazioni in ecopal a monte e a valle dell'intervento Scavo per mezzo tubo nel tratto di rifacimento della strada Attraversamenti stradali da pozzetti rompitratta del mezzo tubo a monte		70,00	0,600	0,400	16,80		
			15,00	1,200	1,200	21,60		
			55,00	0,800	0,500	22,00		
		3,00	4,50	1,000	0,600	8,10		
	SOMMANO m3					68,50	7,77	532,25
22 23/ 1_02.A07.00 1.003	Carico, trasporto e scarico dei materiali con mezzi meccanici su autocarro con portata mc 3,50 Vedi voce n° 21 [m3 68.50]					68,50		
	SOMMANO m3					68,50	32,98	2'259,13
23 PRREC.P17. 005.104	Oneri di conferimento Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/EER 17 05 03* ” (riferimento cod. CEER/EER 17 05 04) - materiale inerte vario costituito esclusi ... con concentrazione di contaminanti non superiori ai limiti della colonna A tabella 1 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 Vedi voce n° 21 [m3 68.50]	1,80				123,30		
	SOMMANO t					123,30	24,87	3'066,47
24 23/ 1_04.F06.02 3.002	Pozzetto in c.a.p. dimensioni esterne 60x60x60 Su mezzo tubo per attraversamento stradale					3,00		
	SOMMANO cadauno					3,00	101,97	305,91
	A RIPORTARE							109'500,02

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							109'500,02
25 23/ 1_PR.P07.11 2.003	Caditoia in ghisa sferoidale ad asole centrali sifonabili UNI EN 1563:2012-EN124:2015, classe D (resistenza 400 kN = 40 t) telaio cm. 60x60 luce netta cm. 50x50 Su pozzetti rompitratta del mezzo tubo  SOMMANO cadauno					3,00		
						3,00	211,27	633,81
26 23/ 1_04.F06.00 8.001	Fognatura in P.V.C. rigido, secondo norma UNI EN 1401-1 con giunto a bicchiere ed anello elastomerico, SN8, diam. 200 mm. posta su letto di sabbione e materiale sciolto sp. minimo 20 cm, escluso scavo e rinterro Attraversamenti stradali di scarico mezzo tubo  SOMMANO m	3,00	4,50			13,50		
						13,50	38,09	514,22
27 23/ 1_01.F06.00 2.059	Tubazioni serie SN4 SDR 41, poste in opera dentro scavi, compreso letto di posa con sabbione rinfianco con calcestruzzo Rck 15: tubazioni diam. est. 630 mm Nuovi attraversamenti a monte e a valle dell'intervento  SOMMANO m					13,50		
						13,50	337,72	4'559,22
28 23/ 1_PR.P12.01 1.006	Cordonato in cemento vibrocompresso cm. 12x25x100 smussato con angolo a 45% A protezione del mezzo tubo di cemento a monte della strada  SOMMANO m					55,00		
						55,00	7,27	399,85
29 23/ 1_04.E06.01 0.001	Posa in opera di cordonato compresa fondazione in cls C12/15 Vedi voce n° 28 [m 55.00]  SOMMANO m					55,00		
						55,00	29,19	1'605,45
30 23/ 1_04.F07.00 3.002	Canale semicircolare in c.a.v. con incastro a mezzo spessore, posta su letto in conglomerato cementizio non inferiore a cm 10. diametro cm. 30 Canale di raccolta acque a monte della strada  SOMMANO m					55,00		
						55,00	80,24	4'413,20
31 23/ 1_AT.N02.0 22.101	Trincia forestale larghezza da mt. 1,40 a mt. 1,80 Pulizia della vegetazione lato monte  SOMMANO ora					16,00		
						16,00	17,89	286,24
32 23/ 1_AT.N01.0 01.014	Miniescavatore a cingoli con massa in assetto operativo fino a 5000 kg. per trincia Pulizia vegetazione lato monte  SOMMANO ora					16,00		
						16,00	23,77	380,32
33 23/ 1_AT.N01.0 01.901	oneri consumo carburanti, oli e altri materiali - macchine movimento terra fino a 10.000 kg - fino 125 CV  SOMMANO ora					16,00		
						16,00	20,62	329,92
34 RU.M10.001 .002	Operaio specializzato Operatore escavatore con trincia  SOMMANO ora					16,00		
						16,00	38,50	616,00
	A R I P O R T A R E							123'238,25









# COMUNE DI QUARRATA

## Intervento di Ripristino di via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)



## STIMA DEI COSTI DELLA SICUREZZA

Quarrata, 24 Novembre 2023

Responsabile del Procedimento  
Istruttore tecnico  
geom. Sandro Frinci

A blue circular stamp is located at the bottom right of the page. The text around the perimeter of the stamp reads "COMUNE DI QUARRATA" at the top and "UFFICIO LAVORI PUBBLICI" at the bottom. A signature in black ink is written over the stamp.

Provincia di Pistoia (PT)



Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI		
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE	
<b>RIPORTO</b>									
<b>LAVORI A MISURA</b>									
1 23/ 1_17.N05.00 2.014	Montaggio di recinzione area adibita a cantiere, esclusa idonea segnaletica diurna e notturna – con pannelli elettrozincati di lunghezza 3,50 mt x H 2,00 + basamento in cemento, incluso nolo per il primo mese. Recinzioni inizio e fine lavori Area di cantiere	2,00	5,00 12,00			10,00 12,00			
	SOMMANO cadauno					22,00	22,60	497,20	
2 23/ 1_17.N05.00 2.017	Smontaggio di recinzione per area adibita a cantiere, esclusa idonea segnaletica diurna e notturna – con pannelli elettrozincati di lunghezza 3,50 mt x H 2,00 con basamento in cemento. Vedi voce n° 1 [cadauno 22.00]					22,00			
	SOMMANO cadauno					22,00	9,95	218,90	
3 23/ 1_17.N05.00 2.020	Noleggio oltre il primo mese di utilizzo di recinzione per area adibita a cantiere realizzata con pannelli elettrozincati di lunghezza 3,50 mt x H 2,00 con basamento in cemento, esclusa segnaletica e calcolato cad per ogni mese di utilizzo	1,00	22,00			22,00			
	SOMMANO cadauno					22,00	5,56	122,32	
4 23/ 1_17.N06.00 4.010	Noleggio box di cantiere adibito ad ufficio di dimensioni cm 240x450x240 - noleggio mensile					2,00			
	SOMMANO cadauno					2,00	306,54	613,08	
5 23/ 1_17.N06.00 5.001	WC chimico con lavamani					2,00			
	SOMMANO cadauno					2,00	211,12	422,24	
6 23/ 1_17.P05.00 1.004	Transenna modulare in ferro zincato, dimensioni cm 200x H110					6,00			
	SOMMANO cadauno					6,00	138,48	830,88	
7 23/ 1_17.P07.00 3.001	Cassetta pronto soccorso					1,00			
	SOMMANO cadauno					1,00	97,84	97,84	
8 23/ 1_17.P07.00 4.001	Estintore portatile a polvere omologato, montato a parete con apposite staffe e corredato di cartello di segnalazione, compresa manutenzione periodica - da kg. 6.					1,00			
	SOMMANO cadauno					1,00	56,84	56,84	
	<b>Parziale LAVORI A MISURA euro</b>							2'859,30	
	<b>TOTALE euro</b>							2'859,30	
	Data, 15/11/2023								
<b>A RIPORTARE</b>									





# COMUNE DI QUARRATA

## Intervento di Ripristino di via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)



## ELENCO PREZZI UNITARIO

Quarrata, 24 Novembre 2023

Responsabile del Procedimento  
Istruttore tecnico  
geom. Sandro Trinci



Provincia di Pistoia (PT)



Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 1 23/ 1.04.B12.001 .002	Fondazione stradale compresa rullatura e compattazione per raggiungere il grado del 95% della prova AASHO modificata, esclusa dal prezzo con materiale arido di cava stabilizzato naturale con curva granulometrica secondo UNI EN 13285, con l'aggiunta di 120 Kg/mc di cemento R 32,5 spessore 15-25 cm, compresa emulsione bituminosa a protezione del misto cementato. euro (ottantasette/01)	m3	87,01
Nr. 2 23/ 1_01.A04.00 2.001	Scavo a larga sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici, compreso accatastamento nell'ambito del cantiere, in terreni sciolti. Fino alla profondità di mt. 1,50. euro (sci/58)	m3	6,58
Nr. 3 23/ 1_01.A04.00 2.002	idem c.s. ...terreni sciolti. Profondità da mt. 1,50 a 3,00. euro (sette/77)	m3	7,77
Nr. 4 23/ 1_01.A04.00 8.001	Scavo a sezione ristretta obbligata continua (larghezza fino a m 1,50) eseguito con mezzi meccanici, compreso accatastamento nell'ambito del cantiere, in terreni sciolti. euro (sette/77)	m3	7,77
Nr. 5 23/ 1_01.F06.00 2.059	Tubazioni serie SN4 SDR 41, poste in opera dentro scavi, compreso letto di posa con sabbione rinfianco con calcestruzzo Rck 15: tubazioni diam. est. 630 mm euro (trecentotrentasette/72)	m	337,72
Nr. 6 23/ 1_02.A07.00 1.003	Carico, trasporto e scarico dei materiali con mezzi meccanici su autocarro con portata mc 3,50 euro (trentadue/98)	m3	32,98
Nr. 7 23/ 1_04.A05.00 7.002	Formazione di rilevato stradale con materiale proveniente da cava o da scavi di sbancamento, steso a strati non superiore a 30 cm, compattato con idonei rulli compreso il materiale. euro (trenta/39)	m3	30,39
Nr. 8 23/ 1_04.A07.00 2.001	Carico movimentazione e scarico di materiali terrosi, sciolti o simili di qualsiasi natura e provenienza giacenti in cantiere eseguito con mezzi meccanici nell'ambito del cantiere. euro (tre/86)	m3	3,86
Nr. 9 23/ 1_04.B12.00 1.001	Fondazione stradale compresa rullatura e compattazione per raggiungere il grado del 95% della prova AASHO modificata, esclusa dal prezzo. Con materiale arido di cava stabilizzato naturale con curva granulometrica secondo UNI EN 13285, spessore non inferiore a 30 cm euro (quarantanove/42)	m3	49,42
Nr. 10 23/ 1_04.E02.00 1.001	Strato di base in conglomerato con bitume distillato 50-70 o 70-100 secondo UNI EN 12591 ed aggregati secondo UNI EN 13043, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco, e compattazione con rullo vibrante; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto - con aggregato pezzatura 0/32, spessore compreso 10 cm euro (trentaquattro/74)	m2	34,74
Nr. 11 23/ 1_04.E02.00 2.001	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco e rullatura con rullo vibrante; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto con aggregato pezzatura 0/20, spessore compreso 6 cm. euro (ventitre/18)	m2	23,18
Nr. 12 23/ 1_04.E02.00 2.002	Binder 0/20 per ogni centimetro in più. euro (tre/67)	cm*m2	3,67
Nr. 13 23/ 1_04.E06.01 0.001	Posa in opera di cordonato compresa fondazione in cls C12/15 euro (ventinove/19)	m	29,19
Nr. 14 23/ 1_04.F06.00 8.001	Fognatura in P.V.C. rigido, secondo norma UNI EN 1401-1 con giunto a bicchiere ed anello elastomerico, SN8, diam. 200 mm. posta su letto di sabbione e materiale sciolto sp. minimo 20 cm, escluso scavo e rinterro euro (trentaotto/09)	m	38,09
Nr. 15 23/ 1_04.F06.02 3.002	Pozzetto in c.a.p. dimensioni esterne 60x60x60 euro (centouno/97)	cadauno	101,97
Nr. 16 23/ 1_04.F07.00 3.002	Canale semicircolare in c.a.v. con incastro a mezzo spessore, posta su letto in conglomerato cementizio non inferiore a cm 10. diametro cm. 30 euro (ottanta/24)	m	80,24
Nr. 17 23/ 1_05.A03.00 5.001	Demolizione di corpo stradale bitumato o a macadam, eseguito con mezzi meccanici, compreso il carico, trasporto e scarico dei rifiuti in aree indicate dal Progetto o agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento. Con sottofondo in scampoli di pietra euro (quarantaquattro/10)	m3	44,10
Nr. 18 23/ 1_16.B04.00 3.009	Calcestruzzo CR20/25 consistenza S3 per getto tubazioni varie interferenti con il muro in scogliera e intasamento del fondo alveo. euro (centosessantatre/09)	m3	163,09
Nr. 18 23/ 1_16.B04.00 3.009	Scogliera con blocchi o massi informi naturali, non gelivi, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, approvvigionati da cave site a qualsiasi distanza, per l'esecuzione di opere di difesa sia longitudinali che trasversali, sotto e sopra il pelo dell'acqua; posti in opera secondo gli allineamenti o livellette di progetto, con percentuale di vuoti non superiore al 15%, completamente intasati con calcestruzzo C16/20 per strati non superiori a 80 cm. In blocchi di pietra arenaria EXTRADURA del peso fino a 4 Tn.		

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 19 23/ 1_16.B11.01 6.010	euro (centotrentanove/30) Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto agugliato di poliestere (PET) , inclusi gli sfridi, le sovrapposizioni e tutti gli oneri, per dare il lavoro completo e finito a regola d' arte di resistenza a trazione (L/T) ≥25kN/m (UNI EN ISO 10319), in rotolo.	m3	139,30
Nr. 20 23/ 1_16.E03.00 1.008	euro (sei/63) Miniescavatore a cingoli con massa in assetto operativo fino a 5000 kg. per trincia	m2	6,63
Nr. 21 23/ 1_AT.N01.0 01.014	euro (ventitre/77) Pala gommata caricatrice potenza motore fino a 140 CV - 2-10 giorni	ora	23,77
Nr. 22 23/ 1_AT.N01.0 01.046	euro (trentasette/72) Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia con massa in assetto operativo di 15000 KG	ora	37,72
Nr. 23 23/ 1_AT.N01.0 01.201	euro (trentatre/84) oneri consumo carburanti, oli e altri materiali - macchine movimento terra fino a 10.000 kg - fino 125 CV	ora	33,84
Nr. 24 23/ 1_AT.N01.0 01.901	euro (venti/62) idem c.s. ...movimento terra da 10.000 kg a 25.000 kg - da 126 CV fino a 300 CV	ora	20,62
Nr. 25 23/ 1_AT.N01.0 01.902	euro (quarantanove/49) Trincia forestale larghezza da mt. 1,40 a mt. 1,80	ora	49,49
Nr. 26 23/ 1_AT.N02.0 22.101	euro (diciassette/89) Caditoia in ghisa sferoidale ad asole centrali sifonabili UNI EN 1563:2012-EN124:2015, classe D (resistenza 400 kN = 40 t) telaio cm. 60x60 luce netta cm. 50x50	cadauno	17,89
Nr. 27 23/ 1_PR.P07.11 2.003	euro (duecentoundici/27) Cordonato in cemento vibrocompresso cm. 12x25x100 smussato con angolo a 45%	m	211,27
Nr. 28 23/ 1_PR.P12.01 1.006	euro (sette/27) Oneri di conferimento miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/BER 17 03 01 ( riferimento cod. CEER/BER 17 03 02)	t	7,27
Nr. 29 PRREC.P17. 003.002	euro (quarantasette/08) Oneri di conferimento Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/BER 17 05 03* " (riferimento cod. CEER/BER 17 05 04) - materiale inerte vario costituito esclusivamente da terra proveniente da scavi, con concentrazione di contaminanti non superiori ai limiti della colonna A tabella 1 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/2006	t	47,08
Nr. 30 PRREC.P17. 005.104	euro (ventiquattro/87) Oneri di conferimento rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci codici CEER/BER 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 ( riferimento cod. CEER/BER 17 09 04) costituiti da materile inerte	t	24,87
Nr. 31 PRREC.P17. 009.104	euro (venticinque/86) Operaio specializzato	t	25,86
Nr. 32 R.U.M10.001 .002	euro (trentaotto/50) Data, 22/11/2023	ora	38,50
<b>Il Tecnico</b>			
----- -----			

# COMUNE DI QUARRATA

## Intervento di Ripristino di via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Quarrata, 24 Novembre 2023

Responsabile del Procedimento  
Istruttore tecnico  
geom. Sandro Triacci



Provincia di Pistoia (PT)



# COMUNE DI QUARRATA



Provincia di Pistoia (PT)



**COMUNE DI QUARRATA**



Provincia di Pistoia (PT)



**COMUNE DI QUARRATA**



Provincia di Pistoia (PT)



# COMUNE DI QUARRATA



Provincia di Pistoia (PT)



# COMUNE DI QUARRATA



Provincia di Pistoia (PT)



# COMUNE DI QUARRATA



Provincia di Pistoia (PT)



# COMUNE DI QUARRATA



Provincia di Pistoia (PT)



**COMUNE DI QUARRATA**

VIA VITTORIO VENETO, 2 - 51039 QUARRATA (PT) TEL. 0573 7710 FAX. 073 775053 [www.comunequarrata.it](http://www.comunequarrata.it)

**Intervento di ripristino di Via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)**

**Verbale di accertamento di somma urgenza del 17 Novembre 2023**

*Progetto di somma urgenza*

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Baldi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Geom. Sandro Trinci



ELABORATO:

**R01**

**RELAZIONE SPECIALISTICA  
GEOTECNICA E STRUTTURALE**

SCALA:

REVISIONE

DATA REV.

-

-

24-11-2023



**COMUNE DI QUARRATA**

VIA VITTORIO VENETO, 2 - 51039 QUARRATA (PT) TEL. 0573 7710 FAX. 073 775053 [www.comunequarrata.it](http://www.comunequarrata.it)

**Intervento di ripristino di Via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)**

**Verbale di accertamento di somma urgenza del 17 Novembre 2023**

*Progetto di somma urgenza*

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Baldi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Geom. Sandro Trinci

ELABORATO:

**R01**

**RELAZIONE SPECIALISTICA  
GEOTECNICA E STRUTTURALE**

SCALA:

REVISIONE

DATA REV.

-

-

24-11-2023



## **INDICE**

1	PREMESSA.....	1
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3	VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE AI SENSI DELLE N.T.C. 2018.....	7

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica di calcolo strutturale e analisi di stabilità è redatta nell'ambito del progetto di somma urgenza di ripristino della sede stradale di Via degli Ulivi nel Comune di Quarrata.

La viabilità suddetta è attualmente interdetta al transito veicolare e pedonale in quanto, durante l'evento meteorologico eccezionale del 2 Novembre 2023, a seguito del quale è stato dichiarato lo stato di emergenza regionale con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 182 del 02/11/2023 per una durata di 6 mesi e lo stato di emergenza per 12 mesi nel territorio delle province di Firenze, Livorno, Pisa, Pistoia e Prato con delibera del Consiglio dei Ministri del 03/11/2023, è rimasta danneggiata e risulta pericoloso il passaggio di mezzi. Nel dettaglio, durante suddetto evento, il fosso presente al lato della strada non è riuscito a smaltire le forti piogge cadute sulla collina e sui campi soprastanti, in parte perché è stato un evento con tempo di ritorno superiore a 500 anni e in parte perché il tratto di monte si è ostruito per effetto del trasporto solido, ne consegue che le acque hanno ruscellato sulla strada provocando l'erosione della sponda a lato della viabilità. Le acque di transito hanno poi sollevato parte del pacchetto stradale in quanto sono penetrate sotto l'asfalto e sono riuscite a scavare lo strato sottostante. In queste condizioni la viabilità non risulta più idonea al transito veicolare e quindi con l'Ordinanza del Sindaco n. 300 del 17/11/2023 Via degli Ulivi è stata chiusa al traffico veicolare e pedonale.

Di seguito si riporta una foto aerea (fonte Google Maps) dell'area e della viabilità oggetto d'intervento.



FIGURA 1. INQUADRAMENTO SU FOTO AEREA (FONTE GOOGLE MAPS)





**FOTO 1. CEDIMENTO DELLA SPONDA**





**FOTO 2. TRATTO DI ASFALTO DANNEGGIATO**





**FOTO 3. CEDIMENTO DELLA SPONDA**

Via degli Ulivi risulta una viabilità “senza sfondo” e pertanto è l’unica via di accesso carrabile alle abitazioni poste nel tratto posto altimetricamente più in alto rispetto al tratto oggetto d’intervento, ne consegue che è necessario ripristinare la viabilità al fine di eliminare ogni pericolo per la pubblica e privata incolumità e di consentire l’accesso ai residenti e ai mezzi di soccorso.

In data 17 Novembre 2023 è stato così redatto il verbale di accertamento di somma urgenza ai sensi dell’art. 140 del D. Lgs. n. 36/2023 con il quale vengono affidati i lavori di ripristino all’impresa Quarrata Scavi Due S.r.l. e al sottoscritto l’incarico di progettazione del muro in scogliera a sostegno della viabilità nel tratto oggetto d’intervento di sviluppo pari a circa 55 m.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto di somma urgenza di ripristino della sede stradale di Via degli Ulivi prevede la realizzazione di un muro in scogliera a blocchi squadrati completamente intasato di calcestruzzo di altezza massima 1.8 m oltre a 0.5 m di fondazione. Tale opera sarà completata con il rivestimento del fondo del fosso a bordo strada con lastre di scogliera con la funzione di impedirne l'erosione. Nell'ambito del rifacimento della viabilità di Via degli Ulivi sarà, inoltre, realizzata una zanella al piede della scarpata del campo soprastante la strada. Di seguito si riporta un estratto dell'elaborato grafico allegato alla presente relazione da cui si evince la sezione tipo di progetto.

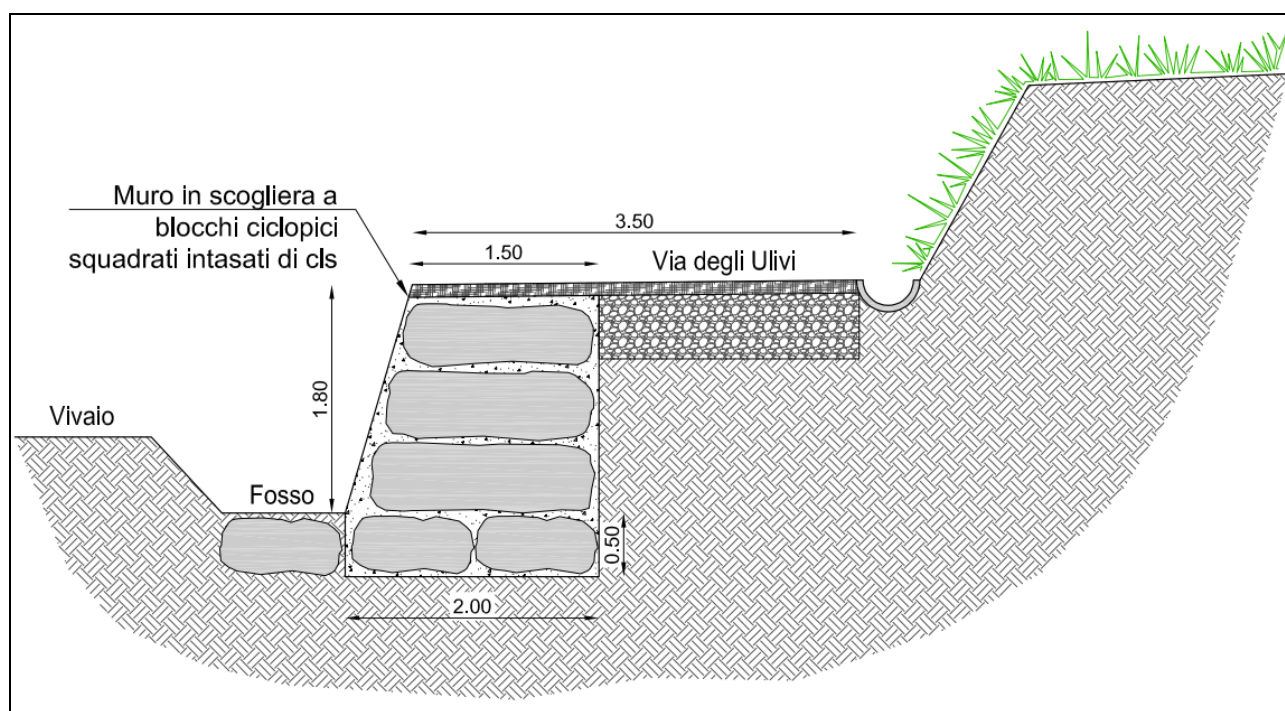


FIGURA 2. ESTRATTO ELABORATO GRAFICO - SEZIONE TIPO

L'intervento si sviluppa per 55 m verso valle dal punto dove il fosso a bordo strada passa dal lato destro della strada a quello sinistro con un attraversamento con tubazione in calcestruzzo. L'intervento, nel suo complesso, prevede le seguenti lavorazioni:

- ✓ demolizione del pacchetto stradale;
- ✓ scavo di sbancamento della sponda del fosso di sostegno della strada e del fondo del fosso;
- ✓ realizzazione di muro in scogliera a blocchi squadrati intasati in calcestruzzo;
- ✓ rivestimento del fondo del fosso con posa di blocchi in scogliera;
- ✓ realizzazione di zanella al piede della scarpata del campo soprastante la strada;
- ✓ rifacimento del tratto intubato del fosso nel punto in cui passa dal lato destro della strada a quello sinistro.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei terreni posti intorno all'opera in scogliera oggetto di verifica, non è stato possibile eseguire analisi di laboratorio perché i tempi necessari non sarebbero stati compatibili con l'intervento di ripristino in somma urgenza. Ne consegue che i calcoli strutturali e di stabilità sono stati eseguiti utilizzando valori dei parametri geotecnici assegnati dallo scrivente sulla base delle evidenze visive riscontrate sul posto a seguito dei primi scavi della sponda che hanno permesso di vedere il tipo di terreno posto sotto la viabilità oggetto di ripristino. Nel dettaglio sono stati definiti tre strati, quello superiore relativo al pacchetto stradale, quello intermedio corrispondente a quanto riscontrato dagli scavi eseguiti sulla sponda, quello inferiore relativo al fondo del fosso che corrisponde al piano di fondazione dell'opera di progetto. Sulla base delle evidenze visive è stato riscontrato che il fondo del fosso è caratterizzato da terreni argillosi alternati a tratti con affioramenti del substrato argillitico alterato e la sponda di sostegno della strada da terra argillosa con presenza di scaglie di argilliti degradate.



### 3 VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE AI SENSI DELLE N.T.C. 2018

Le verifiche dell'opera di progetto sono state eseguite ai sensi delle N.T.C. 2018 con l'utilizzo del software di calcolo MAX 16 realizzato da Aztec Informatica s.r.l., considerando lo stazionamento di un mezzo del peso di 20 t a campagna in adiacenza al muro in scogliera o il verificarsi di un sisma, con la presenza della falda in tutte le combinazioni analizzate, definita cautelativamente a un metro di profondità rispetto alla quota della viabilità. Le condizioni da cui sono state generate le combinazioni di calcolo sono di seguito riassunte:

CONDIZIONE 1	CONDIZIONE 2
SOVRACCARICO DOVUTO A MEZZO DA 20 t E PRESENZA FALDA	SISMA E PRESENZA FALDA

Le caratteristiche geotecniche dei terreni utilizzate nell'ambito delle verifiche sono state riferite a una condizione di lungo periodo in quanto rappresentativa della condizione più cautelativa.

Il sovraccarico dovuto alla presenza a campagna di un mezzo da 20 t è stato schematizzato suddividendolo in due parti, nell'ipotesi che il mezzo possa sostare metà sulla testa del muro e metà sull'asfalto immediatamente adiacente, così come di seguito rappresentato.

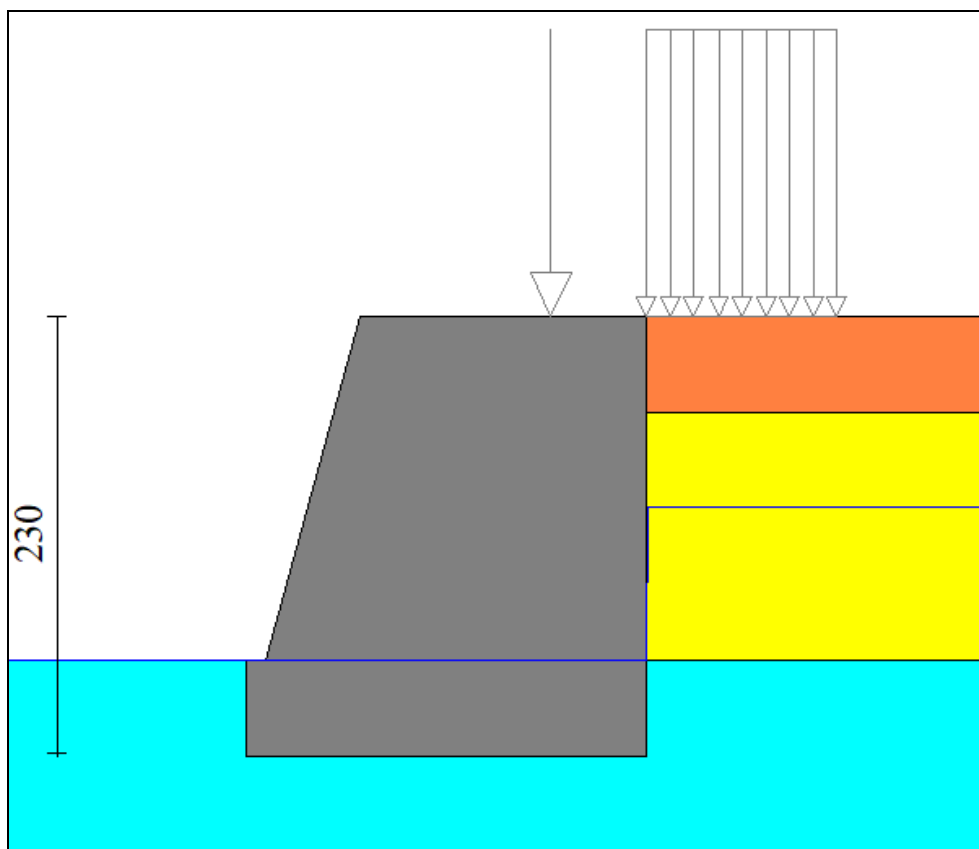


FIGURA 3. ESTRATTO DAL MODELLO DI CALCOLO

Nel dettaglio il carico di 20 t è stato considerato applicato su una piastra di 4 m di lunghezza e 2 m di larghezza, studiando una striscia di un metro sono stati pertanto applicati due carichi di 2'500 kg, uno distribuito su una porzione di terreno di un metro di larghezza, l'altro, per limiti del software, come carico concentrato applicato sulla testa del muro a 50 cm dall'inizio di quello distribuito.

Il modello geotecnico è stato ipotizzato sulla base delle evidenze visive riscontrate sul posto a seguito di saggi di scavo eseguiti con escavatore; sono stati così assegnati i valori dei parametri geotecnici, relativi ai tre strati di terreno ipotizzati, di seguito descritti:

➤ <b>Pacchetto stradale:</b>			
Peso di volume naturale	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.0
Coesione	c	[kPa]	0.0
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	[°]	34

➤ <b>ORIZZONTE A:</b>			
Peso di volume naturale	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0
Coesione efficace	c'	[kPa]	8.0
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	[°]	24

➤ <b>ORIZZONTE B:</b>			
Peso di volume naturale (da DPSH)	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.0
Coesione efficace	c'	[kPa]	15.0
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	[°]	26

I valori dei parametri geotecnici sopra riportati sono stati definiti sulla base di risultati di analisi di laboratorio eseguite su campioni di terra simili prelevati su altri cantieri. Si ritiene, inoltre, che i valori assegnati siano cautelativi rispetto a quanto sarebbe stato ottenuto a seguito di analisi di laboratorio.

Nella presente relazione tecnica si è proceduto a verificare una sezione tipo dell'intervento, ovvero quella con dislivello maggiore tra quota strada e fondo fosso, pari a 1.8 m.

Di seguito si riporta un estratto della schematizzazione stratigrafica della sezione di verifica definita nella due modellazione eseguita con il software di calcolo MAX 16.

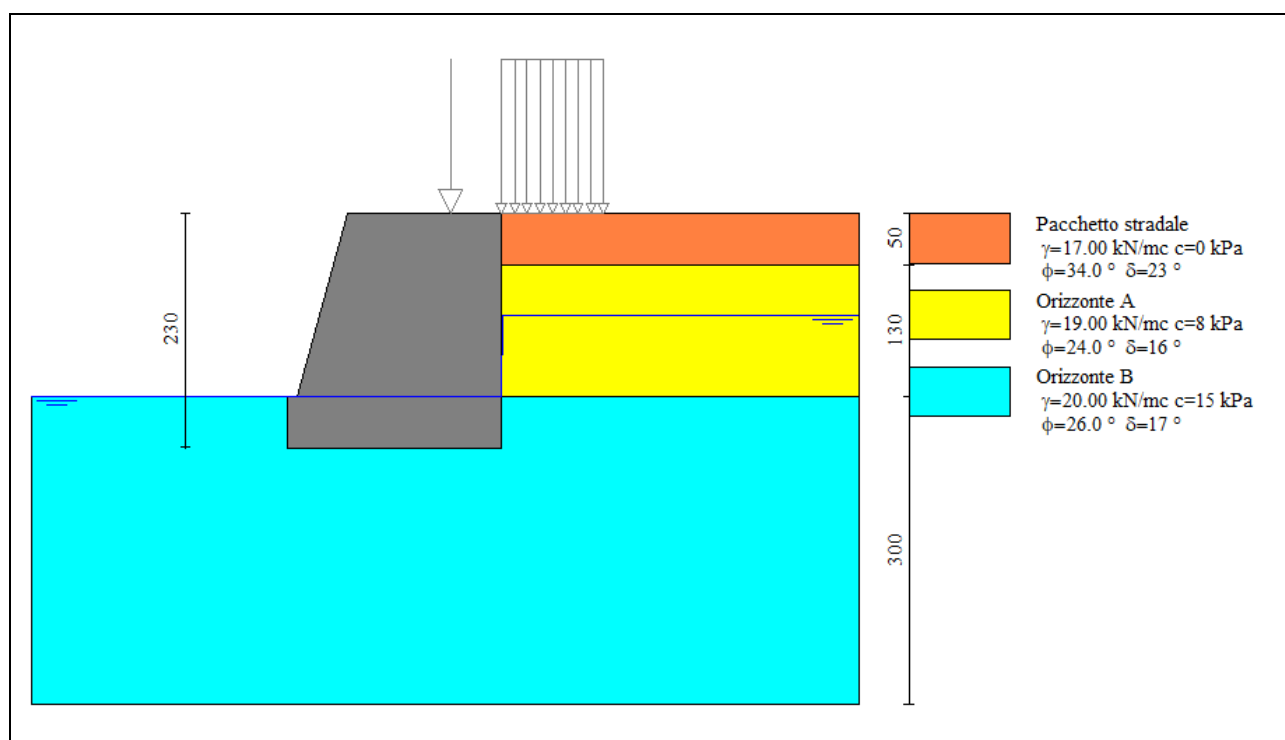


FIGURA 4. SCHEMATIZZAZIONE SEZIONE DI VERIFICA IN PRESENZA DI SOVRACCARICO E FALDA

Le verifiche eseguite, nel rispetto delle disposizioni di cui alle NTC2018, sono di seguito riportate:

- ✓ TIPO STR: scorrimento/traslazione;
- ✓ TIPO STR: carico limite;
- ✓ TIPO EQU: ribaltamento;
- ✓ TIPO GEO: stabilità globale del versante.

Per le condizioni analizzate, ovvero presenza di sovraccarico e sisma, sono state ricostruite n. 9 combinazioni di calcolo.

Nell'Allegato A sono riportati gli schemi di calcolo e i dati utilizzati, le verifiche effettuate e i risultati ottenuti.

Di seguito si riporta, in forma tabellare, la sintesi dei risultati delle verifiche strutturali e di stabilità globale effettuate sull'opera con riferimento alla sezione tipo; nel dettaglio, per ogni scenario di riferimento, si riportano i valori dei coefficienti di sicurezza ( $F_s$ ) minimi ottenuti nelle varie combinazioni analizzate e, tra parentesi, quelli minimi per il superamento della verifica normativa.



VERIFICHE IN CONDIZIONI DI LUNGO TERMINE				
SCENARIO DI RIFERIMENTO	$F_s$ – CARICO LIMITE	$F_s$ - RIBALTAMENTO	$F_s$ - SCORRIMENTO	$F_s$ – STABILITÀ GLOBALE
Condizioni statiche + presenza falda + sovraccarico mezzo 20 t	5.35 (1.40)	4.57 (1.15)	2.61 (1.10)	1.82 (1.10)
Condizioni sismiche + presenza falda	10.23 (1.20)	4.62 (1.00)	4.14 (1.00)	2.75 (1.20)

TABELLA 1 – RISULTATI VERIFICHE SVOLTE

Da quanto sopra riportato si evince che l'opera risulta ampiamente verificata ai sensi della normativa vigente. In calce alla presente relazione tecnica si riporta l'Allegato A con all'interno riportati dettagliatamente gli schemi di calcolo e i dati utilizzati, le verifiche effettuate e i risultati ottenuti

Luogo e data  
Pistoia, 24/11/2023

Il progettista  
( Ing. Daniele Baldi )

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del testo unico D.P.R. 28/12/2000 n. 445, del D.Lgs. 07/03/2005 n. 82 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa*

ING. DANIELE BALDI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pistoia n. 1048

---

***ALLEGATO A***

***Relazione di calcolo***

**Progetto:** Ripristino di Via degli Ulivi (Comune di Quarrata) a seguito di verbale di somma urgenza del 17/11/2023

**Committente:** Comune di Quarrata

**Comune:** Quarrata

**Progettista architettonico:** Geom. Sandro Trinci

**Progettista strutturale:** Ing. Daniele Baldi

**Direttore dei Lavori:** Geom. Sandro Trinci

**Impresa:** Quarrata Scavi Due s.r.l.



## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## **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 valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . 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  $\rho$  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

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

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

In presenza di falda a monte,  $\theta$  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  $\theta$ .

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

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

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

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cono di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.



### Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

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

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

### Verifica a scorrimento

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

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

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

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

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

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

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

### Verifica al carico limite

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

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

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi=0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale  $\phi > 0$

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14c_u(1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

- N fattori di capacità portante
- s fattori di forma
- d fattori di profondità
- i fattori di inclinazione del carico
- b fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata), con  $\eta$  inclinazione del piano di posa
- g fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio), con  $\beta$  pendenza del pendio

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$		
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 0.4k$		
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.4k$	$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$	$d_\gamma = 1$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = 0.5 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		
	$\varphi > 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^2/450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta > 0$
Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = e^{-2\eta \tan \varphi}$	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \tan \varphi}$
Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$	$g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Dove i coeff.  $k$  e  $m$  assumono le seguenti espressioni:

$k = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$	$k = \arctan \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} > 1$	$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$
---	--	---

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

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

$H < V \tan \delta + A_f c_a$	$\beta \leq \varphi$	$i_q, i_\gamma > 0$	$\beta + \eta \leq 90^\circ$
-------------------------------	----------------------	---------------------	------------------------------

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Bowles propone di moltiplicare la capacità portante ultima per i termini  $B'$  ed  $L'$  (area ridotta della fondazione) al posto di  $B$  ed  $L$

dove:

$$B' = B - 2.0 e_x \quad L' = L - 2.0 e_y$$

essendo  $e_x$  ed  $e_y$  le eccentricità del carico.

La portanza espressa nell'unità di misura delle forze diventa:

$$P_u = q_u B' L'$$

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

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

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.

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:

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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  $\eta$ . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.



**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	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

COEFF. PARZIALI  $\gamma_R$  PER LE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI STR E GEO

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

**DATI SISMICI**

Comune	Quarrata
Provincia	Pistoia
Regione	Toscana
Latitudine	43.830000
Longitudine	11.000000
Indice punti di interpolazione	19833 - 19834 - 19612 - 19611
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_a$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.286	0.549
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.131	0.056
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.412	2.579
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.297	0.263
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	7.968	3.984
Ultimo - Ribaltamento	0.570	11.952	5.976
Esercizio	0.470	4.211	2.105

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

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

**OPZIONI DI CALCOLO**SPINTA

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

CAPACITÀ PORTANTE

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

ALTRO

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00	
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	SI	
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls		

SPOSTAMENTI

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

CEDIMENTI

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## DATI

### MATERIALI

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Pietrame	
$\gamma$	Peso di volume, espresso in [kN/mc]
$\sigma_{cp}$	Tensione di compressione, espresso in [kPa]
$\phi$	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
$\tau_p$	Resistenza a taglio, espressa in [kPa]

#### Pietrame

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\sigma_{cp}$ [kPa]	$\phi$ [°]	$\tau_p$ [kPa]
4	Pietrame	26.4784	34324	45.00	0

### 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	3.50	0.00	0.000

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

### FALDA

#### Simbologia adottata

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

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

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.60	-1.80	0.000
2	0.00	-1.80	0.000
3	0.01	-1.00	89.284
4	3.50	-1.00	0.000

### GEOMETRIA MURO

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 55.00 [m]

#### Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	1.80	[m]
Altezza paramento libero	1.80	[m]
Spessore in sommità	1.50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	2.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	15.50	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]



**Fondazione**

Materiale	Pietrame	
Lunghezza mensola di valle	0.10	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	2.10	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

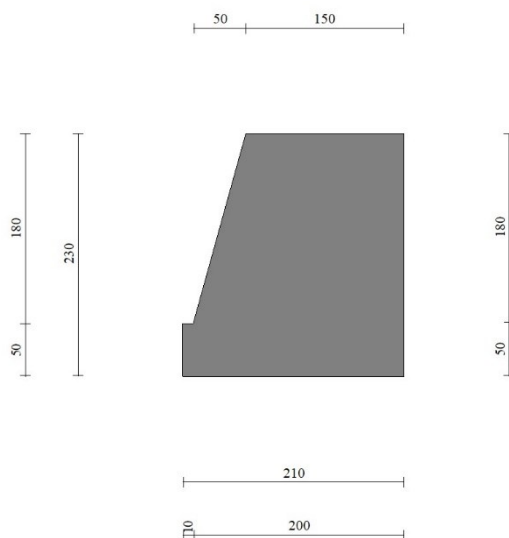


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

**DESCRIZIONE TERRENI**

**Parametri di resistenza**

**Simbologia adottata**

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Pacchetto stradale	17.0000	20.0000	34.000	22.670	0	0	---	---
2	Orizzonte A	19.0000	19.0000	24.000	16.000	8	4	---	---
3	Orizzonte B	20.0000	20.0000	26.000	17.330	15	7	---	---

**STRATIGRAFIA**

**Simbologia adottata**

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /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')  
 Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0.50	0.000	Pacchetto stradale	---	---	---	---	---
2	1.30	0.000	Orizzonte A	---	---	---	---	---
3	3.00	0.000	Orizzonte B	---	---	---	---	---

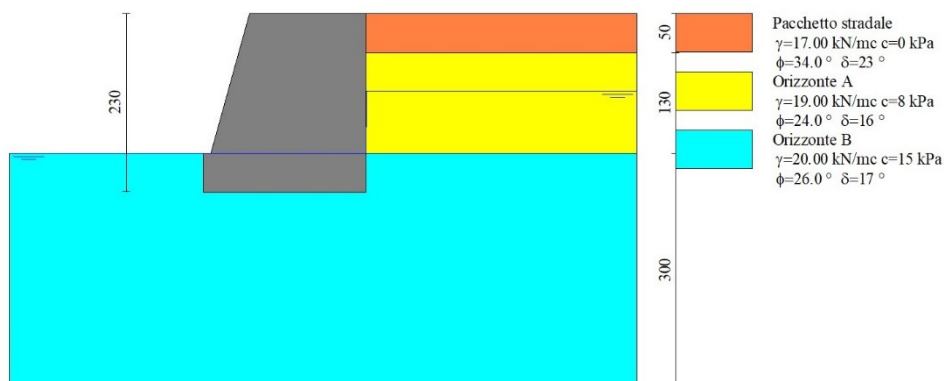


Fig. 2 - Stratigrafia

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<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- M Momento espresso in [kNm]
- X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X<sub>r</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]
- Q<sub>r</sub> Intensità del carico per x=X<sub>r</sub> espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Mezzo 20 t) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00$  -  $\Psi_1=1.00$  -  $\Psi_2=1.00$   
 Indice di raggruppamento 2

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>r</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>r</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	1.00	24.5170	24.5170

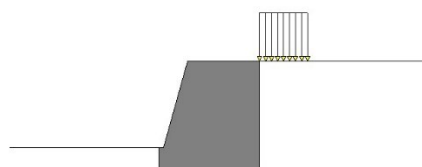


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (Mezzo 20 t su muro) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00$  -  $\Psi_1=1.00$  -  $\Psi_2=1.00$   
 Indice di raggruppamento 2

*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.50; 0.00	0.0000	24.5170	0.0000				

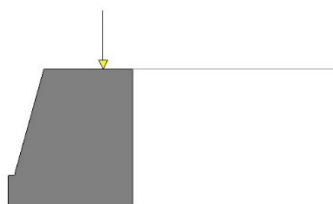


Fig. 4 - Carichi sul muro

Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

**DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO**

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

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

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

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

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

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

**Simbologia adottata**

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

COMBINAZIONE N° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.50	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.50	1.00	Sfavorevole



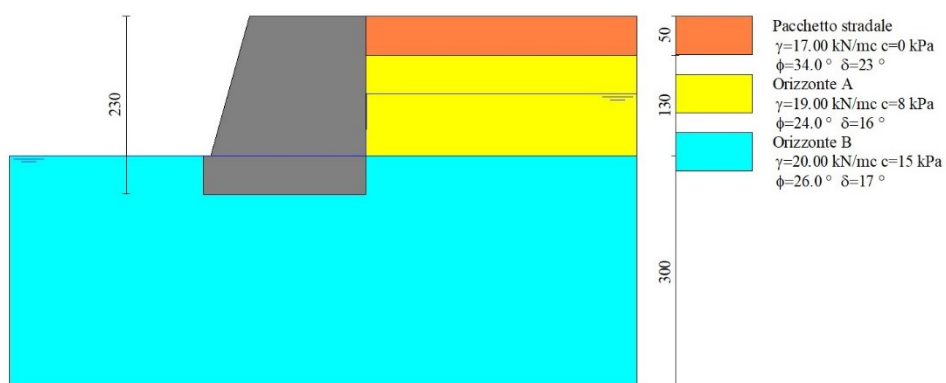


Fig. 5 -

COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

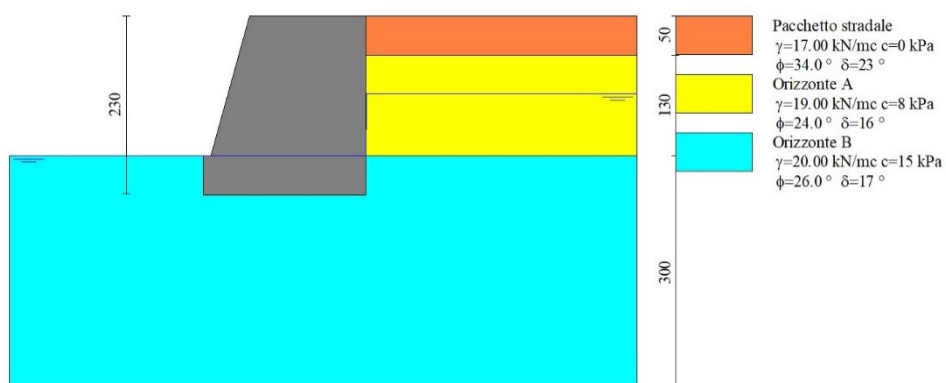


Fig. 6 - (Inviluppo)

COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.50	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.50	1.00	Sfavorevole



Fig. 7 - (Inviluppo)

COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.50	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.50	1.00	Sfavorevole

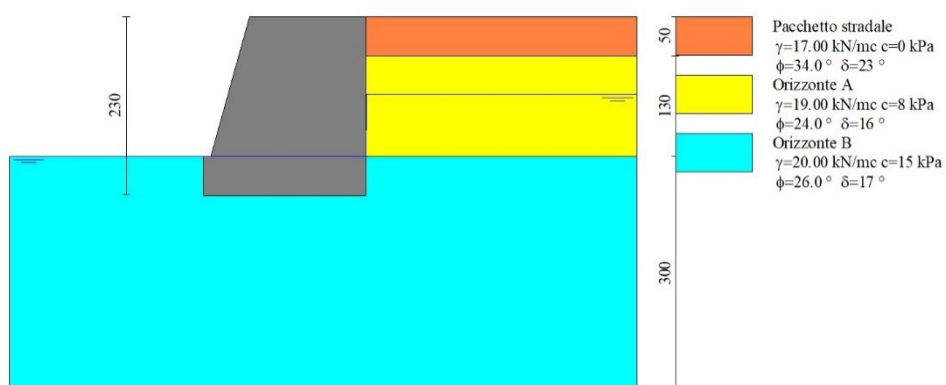


Fig. 8 - (Inviluppo)

COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.50	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.50	1.00	Sfavorevole

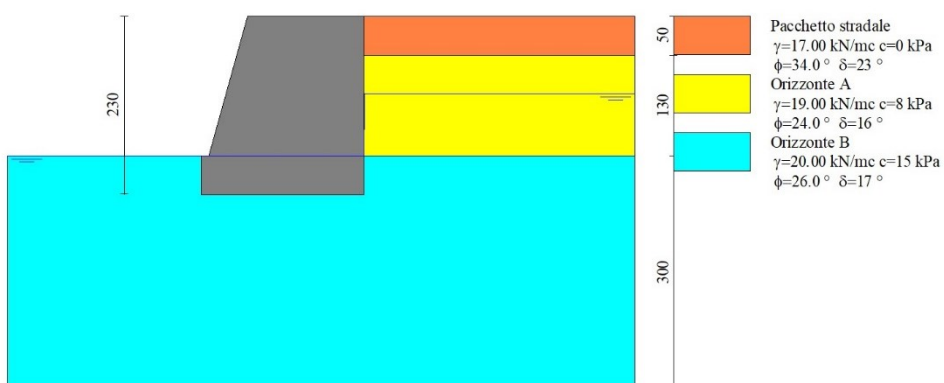


Fig. 9 - (Inviluppo)

COMBINAZIONE N° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.30	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.30	1.00	Sfavorevole

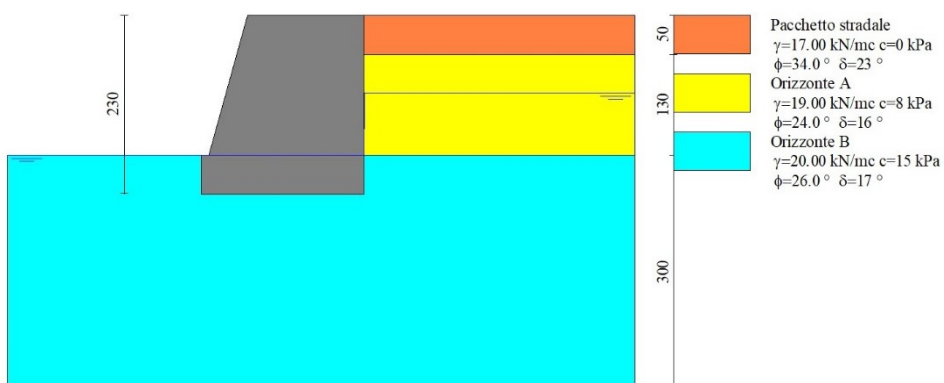


Fig. 10 - (Inviluppo)

COMBINAZIONE N° 7 - GEO (A2-M2-R2) H

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

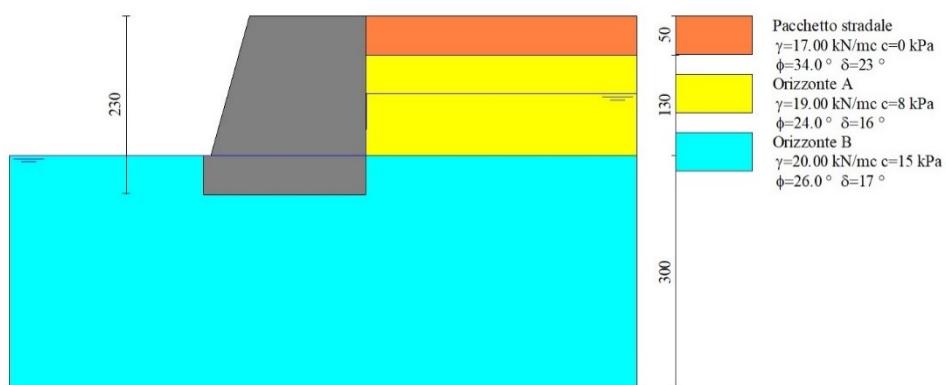


Fig. 11 - (Inviluppo)

**COMBINAZIONE N° 8 - EQU (A1-M1-R3)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mezzo 20 t su muro	1.50	1.00	Sfavorevole
Mezzo 20 t	1.50	1.00	Sfavorevole

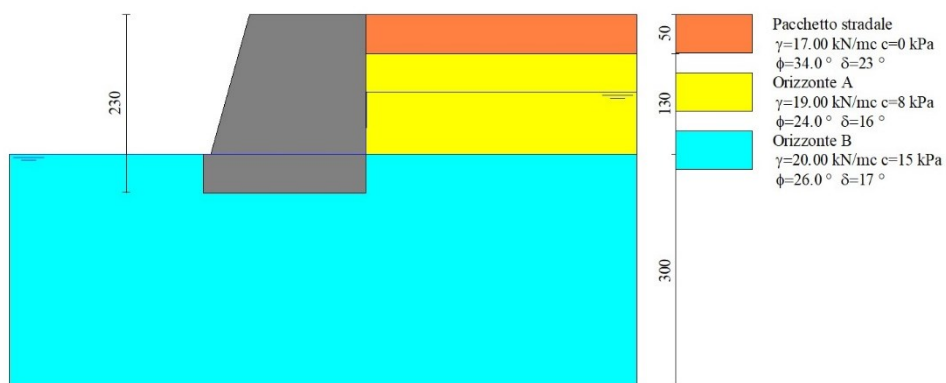


Fig. 12 - (Inviluppo)

**COMBINAZIONE N° 9 - EQU (A1-M1-R3) H**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



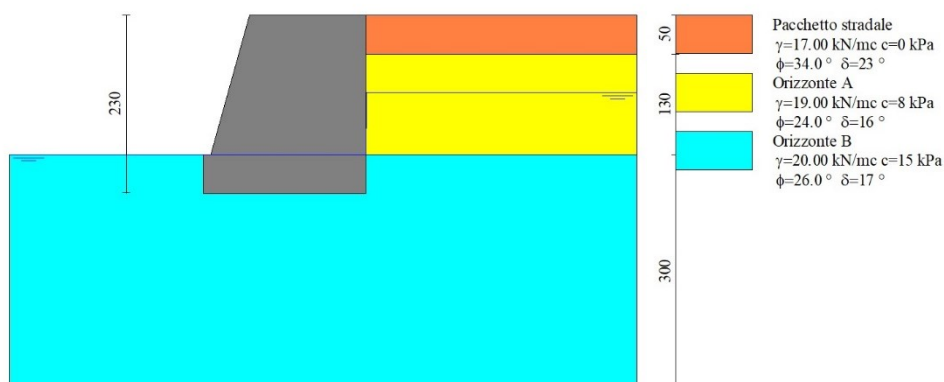


Fig. 13 - (Inviluppo)

## RISULTATI PER COMBINAZIONE

### SPINTA E FORZE

#### Simbologia adottata

- Ic** Indice della combinazione  
**A** Tipo azione  
**I** Inclinazione della spinta, espressa in  $[\circ]$   
**V** Valore dell'azione, espressa in  $[\text{kN}]$   
 **$C_x, C_y$**  Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in  $[\text{kN}]$   
 **$P_x, P_y$**  Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in  $[\text{m}]$

Ic	A	V [kN]	I [°]	$C_x$ [kN]	$C_y$ [kN]	$P_x$ [m]	$P_y$ [m]	
1	Spinta statica	22.88	17.62	21.81	6.92	0.00	-1.00	
	Peso/Inerzia muro			0.00	111.18/0.00	-0.92	-1.22	
	Spinta falda da monte			6.81		0.00	-1.96	
	Spinta falda da valle			1.23		0.00	-2.13	
	Sottostinta della falda				13.38	-1.05	-2.30	
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle			0.00	0.00	0.00	-2.13	
	Resistenza passiva terreno antistante				-13.63			
	Risultante forze sul muro				0.00	36.78	--	--
2	Spinta statica	0.59	20.43	0.55	0.20	0.00	-0.40	
	Incremento di spinta sismica			0.37	0.14	0.00	-1.53	
	Peso/Inerzia muro			8.86	111.18/0.00	-0.92	-1.22	
	Spinta falda da monte			5.24		0.00	-1.96	
	Spinta falda da valle			1.23		0.00	-2.13	
	Sottostinta della falda				10.29	-1.05	-2.30	
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	-2.13	
	Resistenza passiva terreno antistante				-13.63			
3	Spinta statica	22.88	17.62	21.81	6.92	0.00	-1.00	
	Peso/Inerzia muro			0.00	144.53/0.00	-0.92	-1.22	
	Spinta falda da monte			6.81		0.00	-1.96	
	Spinta falda da valle			1.59		0.00	-2.13	
	Sottostinta della falda				13.38	-1.05	-2.30	
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	-2.13	
	Resistenza passiva terreno antistante				-13.63			
	Risultante forze sul muro				0.00	36.78	--	--
4	Spinta statica	22.88	17.62	21.81	6.92	0.00	-1.00	
	Peso/Inerzia muro			0.00	111.18/0.00	-0.92	-1.22	
	Spinta falda da monte			6.81		0.00	-1.96	
	Spinta falda da valle			1.59		0.00	-2.13	
	Sottostinta della falda				13.38	-1.05	-2.30	
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	-2.13	
	Resistenza passiva terreno antistante				-13.63			
	Risultante forze sul muro				0.00	36.78	--	--
5	Spinta statica	22.88	17.62	21.81	6.92	0.00	-1.00	
	Peso/Inerzia muro			0.00	144.53/0.00	-0.92	-1.22	
	Spinta falda da monte			6.81		0.00	-1.96	
	Spinta falda da valle			1.23		0.00	-2.13	
	Sottostinta della falda				13.38	-1.05	-2.30	

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	-2.13
	Resistenza passiva terreno antistante			-13.63			
	Risultante forze sul muro			0.00	36.78	--	--

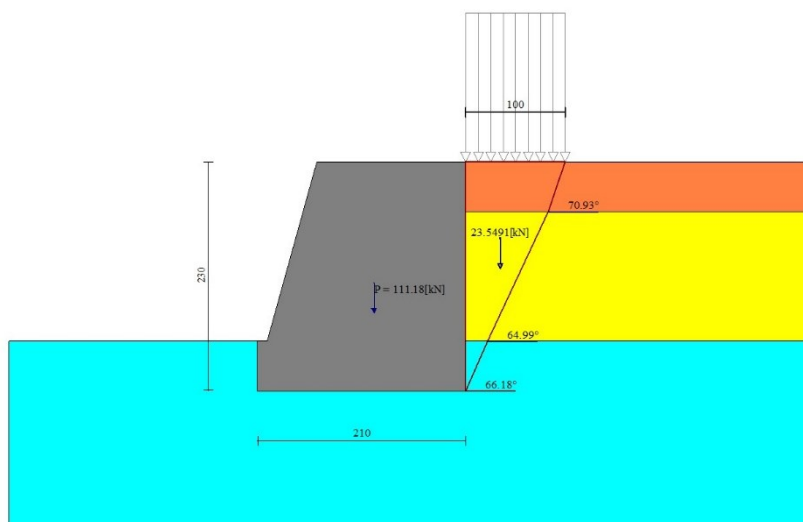


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

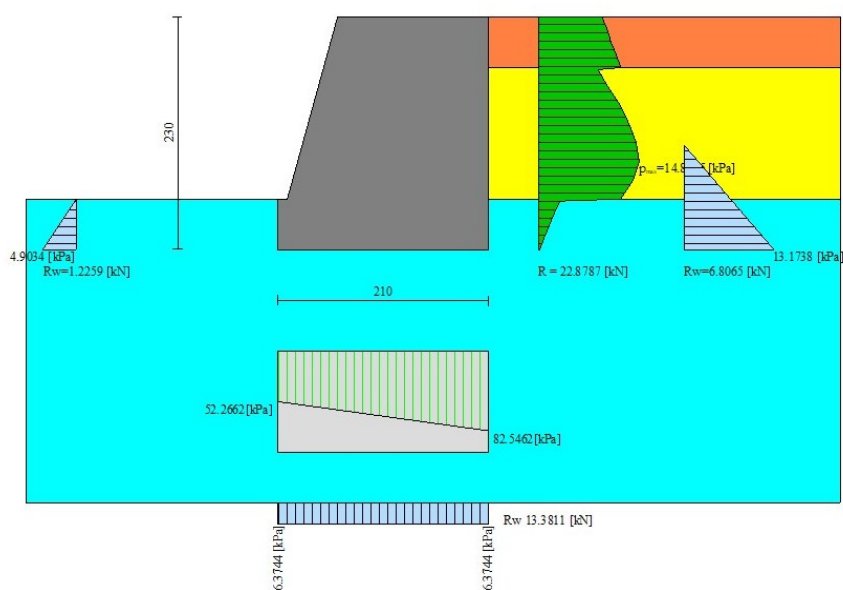


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

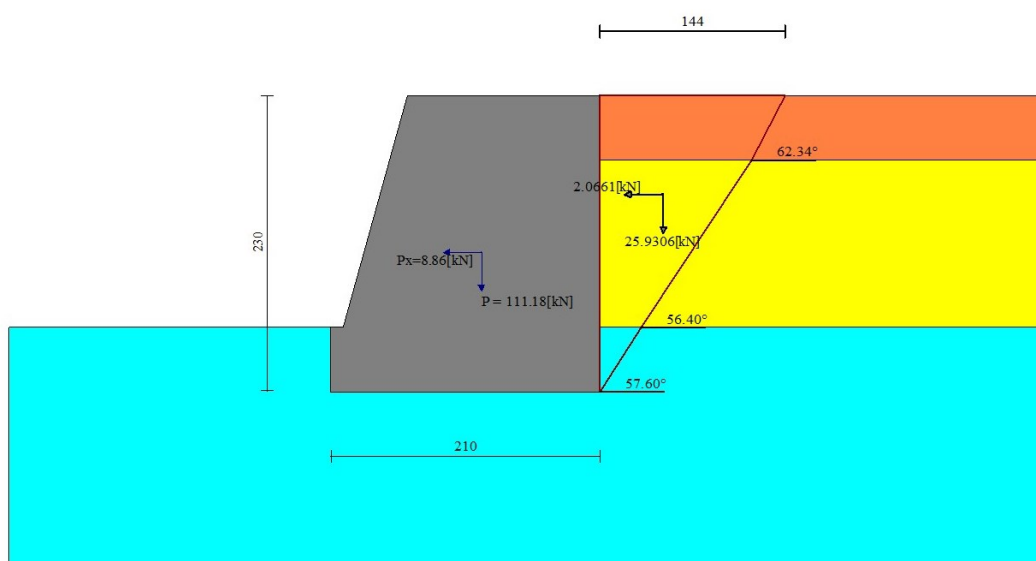


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

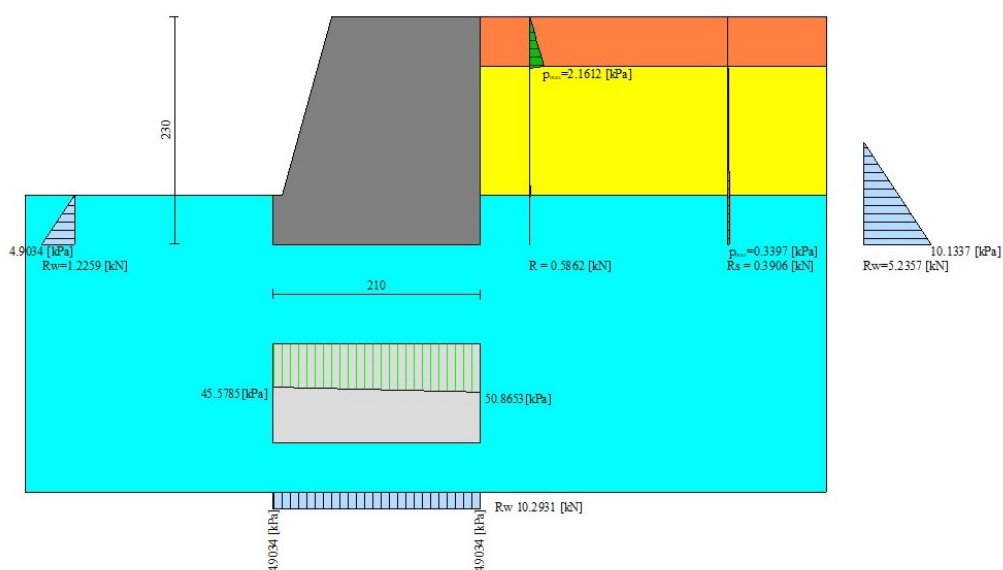


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

**RISULTANTI GLOBALI**

**Simbologia adottata**

- Cmb      Indice/Tipo combinazione
- N        Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
- T        Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
- M<sub>r</sub>      Momento ribaltante, espresso in [kNm]
- M<sub>s</sub>      Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
- ecc      Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	141.50	27.39	44.69	204.32	-0.079
2 - STR (A1-M1-R3)	101.23	13.78	23.51	131.69	-0.019
3 - STR (A1-M1-R3)	174.85	27.02	44.69	243.62	-0.088
4 - STR (A1-M1-R3)	141.50	27.02	44.69	204.39	-0.079
5 - STR (A1-M1-R3)	174.85	27.39	44.69	243.56	-0.088
6 - GEO (A2-M2-R2)	138.63	27.05	42.89	194.28	-0.042
7 - GEO (A2-M2-R2)	101.23	13.78	23.51	131.69	-0.019
8 - EQU (A1-M1-R3)	141.50	27.39	44.69	204.32	-0.079
9 - EQU (A1-M1-R3)	101.33	18.55	28.55	131.91	0.030

VERIFICHE GEOTECNICHE

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.613		6.684			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	4.143		10.234			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.989		5.353			
4 - STR (A1-M1-R3)		2.626		6.684			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.977		5.352			
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.823		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H				2.749		
8 - EQU (A1-M1-R3)			4.572				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H		4.620				

VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione  
 Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]  
 Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]  
 Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]  
 Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]  
 Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]  
 R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]  
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	61.12	13.63	0.00	--	--	74.76	28.61	2.613
2 - STR (A1-M1-R3) H	48.56	13.63	0.00	--	--	62.19	15.01	4.143
3 - STR (A1-M1-R3)	71.90	13.63	0.00	--	--	85.53	28.61	2.989
4 - STR (A1-M1-R3)	61.49	13.63	0.00	--	--	75.12	28.61	2.626
5 - STR (A1-M1-R3)	71.53	13.63	0.00	--	--	85.16	28.61	2.977

VERIFICA A CARICO LIMITE

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	141.50	945.75	675.54	6.684
2 - STR (A1-M1-R3) H	101.23	1035.93	863.27	10.234
3 - STR (A1-M1-R3)	174.85	936.02	668.59	5.353
4 - STR (A1-M1-R3)	141.50	945.81	675.58	6.684
5 - STR (A1-M1-R3)	174.85	935.88	668.49	5.352



## DETTAGLI CALCOLO PORTANZA

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione  
 Nc, Nq, N<sub>γ</sub> Fattori di capacità portante  
 ic, iq, i<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del carico  
 dc, dq, d<sub>γ</sub> Fattori di profondità del piano di posa  
 gc, gq, g<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del profilo topografico  
 bc, bq, b<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq, s<sub>γ</sub> Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq, p<sub>γ</sub> Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
 Ir, Irc Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic  
 r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_{\gamma}N_{\gamma}$  viene moltiplicato per questo fattore  
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>γ</sub>
1	22.254	0.959	1.095	1.000	1.000	--	--	--	--	--	0.995
	11.854	0.962	1.073	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
	7.941	0.947	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
2	22.254	0.980	1.095	1.000	1.000	--	--	--	--	--	0.995
	11.854	0.981	1.073	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
	7.941	0.974	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
3	22.254	0.960	1.095	1.000	1.000	--	--	--	--	--	0.995
	11.854	0.963	1.073	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
	7.941	0.949	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
4	22.254	0.959	1.095	1.000	1.000	--	--	--	--	--	0.995
	11.854	0.963	1.073	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
	7.941	0.948	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
5	22.254	0.959	1.095	1.000	1.000	--	--	--	--	--	0.995
	11.854	0.963	1.073	1.000	1.000	--	--	--	--	--	
	7.941	0.948	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	0.50	1.94	1.68	10.19	26.00	15
2	0.50	2.06	1.68	10.19	26.00	15
3	0.50	1.92	1.68	10.19	26.00	15
4	0.50	1.94	1.68	10.19	26.00	15
5	0.50	1.92	1.68	10.19	26.00	15

### VERIFICA A RIBALTAMENTO

Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
8 - EQU (A1-M1-R3)	204.32	44.69	4.572
9 - EQU (A1-M1-R3) H	131.91	28.55	4.620

### 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]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 0.00	3.06	1.823
7 - GEO (A2-M2-R2) H	-2.00; 0.50	3.45	2.749

## DETTAGLI STRISCE VERIFICHE STABILITÀ

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

### COMBINAZIONE N° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	2.23	5.22	0.00	1.06 - 0.22	79.024	19.605	6	0.0	
2	5.53	7.07	0.00	0.22	63.404	19.605	6	3.6	
3	7.13	7.07	0.00	0.22	55.125	19.605	6	7.3	
4	8.37	7.07	0.00	0.22	48.363	21.315	12	10.1	
5	10.27	5.46	0.00	0.22	42.421	21.315	12	12.3	
6	14.12	0.00	0.00	0.22	37.005	21.315	12	6.3	
7	14.80	0.00	0.00	0.22	31.955	21.315	12	7.8	
8	15.36	31.87	0.00	0.22	27.171	21.315	12	9.0	
9	15.81	0.00	0.00	0.22	22.586	21.315	12	10.0	
10	16.18	0.00	0.00	0.22	18.150	21.315	12	10.8	
11	16.46	0.00	0.00	0.22	13.824	21.315	12	11.4	
12	16.16	0.00	0.00	0.22	9.578	21.315	12	11.9	
13	12.28	0.00	0.00	0.22	5.385	21.315	12	12.2	
14	7.75	0.00	0.00	0.22	1.220	21.315	12	12.3	
15	5.72	0.00	0.00	0.22	-2.938	21.315	12	12.3	
16	5.46	0.00	0.00	0.22	-7.111	21.315	12	12.1	
17	5.30	0.00	0.00	0.22	-11.323	21.315	12	11.7	
18	5.07	0.00	0.00	0.22	-15.599	21.315	12	11.2	
19	4.75	0.00	0.00	0.22	-19.966	21.315	12	10.5	
20	4.35	0.00	0.00	0.22	-24.459	21.315	12	9.6	
21	3.85	0.00	0.00	0.22	-29.119	21.315	12	8.5	
22	3.25	0.00	0.00	0.22	-34.003	21.315	12	7.2	
23	2.52	0.00	0.00	0.22	-39.190	21.315	12	5.6	
24	1.63	0.00	0.00	0.22	-44.799	21.315	12	3.6	
25	0.51	0.00	0.00	-4.48 - 0.22	-49.216	21.315	12	1.3	

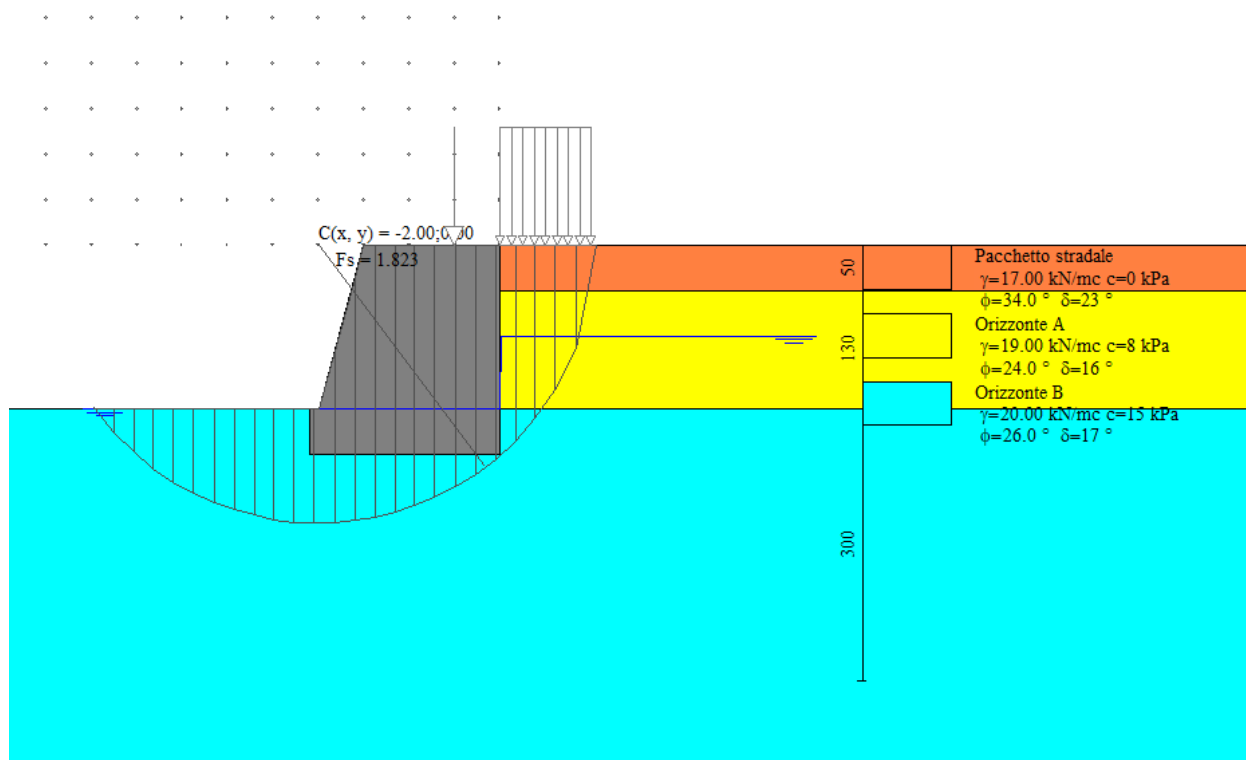


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

COMBINAZIONE N° 7 - GEO (A2-M2-R2) H

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.73	0.00	0.00	1.42 - 0.24	73.852	34.000	0	0.0	
2	4.63	0.00	0.00	0.24	62.934	24.000	8	0.6	
3	6.49	0.00	0.00	0.24	55.057	24.000	8	4.6	
4	7.90	0.00	0.00	0.24	48.554	24.000	8	7.7	
5	9.08	0.00	0.00	0.24	42.815	26.000	15	10.1	
6	10.38	0.00	0.00	0.24	37.574	26.000	15	12.1	
7	15.13	0.00	0.00	0.24	32.683	26.000	15	5.9	
8	15.81	0.00	0.00	0.24	28.049	26.000	15	7.3	
9	16.37	0.00	0.00	0.24	23.608	26.000	15	8.4	
10	16.83	0.00	0.00	0.24	19.314	26.000	15	9.4	
11	17.19	0.00	0.00	0.24	15.131	26.000	15	10.1	
12	17.45	0.00	0.00	0.24	11.029	26.000	15	10.6	
13	15.71	0.00	0.00	0.24	6.984	26.000	15	11.0	
14	10.37	0.00	0.00	0.24	2.974	26.000	15	11.2	
15	6.19	0.00	0.00	0.24	-1.022	26.000	15	11.3	
16	5.46	0.00	0.00	0.24	-5.022	26.000	15	11.1	
17	5.32	0.00	0.00	0.24	-9.048	26.000	15	10.8	
18	5.09	0.00	0.00	0.24	-13.119	26.000	15	10.4	
19	4.78	0.00	0.00	0.24	-17.259	26.000	15	9.7	
20	4.37	0.00	0.00	0.24	-21.495	26.000	15	8.9	
21	3.86	0.00	0.00	0.24	-25.859	26.000	15	7.9	
22	3.24	0.00	0.00	0.24	-30.392	26.000	15	6.6	
23	2.50	0.00	0.00	0.24	-35.148	26.000	15	5.1	
24	1.60	0.00	0.00	0.24	-40.204	26.000	15	3.3	
25	0.52	0.00	0.00	-4.59 - 0.24	-43.893	26.000	15	1.1	

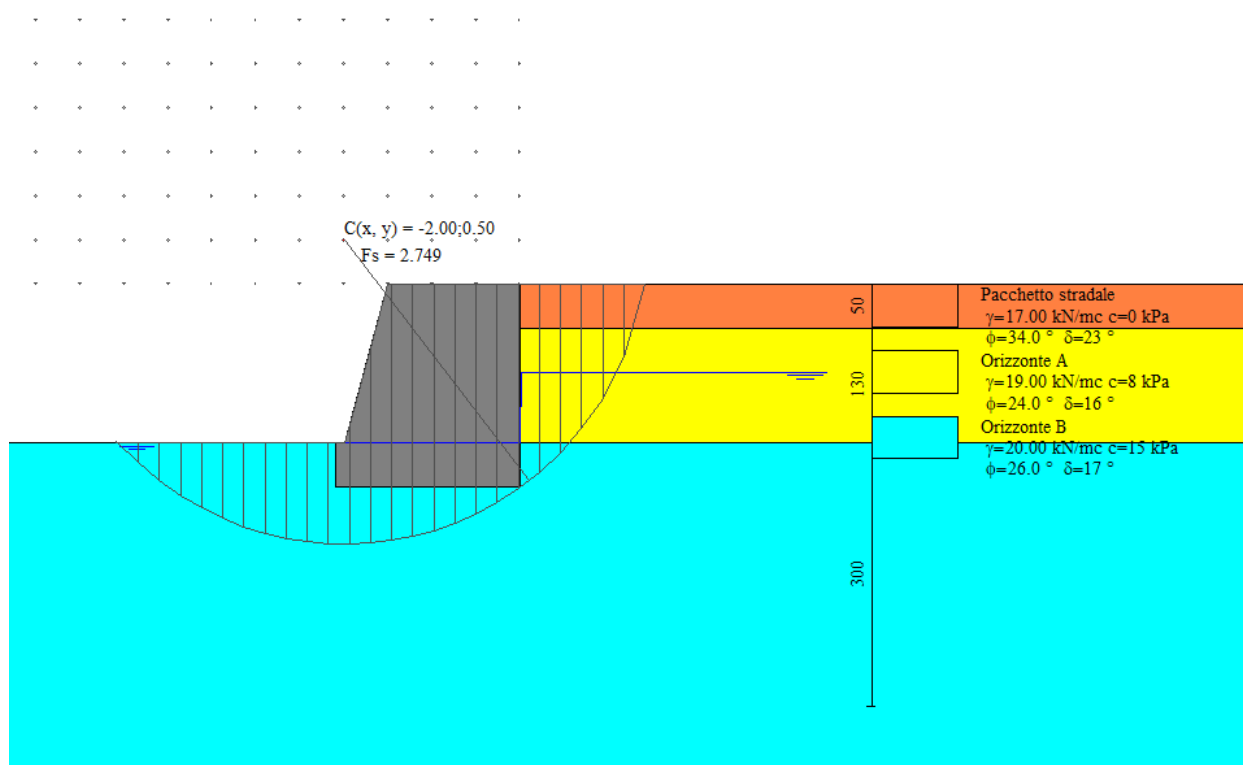


Fig. 19 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

SOLLECITAZIONI

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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.

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	36.78	0.00	-9.19
2	-0.10	40.78	0.89	-9.69
3	-0.20	44.87	1.83	-10.15
4	-0.30	49.02	2.82	-10.56
5	-0.40	53.25	3.87	-10.94
6	-0.50	57.55	4.96	-11.27
7	-0.60	61.93	5.87	-11.55
8	-0.70	66.38	6.82	-11.81
9	-0.80	70.90	7.87	-12.03
10	-0.90	75.50	9.00	-12.20
11	-1.00	80.16	10.21	-12.32
12	-1.10	84.91	11.55	-12.38
13	-1.20	89.72	13.07	-12.36
14	-1.30	94.61	14.76	-12.24
15	-1.40	99.58	16.62	-12.02
16	-1.50	104.61	18.59	-11.68
17	-1.60	109.72	20.66	-11.20
18	-1.70	114.91	22.79	-10.59



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.80	120.16	24.97	-9.83

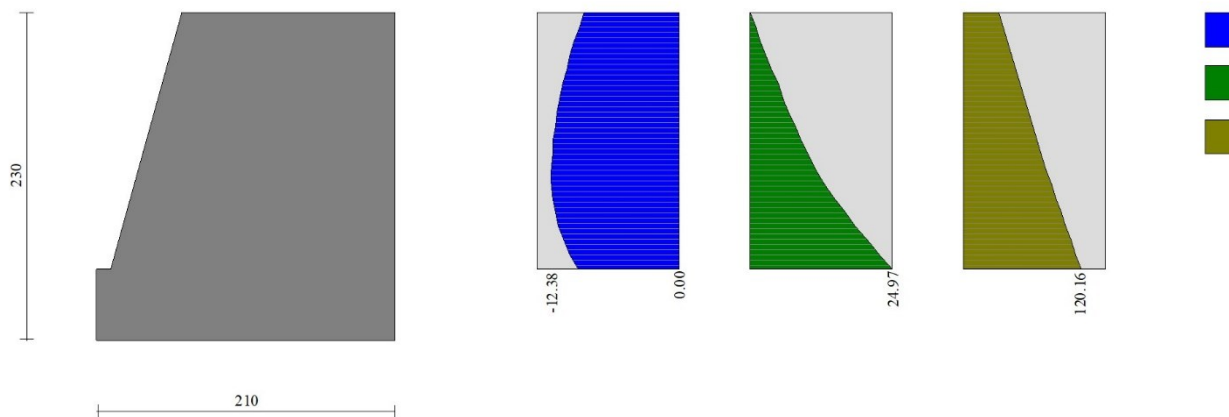


Fig. 8 - Paramento

COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	4.01	0.34	-0.01
3	-0.20	8.09	0.73	-0.04
4	-0.30	12.25	1.17	-0.09
5	-0.40	16.47	1.65	-0.15
6	-0.50	20.78	2.18	-0.21
7	-0.60	25.15	2.57	-0.29
8	-0.70	29.60	2.94	-0.39
9	-0.80	34.12	3.32	-0.52
10	-0.90	38.72	3.71	-0.67
11	-1.00	43.39	4.11	-0.85
12	-1.10	48.13	4.56	-1.05
13	-1.20	52.95	5.12	-1.27
14	-1.30	57.84	5.78	-1.49
15	-1.40	62.80	6.55	-1.71
16	-1.50	67.84	7.43	-1.92
17	-1.60	72.95	8.41	-2.11
18	-1.70	78.13	9.50	-2.26
19	-1.80	83.39	10.71	-2.37

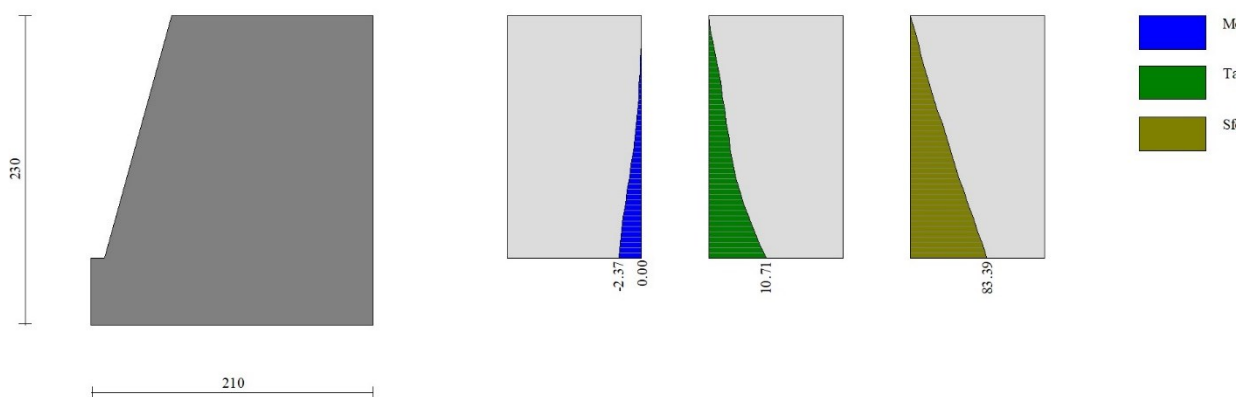


Fig. 21 - Paramento

**COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	36.78	0.00	-9.19
2	-0.10	41.99	0.89	-9.70
3	-0.20	47.29	1.83	-10.18
4	-0.30	52.69	2.82	-10.64
5	-0.40	58.19	3.87	-11.07
6	-0.50	63.79	4.96	-11.48
7	-0.60	69.47	5.87	-11.86
8	-0.70	75.26	6.82	-12.23
9	-0.80	81.14	7.87	-12.58
10	-0.90	87.11	9.00	-12.90
11	-1.00	93.18	10.21	-13.19
12	-1.10	99.35	11.55	-13.44
13	-1.20	105.61	13.07	-13.63
14	-1.30	111.96	14.76	-13.75
15	-1.40	118.42	16.62	-13.78
16	-1.50	124.96	18.59	-13.71
17	-1.60	131.61	20.66	-13.53
18	-1.70	138.35	22.79	-13.23
19	-1.80	145.18	24.97	-12.80

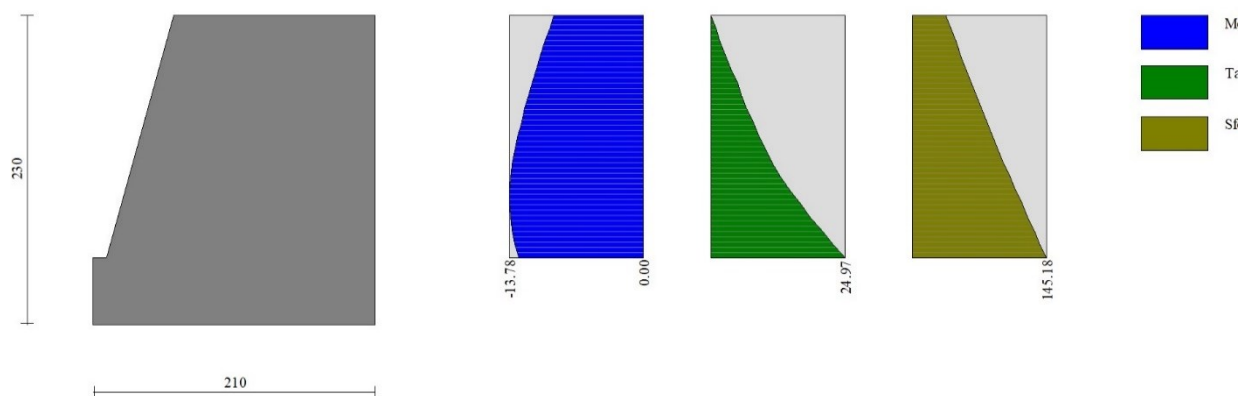


Fig. 22 - Paramento

**COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	36.78	0.00	-9.19
2	-0.10	40.78	0.89	-9.69
3	-0.20	44.87	1.83	-10.15
4	-0.30	49.02	2.82	-10.56
5	-0.40	53.25	3.87	-10.94
6	-0.50	57.55	4.96	-11.27
7	-0.60	61.93	5.87	-11.55
8	-0.70	66.38	6.82	-11.81
9	-0.80	70.90	7.87	-12.03
10	-0.90	75.50	9.00	-12.20
11	-1.00	80.16	10.21	-12.32
12	-1.10	84.91	11.55	-12.38
13	-1.20	89.72	13.07	-12.36
14	-1.30	94.61	14.76	-12.24
15	-1.40	99.58	16.62	-12.02
16	-1.50	104.61	18.59	-11.68
17	-1.60	109.72	20.66	-11.20
18	-1.70	114.91	22.79	-10.59
19	-1.80	120.16	24.97	-9.83

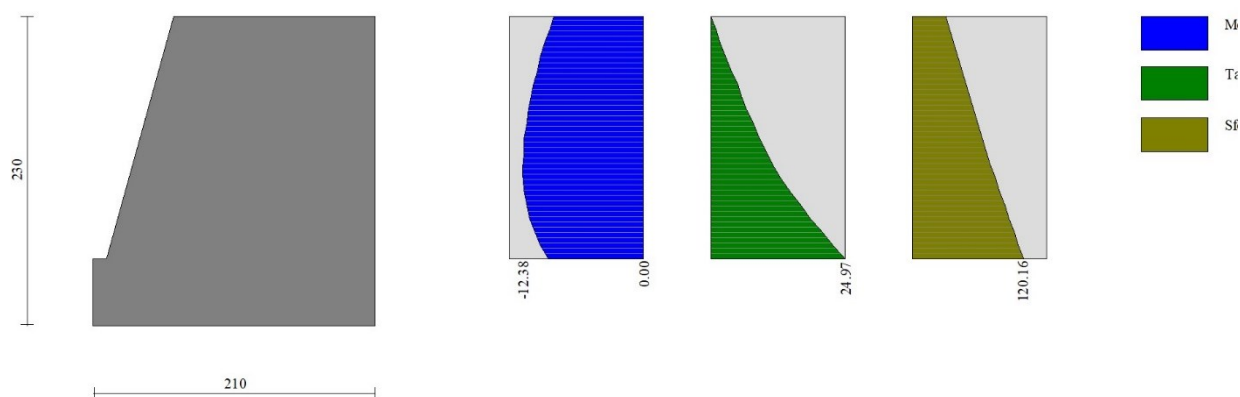


Fig. 23 - Paramento

**COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	36.78	0.00	-9.19
2	-0.10	41.99	0.89	-9.70
3	-0.20	47.29	1.83	-10.18
4	-0.30	52.69	2.82	-10.64
5	-0.40	58.19	3.87	-11.07
6	-0.50	63.79	4.96	-11.48
7	-0.60	69.47	5.87	-11.86
8	-0.70	75.26	6.82	-12.23
9	-0.80	81.14	7.87	-12.58
10	-0.90	87.11	9.00	-12.90
11	-1.00	93.18	10.21	-13.19
12	-1.10	99.35	11.55	-13.44
13	-1.20	105.61	13.07	-13.63
14	-1.30	111.96	14.76	-13.75
15	-1.40	118.42	16.62	-13.78
16	-1.50	124.96	18.59	-13.71
17	-1.60	131.61	20.66	-13.53
18	-1.70	138.35	22.79	-13.23
19	-1.80	145.18	24.97	-12.80

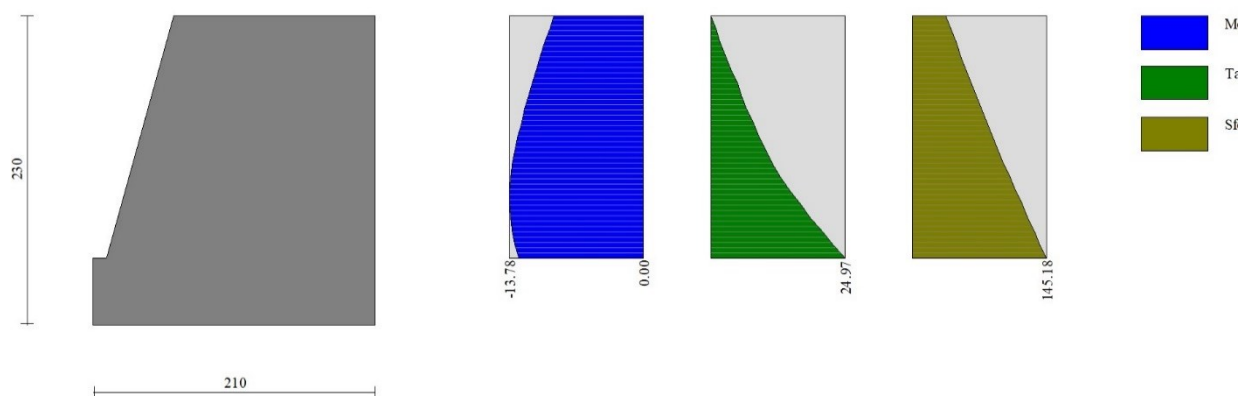


Fig. 24 - Paramento

FONDAZIONE

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	2.29	0.06
3	-2.00	0.00	4.61	0.23

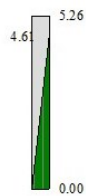
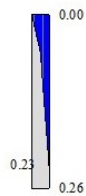
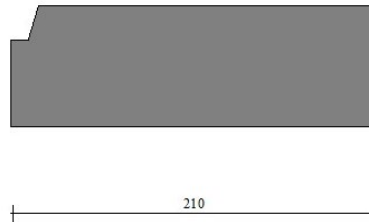


Fig. 9 - Fondazione

COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	1.87	0.05
3	-2.00	0.00	3.74	0.19



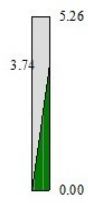
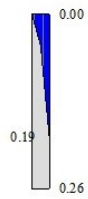
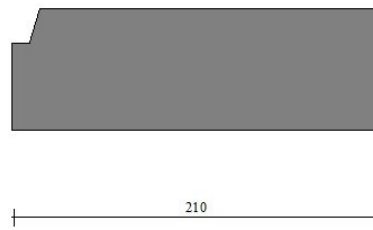


Fig. 26 - Fondazione

**COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	2.60	0.06
3	-2.00	0.00	5.25	0.26

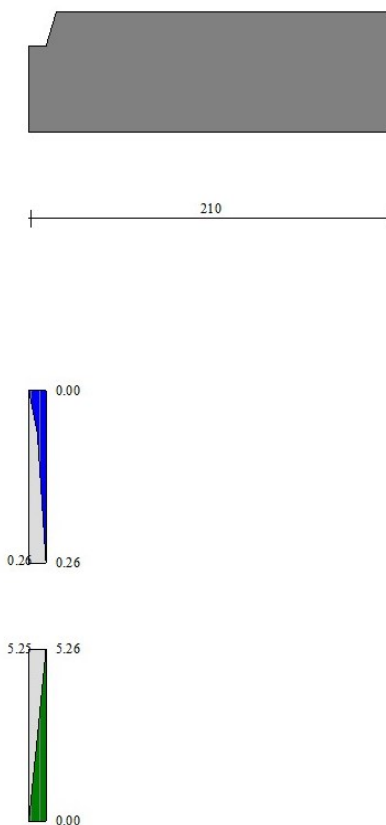


Fig. 27 - Fondazione

**COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	2.28	0.06
3	-2.00	0.00	4.60	0.23



210

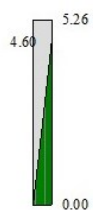
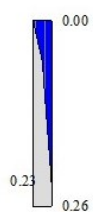


Fig. 28 - Fondazione

COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	2.60	0.06
3	-2.00	0.00	5.26	0.26

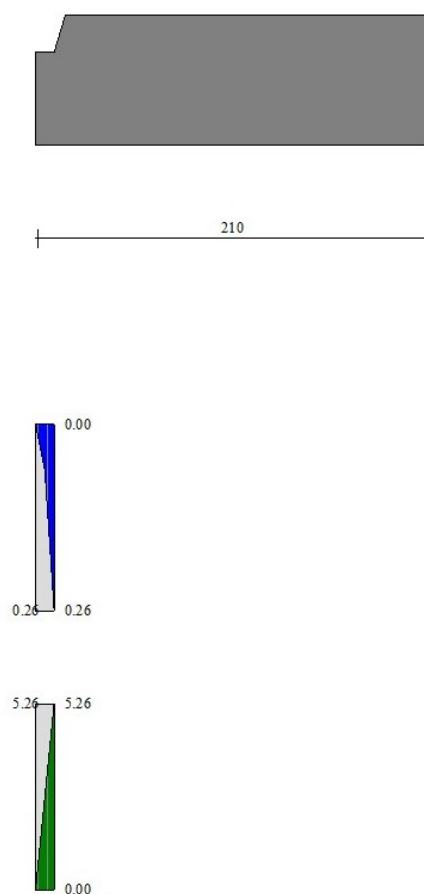


Fig. 29 - Fondazione

VERIFICHE STRUTTURALI

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- As area sezione reagente espresso in [cmq]
- e eccentricità espresso in [cm]
- $\sigma$  tensione espressa in [kPa]
- Rt resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]
- Et Azione orizzontale espressa in [kN]
- FSsco fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
- Ms momento stabilizzante espresso in [kNm]
- Mr momento ribaltante espresso in [kNm]
- FSrib fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	$\sigma$ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.75	52	40.7840	0.8892	45.865	22.0448	0.0440	500.790
3	-0.20	15555	-22.61	54	44.8659	1.8308	24.506	25.9809	0.1796	144.664
4	-0.30	15832	-21.55	56	49.0212	2.8233	17.363	30.2009	0.4119	73.326
5	-0.40	16109	-20.54	58	53.2500	3.8676	13.768	34.7113	0.7460	46.530
6	-0.50	16387	-19.58	60	57.5522	4.9638	11.594	39.5179	1.1871	33.289
7	-0.60	16664	-18.65	62	61.9278	5.8662	10.557	44.2833	1.7292	25.609

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
8	-0.70	16941	-17.79	64	66.3769	6.8249	9.726	49.3110	2.3630	20.868
9	-0.80	17219	-16.96	66	70.8994	7.8691	9.010	54.6450	3.0970	17.644
10	-0.90	17496	-16.16	67	75.4953	8.9987	8.390	60.2913	3.9397	15.304
11	-1.00	17773	-15.36	68	80.1646	10.2088	7.853	66.2536	4.8995	13.523
12	-1.10	18051	-14.58	70	84.9074	11.5468	7.353	72.5293	5.9857	12.117
13	-1.20	18328	-13.77	71	89.7236	13.0719	6.864	79.1218	7.2151	10.966
14	-1.30	18605	-12.94	72	94.6133	14.7648	6.408	86.0261	8.6056	9.997
15	-1.40	18883	-12.07	73	99.5764	16.6187	5.992	93.2436	10.1736	9.165
16	-1.50	19160	-11.16	74	104.6129	18.5885	5.628	100.7545	11.9331	8.443
17	-1.60	19437	-10.21	74	109.7228	20.6593	5.311	108.5542	13.8946	7.813
18	-1.70	19715	-9.21	75	114.9062	22.7921	5.041	116.6242	16.0669	7.259
19	-1.80	19992	-8.18	75	120.1630	24.9656	4.813	124.9546	18.4544	6.771

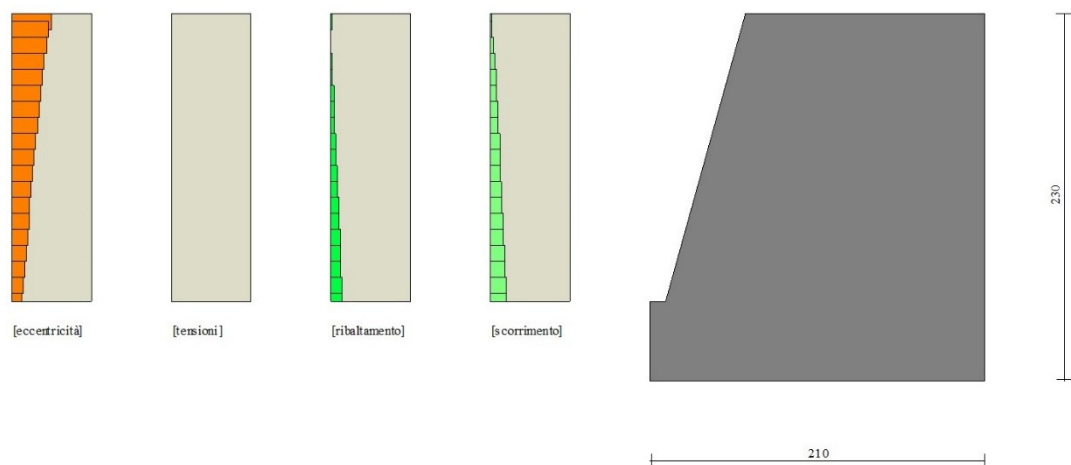


Fig. 10 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 1)

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-0.28	3	4.0085	0.3408	11.761	3.1033	0.0166	186.548
3	-0.20	15555	-0.52	5	8.0904	0.7299	11.084	6.4591	0.0698	92.564
4	-0.30	15832	-0.72	8	12.2457	1.1663	10.499	10.0721	0.1642	61.342
5	-0.40	16109	-0.89	11	16.4745	1.6506	9.981	13.9484	0.3046	45.786
6	-0.50	16387	-1.03	13	20.7767	2.1827	9.519	18.0935	0.4959	36.485
7	-0.60	16664	-1.16	16	25.1523	2.5706	9.785	22.3437	0.7358	30.367
8	-0.70	16941	-1.33	18	29.6014	2.9443	10.054	26.8339	1.0128	26.494
9	-0.80	17219	-1.53	21	34.1238	3.3245	10.264	31.5806	1.3273	23.793
10	-0.90	17496	-1.74	23	38.7198	3.7119	10.431	36.5853	1.6799	21.778
11	-1.00	17773	-1.96	26	43.3891	4.1069	10.565	41.8509	2.0716	20.203
12	-1.10	18051	-2.19	29	48.1319	4.5588	10.558	47.3806	2.5046	18.917
13	-1.20	18328	-2.40	31	52.9481	5.1166	10.348	53.1780	2.9880	17.797
14	-1.30	18605	-2.58	34	57.8378	5.7805	10.006	59.2470	3.5325	16.772
15	-1.40	18883	-2.73	36	62.8008	6.5505	9.587	65.5915	4.1485	15.811
16	-1.50	19160	-2.83	39	67.8373	7.4266	9.134	72.2155	4.8469	14.899
17	-1.60	19437	-2.89	41	72.9473	8.4089	8.675	79.1230	5.6381	14.034
18	-1.70	19715	-2.89	43	78.1306	9.5036	8.221	86.3218	6.5326	13.214
19	-1.80	19992	-2.84	45	83.3874	10.7143	7.783	93.8180	7.5417	12.440



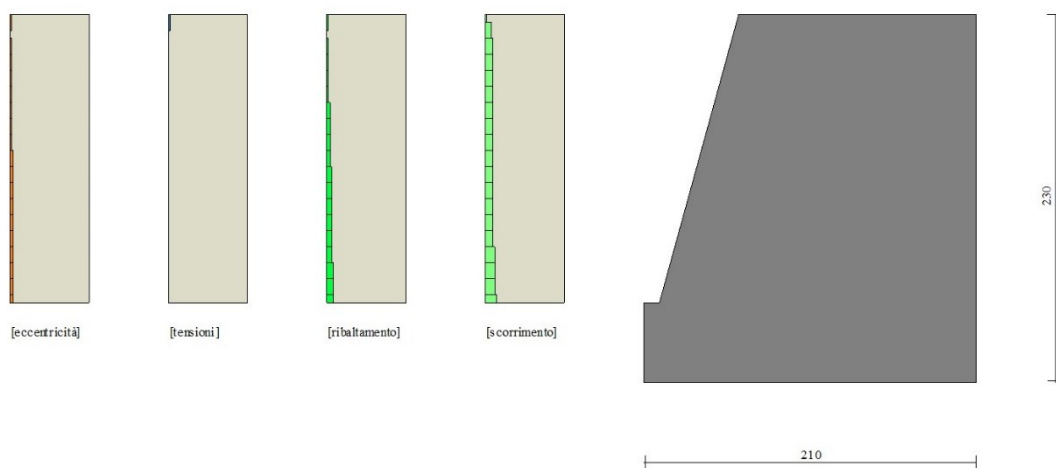


Fig. 11 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 2)

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	$\sigma$ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.09	52	41.9865	0.8892	47.217	22.9717	0.0440	521.847
3	-0.20	15555	-21.52	56	47.2930	1.8308	25.832	27.9020	0.1796	155.361
4	-0.30	15832	-20.19	59	52.6949	2.8233	18.664	33.1847	0.4119	80.570
5	-0.40	16109	-19.03	62	58.1923	3.8676	15.046	38.8276	0.7460	52.048
6	-0.50	16387	-18.00	65	63.7852	4.9638	12.850	44.8376	1.1871	37.770
7	-0.60	16664	-17.07	67	69.4735	5.8662	11.843	50.8787	1.7292	29.424
8	-0.70	16941	-16.25	70	75.2573	6.8249	11.027	57.2555	2.3630	24.230
9	-0.80	17219	-15.51	73	81.1365	7.8691	10.311	64.0132	3.0970	20.669
10	-0.90	17496	-14.81	75	87.1112	8.9987	9.680	71.1592	3.9397	18.062
11	-1.00	17773	-14.16	77	93.1814	10.2088	9.128	78.6981	4.8995	16.062
12	-1.10	18051	-13.53	80	99.3470	11.5468	8.604	86.6288	5.9857	14.473
13	-1.20	18328	-12.91	82	105.6081	13.0719	8.079	94.9557	7.2151	13.161
14	-1.30	18605	-12.28	84	111.9646	14.7648	7.583	103.6753	8.6056	12.047
15	-1.40	18883	-11.64	86	118.4166	16.6187	7.125	112.7901	10.1736	11.087
16	-1.50	19160	-10.97	88	124.9641	18.5885	6.723	122.2814	11.9331	10.247
17	-1.60	19437	-10.28	89	131.6070	20.6593	6.370	132.1459	13.8946	9.511
18	-1.70	19715	-9.56	91	138.3454	22.7921	6.070	142.3663	16.0669	8.861
19	-1.80	19992	-8.82	92	145.1792	24.9656	5.815	152.9341	18.4544	8.287

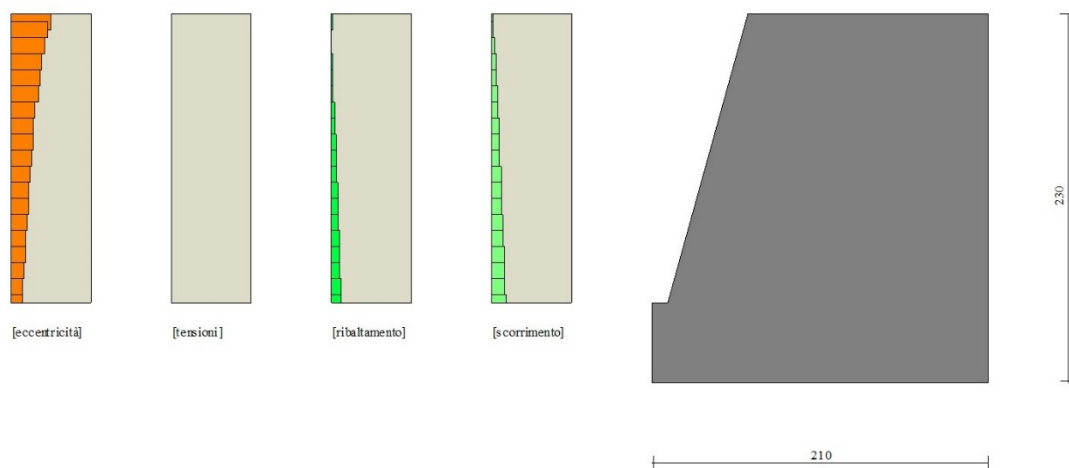


Fig. 32 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 3)

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.75	52	40.7840	0.8892	45.865	22.0448	0.0440	500.790
3	-0.20	15555	-22.61	54	44.8659	1.8308	24.506	25.9809	0.1796	144.664
4	-0.30	15832	-21.55	56	49.0212	2.8233	17.363	30.2009	0.4119	73.326
5	-0.40	16109	-20.54	58	53.2500	3.8676	13.768	34.7113	0.7460	46.530
6	-0.50	16387	-19.58	60	57.5522	4.9638	11.594	39.5179	1.1871	33.289
7	-0.60	16664	-18.65	62	61.9278	5.8662	10.557	44.2833	1.7292	25.609
8	-0.70	16941	-17.79	64	66.3769	6.8249	9.726	49.3110	2.3630	20.868
9	-0.80	17219	-16.96	66	70.8994	7.8691	9.010	54.6450	3.0970	17.644
10	-0.90	17496	-16.16	67	75.4953	8.9987	8.390	60.2913	3.9397	15.304
11	-1.00	17773	-15.36	68	80.1646	10.2088	7.853	66.2536	4.8995	13.523
12	-1.10	18051	-14.58	70	84.9074	11.5468	7.353	72.5293	5.9857	12.117
13	-1.20	18328	-13.77	71	89.7236	13.0719	6.864	79.1218	7.2151	10.966
14	-1.30	18605	-12.94	72	94.6133	14.7648	6.408	86.0261	8.6056	9.997
15	-1.40	18883	-12.07	73	99.5764	16.6187	5.992	93.2436	10.1736	9.165
16	-1.50	19160	-11.16	74	104.6129	18.5885	5.628	100.7545	11.9331	8.443
17	-1.60	19437	-10.21	74	109.7228	20.6593	5.311	108.5542	13.8946	7.813
18	-1.70	19715	-9.21	75	114.9062	22.7921	5.041	116.6242	16.0669	7.259
19	-1.80	19992	-8.18	75	120.1630	24.9656	4.813	124.9546	18.4544	6.771

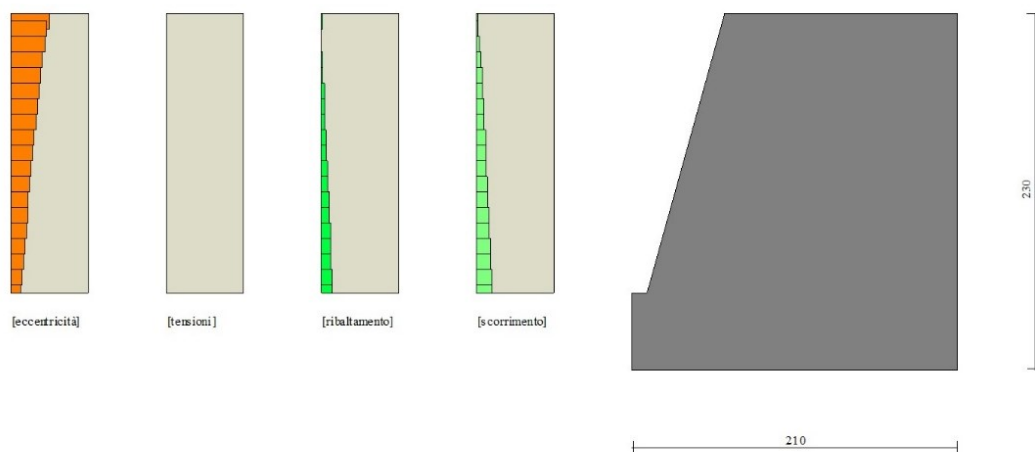


Fig. 33 - Verifiche paramento pietra (Combinazone n° 4)

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.09	52	41.9865	0.8892	47.217	22.9717	0.0440	521.847
3	-0.20	15555	-21.52	56	47.2930	1.8308	25.832	27.9020	0.1796	155.361
4	-0.30	15832	-20.19	59	52.6949	2.8233	18.664	33.1847	0.4119	80.570
5	-0.40	16109	-19.03	62	58.1923	3.8676	15.046	38.8276	0.7460	52.048
6	-0.50	16387	-18.00	65	63.7852	4.9638	12.850	44.8376	1.1871	37.770
7	-0.60	16664	-17.07	67	69.4735	5.8662	11.843	50.8787	1.7292	29.424
8	-0.70	16941	-16.25	70	75.2573	6.8249	11.027	57.2555	2.3630	24.230
9	-0.80	17219	-15.51	73	81.1365	7.8691	10.311	64.0132	3.0970	20.669
10	-0.90	17496	-14.81	75	87.1112	8.9987	9.680	71.1592	3.9397	18.062
11	-1.00	17773	-14.16	77	93.1814	10.2088	9.128	78.6981	4.8995	16.062
12	-1.10	18051	-13.53	80	99.3470	11.5468	8.604	86.6288	5.9857	14.473
13	-1.20	18328	-12.91	82	105.6081	13.0719	8.079	94.9557	7.2151	13.161
14	-1.30	18605	-12.28	84	111.9646	14.7648	7.583	103.6753	8.6056	12.047
15	-1.40	18883	-11.64	86	118.4166	16.6187	7.125	112.7901	10.1736	11.087
16	-1.50	19160	-10.97	88	124.9641	18.5885	6.723	122.2814	11.9331	10.247
17	-1.60	19437	-10.28	89	131.6070	20.6593	6.370	132.1459	13.8946	9.511
18	-1.70	19715	-9.56	91	138.3454	22.7921	6.070	142.3663	16.0669	8.861
19	-1.80	19992	-8.82	92	145.1792	24.9656	5.815	152.9341	18.4544	8.287

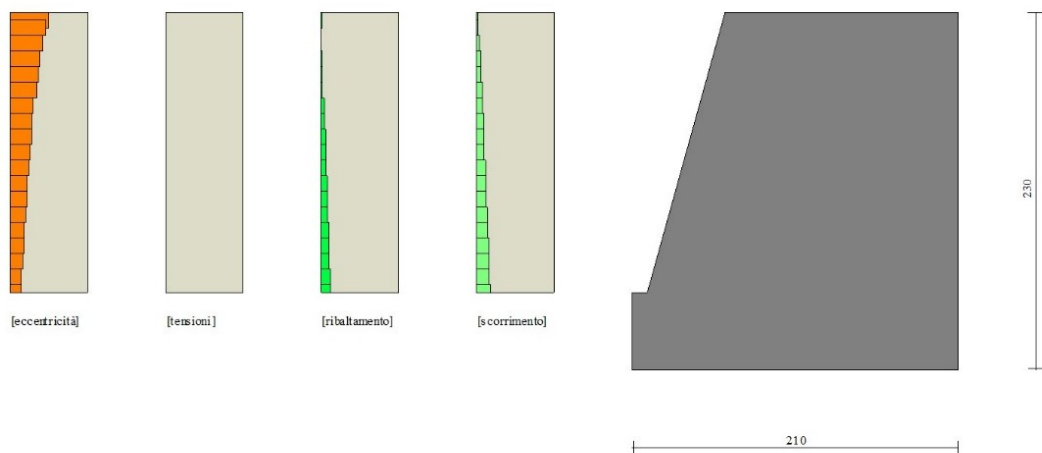


Fig. 34 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 5)

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	$\sigma$ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.75	52	40.7840	0.8892	45.865	22.0448	0.0440	500.790
3	-0.20	15555	-22.61	54	44.8659	1.8308	24.506	25.9809	0.1796	144.664
4	-0.30	15832	-21.55	56	49.0212	2.8233	17.363	30.2009	0.4119	73.326
5	-0.40	16109	-20.54	58	53.2500	3.8676	13.768	34.7113	0.7460	46.530
6	-0.50	16387	-19.58	60	57.5522	4.9638	11.594	39.5179	1.1871	33.289
7	-0.60	16664	-18.65	62	61.9278	5.8662	10.557	44.2833	1.7292	25.609
8	-0.70	16941	-17.79	64	66.3769	6.8249	9.726	49.3110	2.3630	20.868
9	-0.80	17219	-16.96	66	70.8994	7.8691	9.010	54.6450	3.0970	17.644
10	-0.90	17496	-16.16	67	75.4953	8.9987	8.390	60.2913	3.9397	15.304
11	-1.00	17773	-15.36	68	80.1646	10.2088	7.853	66.2536	4.8995	13.523
12	-1.10	18051	-14.58	70	84.9074	11.5468	7.353	72.5293	5.9857	12.117
13	-1.20	18328	-13.77	71	89.7236	13.0719	6.864	79.1218	7.2151	10.966
14	-1.30	18605	-12.94	72	94.6133	14.7648	6.408	86.0261	8.6056	9.997
15	-1.40	18883	-12.07	73	99.5764	16.6187	5.992	93.2436	10.1736	9.165
16	-1.50	19160	-11.16	74	104.6129	18.5885	5.628	100.7545	11.9331	8.443
17	-1.60	19437	-10.21	74	109.7228	20.6593	5.311	108.5542	13.8946	7.813
18	-1.70	19715	-9.21	75	114.9062	22.7921	5.041	116.6242	16.0669	7.259
19	-1.80	19992	-8.18	75	120.1630	24.9656	4.813	124.9546	18.4544	6.771

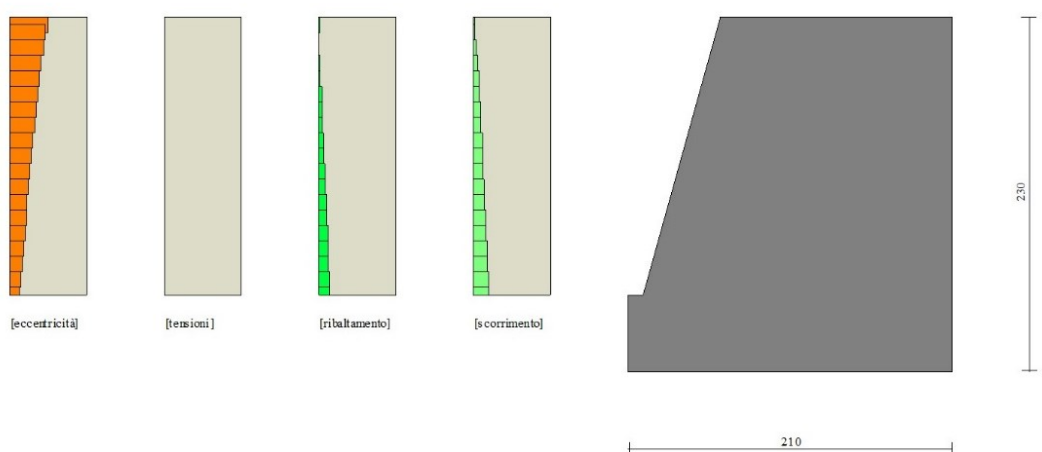


Fig. 35 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 8)

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-0.08	3	4.0085	0.5015	7.993	3.1040	0.0246	126.029
3	-0.20	15555	-0.12	5	8.0904	1.0562	7.660	6.4616	0.1021	63.300
4	-0.30	15832	-0.12	8	12.2457	1.6631	7.363	10.0780	0.2376	42.415
5	-0.40	16109	-0.09	10	16.4745	2.3227	7.093	13.9590	0.4365	31.983
6	-0.50	16387	-0.03	13	20.7767	3.0351	6.845	18.1103	0.7039	25.729
7	-0.60	16664	0.04	15	25.1523	3.6085	6.970	22.3665	1.0383	21.542
8	-0.70	16941	0.07	18	29.6014	4.1728	7.094	26.8634	1.4286	18.805
9	-0.80	17219	0.08	20	34.1238	4.7486	7.186	31.6182	1.8756	16.858
10	-0.90	17496	0.07	22	38.7198	5.3365	7.256	36.6323	2.3807	15.387
11	-1.00	17773	0.05	24	43.3891	5.9370	7.308	41.9086	2.9450	14.231
12	-1.10	18051	0.03	27	48.1319	6.5994	7.293	47.4503	3.5715	13.286
13	-1.20	18328	0.02	29	52.9481	7.3727	7.182	53.2612	4.2697	12.474
14	-1.30	18605	0.04	31	57.8378	8.2570	7.005	59.3452	5.0508	11.750
15	-1.40	18883	0.10	33	62.8008	9.2524	6.787	65.7061	5.9257	11.088
16	-1.50	19160	0.20	36	67.8373	10.3589	6.549	72.3481	6.9057	10.477
17	-1.60	19437	0.35	38	72.9473	11.5767	6.301	79.2753	8.0019	9.907
18	-1.70	19715	0.55	40	78.1306	12.9117	6.051	86.4954	9.2252	9.376
19	-1.80	19992	0.81	43	83.3874	14.3677	5.804	94.0147	10.5873	8.880

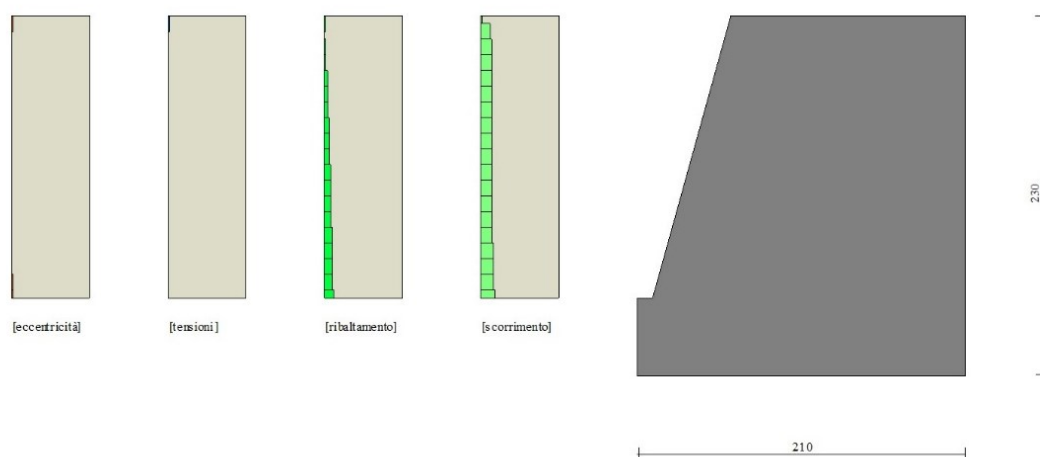


Fig. 36 - Verifiche paramento pietraie (Combinazione n° 9)

**RISULTATI PER INVILUPPO**

SPINTA E FORZE

Simbologia adottata

- Ic Indice della combinazione
- A Tipo azione
- I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V Valore dell'azione, espressa in [kN]
- C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	22.88	17.62	21.81	6.92	0.00	-1.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	111.18/0.00	-0.92	-1.22
	Spinta falda da monte			6.81		0.00	-1.96
	Spinta falda da valle			1.23		0.00	-2.13
	Sottostinta della falda				13.38	-1.05	-2.30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	-2.13
	Resistenza passiva terreno antistante			-13.63			
	Risultante forze sul muro			0.00	36.78	--	--

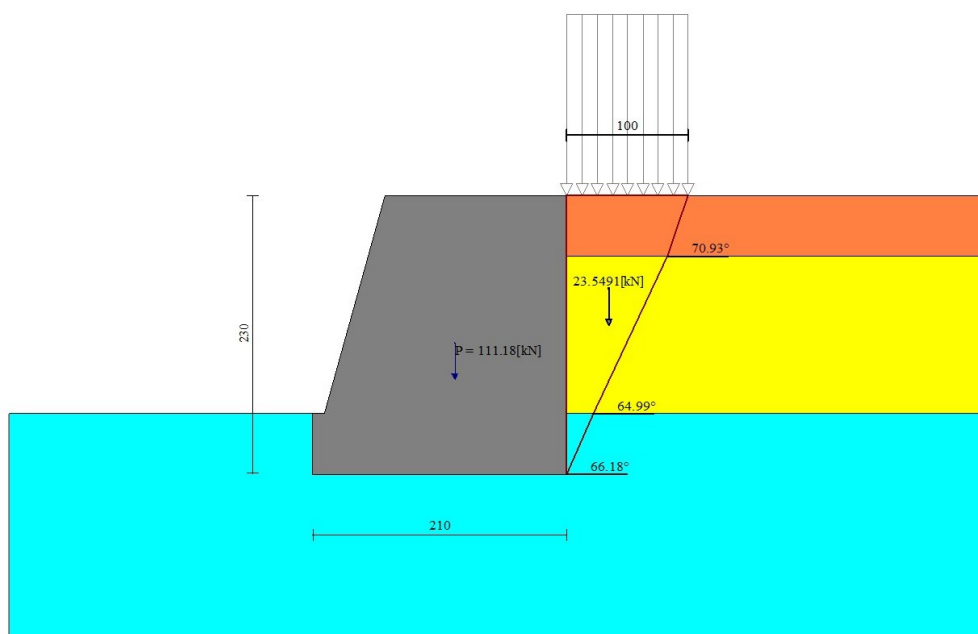


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

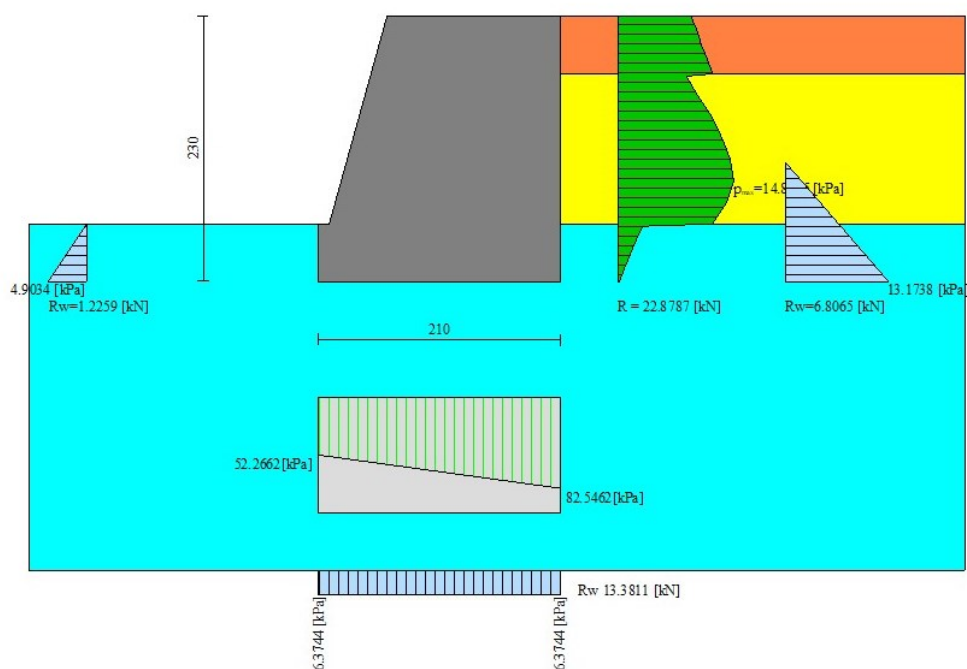


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

**RISULTANTI GLOBALI**

**Simbologia adottata**

- Cmb      Indice/Tipo combinazione
- N        Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
- T        Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
- M<sub>r</sub>      Momento ribaltante, espresso in [kNm]



M<sub>s</sub> Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	141.50	27.39	44.69	204.32	-0.079
2 - STR (A1-M1-R3)	101.23	13.78	23.51	131.69	-0.019
3 - STR (A1-M1-R3)	174.85	27.02	44.69	243.62	-0.088
4 - STR (A1-M1-R3)	141.50	27.02	44.69	204.39	-0.079
5 - STR (A1-M1-R3)	174.85	27.39	44.69	243.56	-0.088
6 - GEO (A2-M2-R2)	138.63	27.05	42.89	194.28	-0.042
7 - GEO (A2-M2-R2)	101.23	13.78	23.51	131.69	-0.019
8 - EQU (A1-M1-R3)	141.50	27.39	44.69	204.32	-0.079
9 - EQU (A1-M1-R3)	101.33	18.55	28.55	131.91	0.030

### VERIFICHE GEOTECNICHE

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.613		6.684			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	4.143		10.234			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.989		5.353			
4 - STR (A1-M1-R3)		2.626		6.684			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.977		5.352			
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.823		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H				2.749		
8 - EQU (A1-M1-R3)			4.572				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H		4.620				

### VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE

##### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]  
Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]  
Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]  
Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]  
Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]  
R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]  
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	61.12	13.63	0.00	--	--	74.76	28.61	2.613

### VERIFICA A CARICO LIMITE

##### Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
5 - STR (A1-M1-R3)	174.85	935.88	668.49	5.352

## DETTAGLI CALCOLO PORTANZA

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>γ</sub>
5	22.254 11.854 7.941	0.959 0.963 0.948	1.095 1.073 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.995

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[kPa]
5	0.50	1.92	1.68	10.19	26.00	15

## VERIFICA A RIBALTAMENTO

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
8 - EQU (A1-M1-R3)	204.32	44.69	4.572

## 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]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 0.00	3.06	1.823

## DETTAGLI STRISCE VERIFICHE STABILITÀ

### Simbologia adottata

Le ascisse X	sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y	sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro	(spigolo contro terra)
W	peso della striscia espresso in [kN]
Q <sub>y</sub>	carico sulla striscia espresso in [kN]
Q <sub>f</sub>	carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

- $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
- $b$  larghezza della striscia espressa in [m]
- $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
- $T_x; T_y$  Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.23	5.22	0.00	1.06 - 0.22	79.024	19.605	6	0.0	
2	5.53	7.07	0.00	0.22	63.404	19.605	6	3.6	
3	7.13	7.07	0.00	0.22	55.125	19.605	6	7.3	
4	8.37	7.07	0.00	0.22	48.363	21.315	12	10.1	
5	10.27	5.46	0.00	0.22	42.421	21.315	12	12.3	
6	14.12	0.00	0.00	0.22	37.005	21.315	12	6.3	
7	14.80	0.00	0.00	0.22	31.955	21.315	12	7.8	
8	15.36	31.87	0.00	0.22	27.171	21.315	12	9.0	
9	15.81	0.00	0.00	0.22	22.586	21.315	12	10.0	
10	16.18	0.00	0.00	0.22	18.150	21.315	12	10.8	
11	16.46	0.00	0.00	0.22	13.824	21.315	12	11.4	
12	16.16	0.00	0.00	0.22	9.578	21.315	12	11.9	
13	12.28	0.00	0.00	0.22	5.385	21.315	12	12.2	
14	7.75	0.00	0.00	0.22	1.220	21.315	12	12.3	
15	5.72	0.00	0.00	0.22	-2.938	21.315	12	12.3	
16	5.46	0.00	0.00	0.22	-7.111	21.315	12	12.1	
17	5.30	0.00	0.00	0.22	-11.323	21.315	12	11.7	
18	5.07	0.00	0.00	0.22	-15.599	21.315	12	11.2	
19	4.75	0.00	0.00	0.22	-19.966	21.315	12	10.5	
20	4.35	0.00	0.00	0.22	-24.459	21.315	12	9.6	
21	3.85	0.00	0.00	0.22	-29.119	21.315	12	8.5	
22	3.25	0.00	0.00	0.22	-34.003	21.315	12	7.2	
23	2.52	0.00	0.00	0.22	-39.190	21.315	12	5.6	
24	1.63	0.00	0.00	0.22	-44.799	21.315	12	3.6	
25	0.51	0.00	0.00	-4.48 - 0.22	-49.216	21.315	12	1.3	

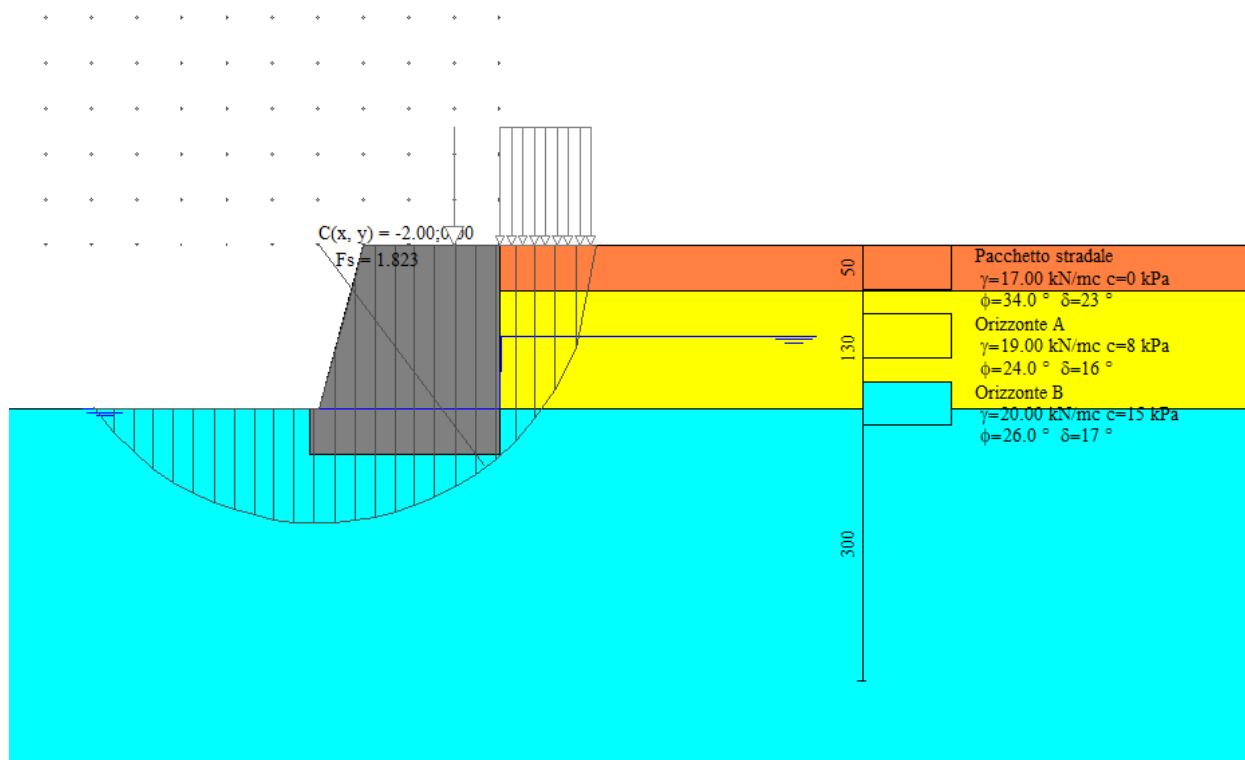


Fig. 39 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

SOLLECITAZIONI

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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.

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	36.78	0.00	0.00	-9.19	0.00
2	-0.10	4.01	41.99	0.34	0.89	-9.70	-0.01
3	-0.20	8.09	47.29	0.73	1.83	-10.18	-0.04
4	-0.30	12.25	52.69	1.17	2.82	-10.64	-0.09
5	-0.40	16.47	58.19	1.65	3.87	-11.07	-0.15
6	-0.50	20.78	63.79	2.18	4.96	-11.48	-0.21
7	-0.60	25.15	69.47	2.57	5.87	-11.86	-0.29
8	-0.70	29.60	75.26	2.94	6.82	-12.23	-0.39
9	-0.80	34.12	81.14	3.32	7.87	-12.58	-0.52
10	-0.90	38.72	87.11	3.71	9.00	-12.90	-0.67
11	-1.00	43.39	93.18	4.11	10.21	-13.19	-0.85
12	-1.10	48.13	99.35	4.56	11.55	-13.44	-1.05
13	-1.20	52.95	105.61	5.12	13.07	-13.63	-1.27
14	-1.30	57.84	111.96	5.78	14.76	-13.75	-1.49
15	-1.40	62.80	118.42	6.55	16.62	-13.78	-1.71
16	-1.50	67.84	124.96	7.43	18.59	-13.71	-1.92
17	-1.60	72.95	131.61	8.41	20.66	-13.53	-2.11
18	-1.70	78.13	138.35	9.50	22.79	-13.23	-2.26
19	-1.80	83.39	145.18	10.71	24.97	-12.80	-2.37

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-2.05	0.00	0.00	1.87	2.60	0.05	0.06
3	-2.00	0.00	0.00	3.74	5.26	0.19	0.26

VERIFICHE STRUTTURALI

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- As area sezione reagente espresso in [cmq]
- e eccentricità espresso in [cm]
- σ tensione espressa in [kPa]
- Rt resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]
- Et Azione orizzontale espressa in [kN]
- FSsco fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
- Ms momento stabilizzante espresso in [kNm]
- Mr momento ribaltante espresso in [kNm]
- FSrib fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	15000	-25.00	49	36.7755	0.0000	100.000	18.3878	0.0000	100.000
2	-0.10	15277	-23.75	52	4.0085	0.5015	7.993	3.1040	0.0246	126.029
3	-0.20	15555	-22.61	54	8.0904	1.0562	7.660	6.4616	0.1021	63.300
4	-0.30	15832	-21.55	56	12.2457	1.6631	7.363	10.0780	0.2376	42.415
5	-0.40	16109	-20.54	58	16.4745	2.3227	7.093	13.9590	0.4365	31.983
6	-0.50	16387	-19.58	60	20.7767	3.0351	6.845	18.1103	0.7039	25.729
7	-0.60	16664	-18.65	62	25.1523	3.6085	6.970	22.3665	1.0383	21.542
8	-0.70	16941	-17.79	64	29.6014	4.1728	7.094	26.8634	1.4286	18.805
9	-0.80	17219	-16.96	66	34.1238	4.7486	7.186	31.6182	1.8756	16.858
10	-0.90	17496	-16.16	67	38.7198	5.3365	7.256	36.2913	2.3937	15.304
11	-1.00	17773	-15.36	68	43.3891	5.9370	7.308	41.2536	2.9895	13.523
12	-1.10	18051	-14.58	70	48.1319	6.5994	7.293	46.5293	3.7587	12.117
13	-1.20	18328	-13.77	71	52.9466	7.3307	7.250	52.1218	4.6151	10.966
14	-1.30	18605	-12.94	72	57.8333	8.1288	7.186	58.0261	5.5556	9.997

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	$\sigma$ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
15	-1.40	18883	-12.07	73	99.5764	16.6187	5.992	93.2436	10.1736	9.165
16	-1.50	19160	-11.16	74	104.6129	18.5885	5.628	100.7545	11.9331	8.443
17	-1.60	19437	-10.28	74	109.7228	20.6593	5.311	108.5542	13.8946	7.813
18	-1.70	19715	-9.56	75	114.9062	22.7921	5.041	116.6242	16.0669	7.259
19	-1.80	19992	-8.82	75	120.1630	24.9656	4.813	124.9546	18.4544	6.771

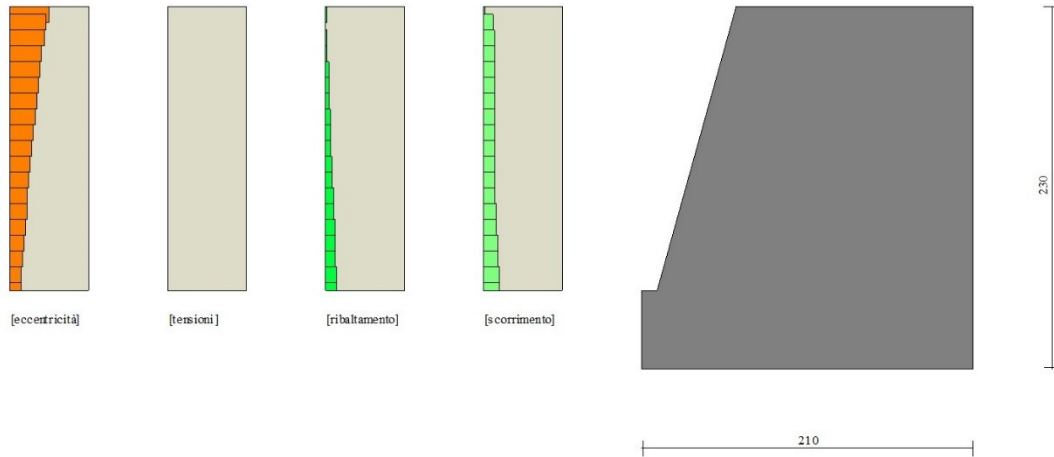


Fig. 40 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)



**DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)****Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto Ing. Daniele Baldi, 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.

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	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	A4 Ingegneria S.t.p. a r.l.
Licenza	AIU5143SI

**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

Pistoia, 24/11/2023

Il progettista  
( Ing. Daniele Baldi )

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del testo unico D.P.R. 28/12/2000 n. 445, del D.Lgs. 07/03/2005 n. 82 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa*

**SOMMARIO**

<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>RICHIAMI TEORICI.....</b>	<b>3</b>
<u>CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO.....</u>	<u>3</u>
<u>Valori caratteristici e valori di calcolo.....</u>	<u>3</u>
<u>Metodo di Culmann.....</u>	<u>3</u>
<u>Spinta in presenza di falda .....</u>	<u>3</u>
<u>Spinta in presenza di sisma .....</u>	<u>4</u>
<u>Verifica a ribaltamento .....</u>	<u>5</u>
<u>Verifica a scorrimento .....</u>	<u>5</u>
<u>Verifica al carico limite .....</u>	<u>5</u>
<u>Riduzione per eccentricità del carico .....</u>	<u>7</u>
<u>Riduzione per effetto piastra.....</u>	<u>7</u>
<u>Verifica alla stabilità globale .....</u>	<u>7</u>
<b>NORMATIVA .....</b>	<b>8</b>
<u>COEFF. PARZIALI PER LE AZIONI O PER L'EFFETTO DELLE AZIONI .....</u>	<u>8</u>
<u>COEFF. PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO.....</u>	<u>8</u>
<u>COEFF. PARZIALI <math>\gamma_R</math> PER LE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI STR E GEO.....</u>	<u>8</u>
<b>DATI SISMICI.....</b>	<b>8</b>
<b>OPZIONI DI CALCOLO .....</b>	<b>9</b>
<u>SPINTA.....</u>	<u>9</u>
<u>CAPACITÀ PORTANTE.....</u>	<u>9</u>
<u>ALTRO.....</u>	<u>9</u>
<u>SPOSTAMENTI .....</u>	<u>9</u>
<u>CEDIMENTI.....</u>	<u>9</u>
<b>DATI .....</b>	<b>10</b>
<u>MATERIALI .....</u>	<u>10</u>
<u>GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO.....</u>	<u>10</u>
<u>FALDA.....</u>	<u>10</u>
<u>GEOMETRIA MURO.....</u>	<u>10</u>
<u>Geometria paramento e fondazione .....</u>	<u>10</u>
<u>DESCRIZIONE TERRENI .....</u>	<u>11</u>
<u>Parametri di resistenza.....</u>	<u>11</u>
<u>STRATIGRAFIA.....</u>	<u>11</u>
<u>CONDIZIONI DI CARICO.....</u>	<u>12</u>
<b>DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>13</b>
<u>COMBINAZIONE N° 1 - STR (A1-M1-R3).....</u>	<u>13</u>
<u>COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H.....</u>	<u>14</u>
<u>COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3).....</u>	<u>14</u>

<u>COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	15
<u>COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	15
<u>COMBINAZIONE N° 6 - GEO (A2-M2-R2)</u> .....	16
<u>COMBINAZIONE N° 7 - GEO (A2-M2-R2) H</u> .....	16
<u>COMBINAZIONE N° 8 - EQU (A1-M1-R3)</u> .....	17
<u>COMBINAZIONE N° 9 - EQU (A1-M1-R3) H</u> .....	17
<b>RISULTATI PER COMBINAZIONE</b> .....	<b>18</b>
<u>SPINTA E FORZE</u> .....	18
<u>RISULTANTI GLOBALI</u> .....	20
<u>VERIFICHE GEOTECNICHE</u> .....	21
<u>VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE</u> .....	21
<u>VERIFICA A CARICO LIMITE</u> .....	21
<b>DETTAGLI CALCOLO PORTANZA</b> .....	<b>22</b>
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO</u> .....	22
<u>VERIFICA STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO</u> .....	22
<b>DETTAGLI STRISCE VERIFICHE STABILITÀ</b> .....	<b>23</b>
<u>COMBINAZIONE N° 6 - GEO (A2-M2-R2)</u> .....	23
<u>COMBINAZIONE N° 7 - GEO (A2-M2-R2) H</u> .....	24
<u>SOLLECITAZIONI</u> .....	25
<u>Elementi calcolati a trave</u> .....	25
<u>COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H</u> .....	26
<u>COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	27
<u>COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	27
<u>COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	28
<u>FONDAZIONE</u> .....	29
<u>COMBINAZIONE N° 2 - STR (A1-M1-R3) H</u> .....	29
<u>COMBINAZIONE N° 3 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	30
<u>COMBINAZIONE N° 4 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	31
<u>COMBINAZIONE N° 5 - STR (A1-M1-R3)</u> .....	32
<u>VERIFICHE STRUTTURALI</u> .....	33
<u>Paramento in pietrame</u> .....	33
<b>RISULTATI PER INVILUPPO</b> .....	<b>38</b>
<u>SPINTA E FORZE</u> .....	38
<u>RISULTANTI GLOBALI</u> .....	39
<u>VERIFICHE GEOTECNICHE</u> .....	40
<u>VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE</u> .....	40
<u>VERIFICA A CARICO LIMITE</u> .....	40
<b>DETTAGLI CALCOLO PORTANZA</b> .....	<b>41</b>
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO</u> .....	41
<u>VERIFICA STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO</u> .....	41

<b>DETTAGLI STRISCE VERIFICHE STABILITÀ.....</b>	<b>41</b>
<u>SOLLECITAZIONI .....</u>	<u>43</u>
<u>Paramento .....</u>	<u>43</u>
<u>Fondazione.....</u>	<u>43</u>
<u>VERIFICHE STRUTTURALI.....</u>	<u>43</u>
<u>Paramento in pietrame.....</u>	<u>43</u>
<b>DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2).....</b>	<b>45</b>



**COMUNE DI QUARRATA**

VIA VITTORIO VENETO, 2 - 51039 QUARRATA (PT) TEL. 0573 7710 FAX. 073 775053 [www.comunequarrata.it](http://www.comunequarrata.it)

**Intervento di ripristino di Via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)**

**Verbale di accertamento di somma urgenza del 17 Novembre 2023**

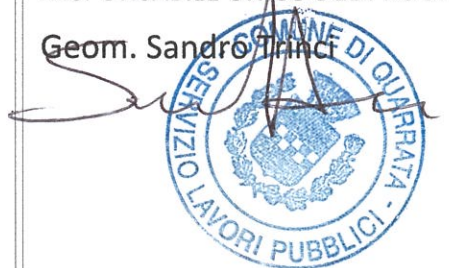
*Progetto di somma urgenza*

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Baldi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Geom. Sandro Trinci



ELABORATO:

**T01**

**PLANIMETRIE D'INQUADRAMENTO,  
SEZIONE TIPO DI PROGETTO E  
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

SCALA:  
VARIE

REVISIONE

DATA REV.

-

-

24-11-2023





COMUNE DI QUARRATA

VIA VITTORIO VENETO, 2 - 51039 QUARRATA (PT) TEL. 0573 7710 FAX. 073 775053 www.comunequarrata.it

## Intervento di ripristino di Via degli Ulivi in Comune di Quarrata (PT)

Verbale di accertamento di somma urgenza del 17 Novembre 2023

Progetto di somma urgenza

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Baldi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Geom. Sandro Trinci

ELABORATO:

T01

PLANIMETRIE D'INQUADRAMENTO,  
SEZIONE TIPO DI PROGETTO E  
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

SCALA:  
VARIE

REVISIONE

DATA REV.

24-11-2023

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### SCOGLIERA A MASSI CICLOPICI

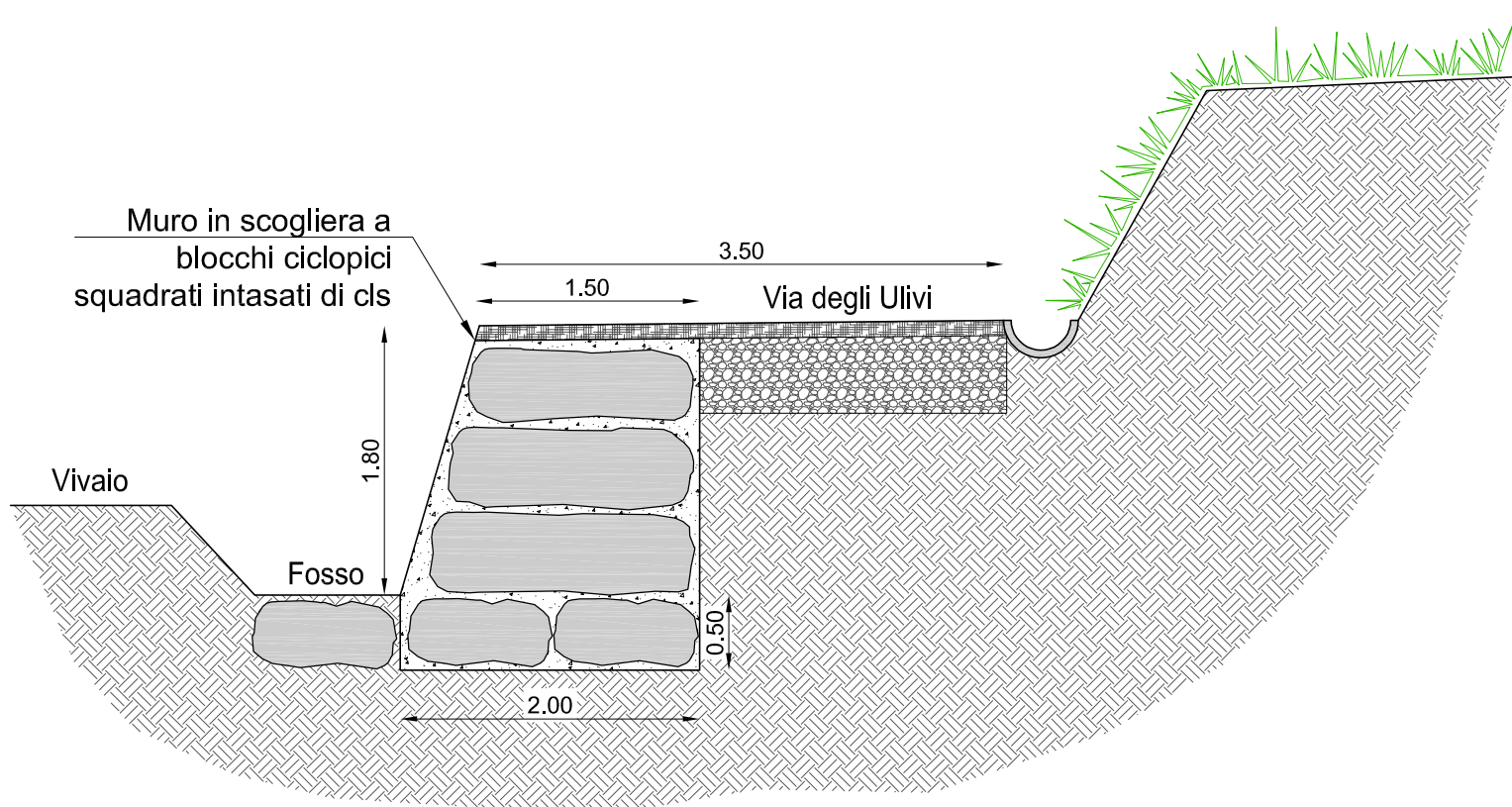
I MASSI NATURALI UTILIZZATI PER LA COSTRUZIONE DELL'OPERA DOVRANNO CORRISPONDERE AI REQUISITI ESSENZIALI DI COMPATTEZZA, OMOGENEITÀ E DURABILITÀ; DOVRANNO INOLTRE ESSERE ESENTI DA GIUNTI, FRATTURE E PIANI DI SFALSAMENTO E RISPETTARE I SEGUENTI LIMITI:

- MASSA VOLUMICA:  $\geq 24 \text{ KN/mc}$  (2400 Kgf/mc);
- RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE:  $\geq 80 \text{ MPa}$  (800 Kgf/cm<sup>2</sup>);
- COEFFICIENTE DI USURA:  $\leq 1,5 \text{ mm}$ ;
- COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE:  $\leq 5\%$ ;
- GELIVITÀ: IL MATERIALE DEVE RISULTARE NON GELIVO.

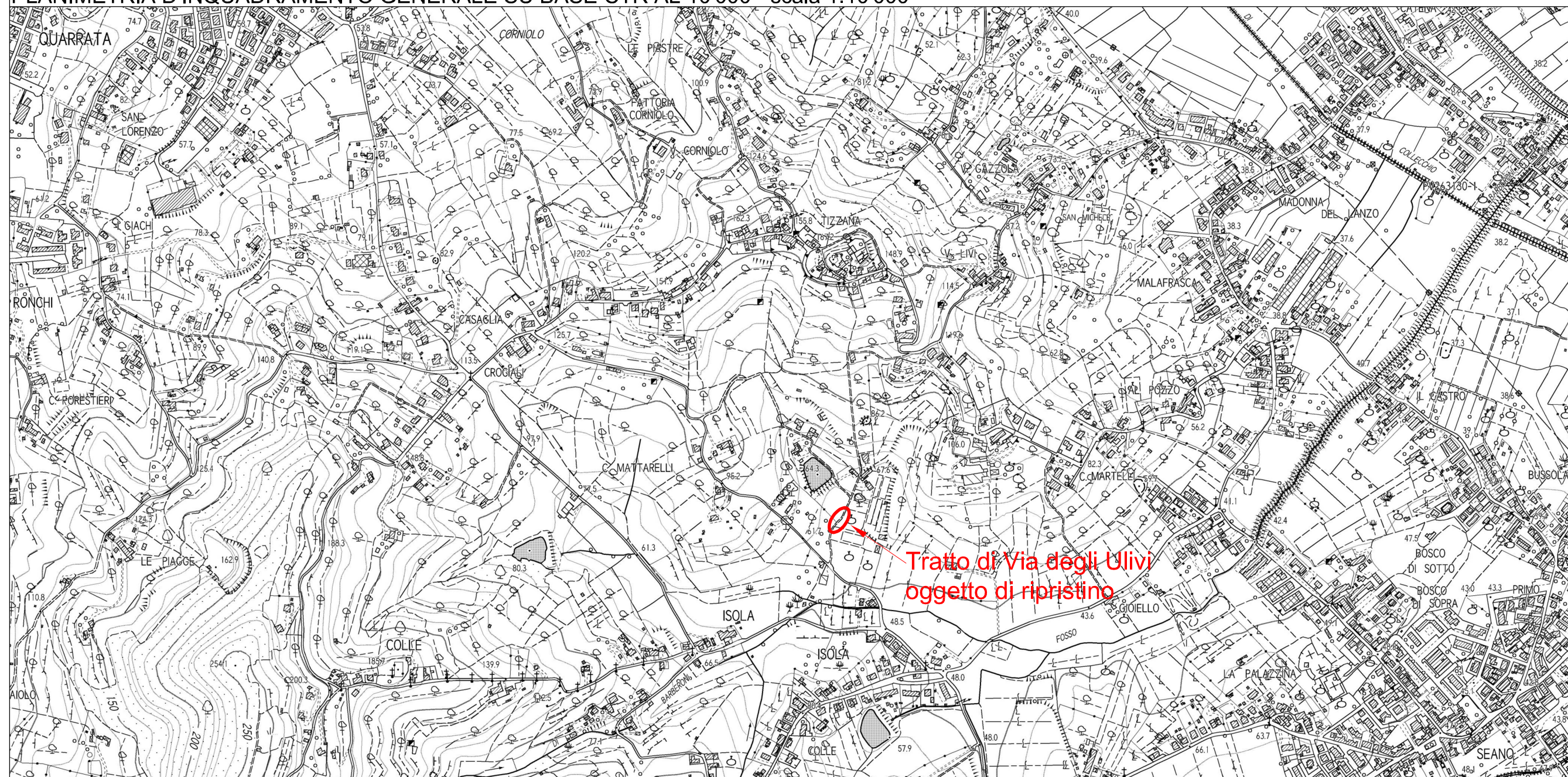
#### CALCESTRUZZO PER INTASAMENTO DELLA SCOGLIERA

- Classe di esposizione ambientale (EN 206-1) :	XC2
- Classe di abbassamento al cono (Slump) :	S3
- Classe di resistenza minima <b>GARANTITA</b>	C 25/30 (fck/Rck)
- Rapporto massimo acqua-cemento (A/C)max :	0,6
- Modulo elastico Eca:	311'769 Kg/cm <sup>2</sup>
- Resistenza a compressione caratteristica :	Fck = 0,83 Rck = 249 Kg/cm <sup>2</sup>
- Resistenza a compressione di progetto:	Fcd = 0,85 Fck/1,5 = 141 Kg/cm <sup>2</sup>

### SEZIONE TIPO DELL'INTERVENTO - scala 1:50



### PLANIMETRIA D'INQUADRAMENTO GENERALE SU BASE CTR AL 10'000 - scala 1:10'000



### PLANIMETRIA D'INQUADRAMENTO GENERALE SU BASE CTR AL 2'000 - scala 1:2'000



### PLANIMETRIA DI DETTAGLIO SU BASE ORTOFOTOGRAFICA CON RILIEVO TOPOGRAFICO - scala 1:500

