



DPCM 25 Maggio 2016 - PARCO CIRCOLARE DIFFUSO - INTERVENTO 15 - PISTA
CICLABILE PONTE CAVALLOTTI
CIG 875135569A

Relazione Geotecnica	TAV.: 1.STR.07.RE.A	SCALA:	DATA:
----------------------	------------------------	--------	-------

COMMITTENTE:

COMUNE DI RIETI



PROGETTISTA COORDINATORE:

GEOM. ROSATI PIER LUIGI

PROGETTISTI:

ING. MANCINI BRUNO ENRICO

ING. MANCINI MASSIMILIANO

ARCH. DI GIUSEPPE LORENZO

ING. MICCIONI RICCARDO

ING. ROSATI DOMENICO

COLLABORATORI:

ING. ROSATI FRANCESCO

CARLONE SILVIA

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

(NTC 2018 CAP. 6 e CIRCOLARE 7/2019 punto C6.2.2.5)

INDICE

GENERALITA'	2
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	2
RISULTATI PRINCIPALI DELLE INDAGINI E PROVE	2
DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI	3
Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche	8
Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi:	8
Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite	8
Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.	9
STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (p. 7.11.3.4)	11
FONDAZIONI : R E L A Z I O N E G E O T E C N I C A.....	12
VERIFICA MICROPALI	13
VERIFICA TERRE RINFORZATE	14

GENERALITA'

In ottemperanza al D.M. 17/01/2018 Cap. 6 e 7.11 , il sottoscritto progettista illustra nella presente **RELAZIONE GEOTECNICA** le scelte progettuali, il programma ed il risultato delle indagini eseguite, la modellazione e la caratterizzazione geotecnica , unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere ed alla descrizione delle fasi e delle modalità costruttive.

OGGETTO: **PASSERELLA CICLO-PEDONALE IN ACCIAIO**

COMUNE: **Rieti**

ZONA SISMICA: **2b**

ALTITUDINE: **400** s.l.m. (Zona neve **2**)

TIPOLOGIA STRUTTURALE: **ACCIAIO**

TIPOLOGIA FONDAZIONI: **MICROPALI**

NORMATIVA: **D.M. 17/01/2018**

RELAZIONE GEOLOGICA : **Dott. Geologo Roberto Seri**

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito sono riportate nella **RELAZIONE GEOLOGICA** dello Studio del **Dott. Geologo Roberto Seri**

allegata al progetto e che si intende qui richiamata .

RISULTATI PRINCIPALI DELLE INDAGINI E PROVE

La sezione identifica **4** unità litotecniche costituite, a partire da piano campagna, dai seguenti terreni:

		γ t/m ³	φ °	Cu daN/cm ²	Cu daN/cm ²	E daN/cm ²	Ed daN/cm ²
--	--	------------------------------	----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------

Livello 1	Dal p.c. a -3,5 m circa SABBIE LIMOSE DEB. ARGILLOSE E GHIAIOSE	2,17	38	0	0	100	150
Livello 2	Da -3,5 m circa a -8,5 m circa ALTERNANZE DI LIMI CON SABBIE ARGILLOSI E SABBIE CON LIMI DEBOLMENTE ARGILLOSE	2,05	37	0	0	100	150
Livello 3	Da -8,5 m circa a -12,5 m circa GHIAIE IN MATRICE SABBIOSA GROSSOLANA	1,68	30	0	0	50	100
Livello 4	Da -12,5 m circa in poi ALTERNANZE DI LIMI CON SABBIE ARGILLOSI	1,99	29	0	0,02	50	100

La falda acquifera è stata riscontrata a circa -1,5 m dal P.C.

Categoria topografica: T1

DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI

Trattasi della realizzazione di una pista ciclopedonale con allargamento, solo lungo il lato di valle, della piattaforma del ponte esistente, denominato Ponte Cavallotti, sito nel comune di Rieti, Provincia della Regione Lazio, ad una quota di circa 395 m s.l.m., in zona sismica 2B.

Ponte Cavallotti, fu costruito all'inizio del Novecento, lungo il tracciato della strada statale S.S. n. 4 "Via Salaria" di cui è stata parte fino agli anni '90 quando, realizzato il nuovo tracciato della S.S.n°4, la tratta urbana della statale è divenuta tratta Comunale.

Il ponte è realizzato in muratura ed è costituito da due arcate in mattoni, ognuna con una luce di circa 22 m, e supera il Fiume Velino con una luce tra spalla e spalla di circa m La pila centrale e le 2 spalle sono in pietra squadrata come i timpani sopra le armille delle arcate.

La piattaforma aggetta con due marciapiedi in c.a. a sbalzo di circa 80 cm, sui quali sono stati posizionati i parapetti realizzati con mattoni pieni riquadrati in campi da pilastri in c.a. ogni 2 m, e da un cordolo in sommità, a circa 1 m, alto circa 30cm.

Le rampe che portano alle spalle del ponte sono in realizzate con rilevati in terra, ai quali sono addossati i muri andatori delle spalle del ponte.

Sia sul lato a valle che a monte, ancorati alla struttura esistente, sono presenti diverse linee di acquedotto comunale.

Lo stato di conservazione della struttura è buono per quanto concerne le arcate, i muri di timpano e delle spalle, ma i parapetti risultano in uno stadio di degrado avanzato e lo stesso vale per gli sbalzi dei marciapiedi.



Vecchio percorso della Via Salaria a Rieti

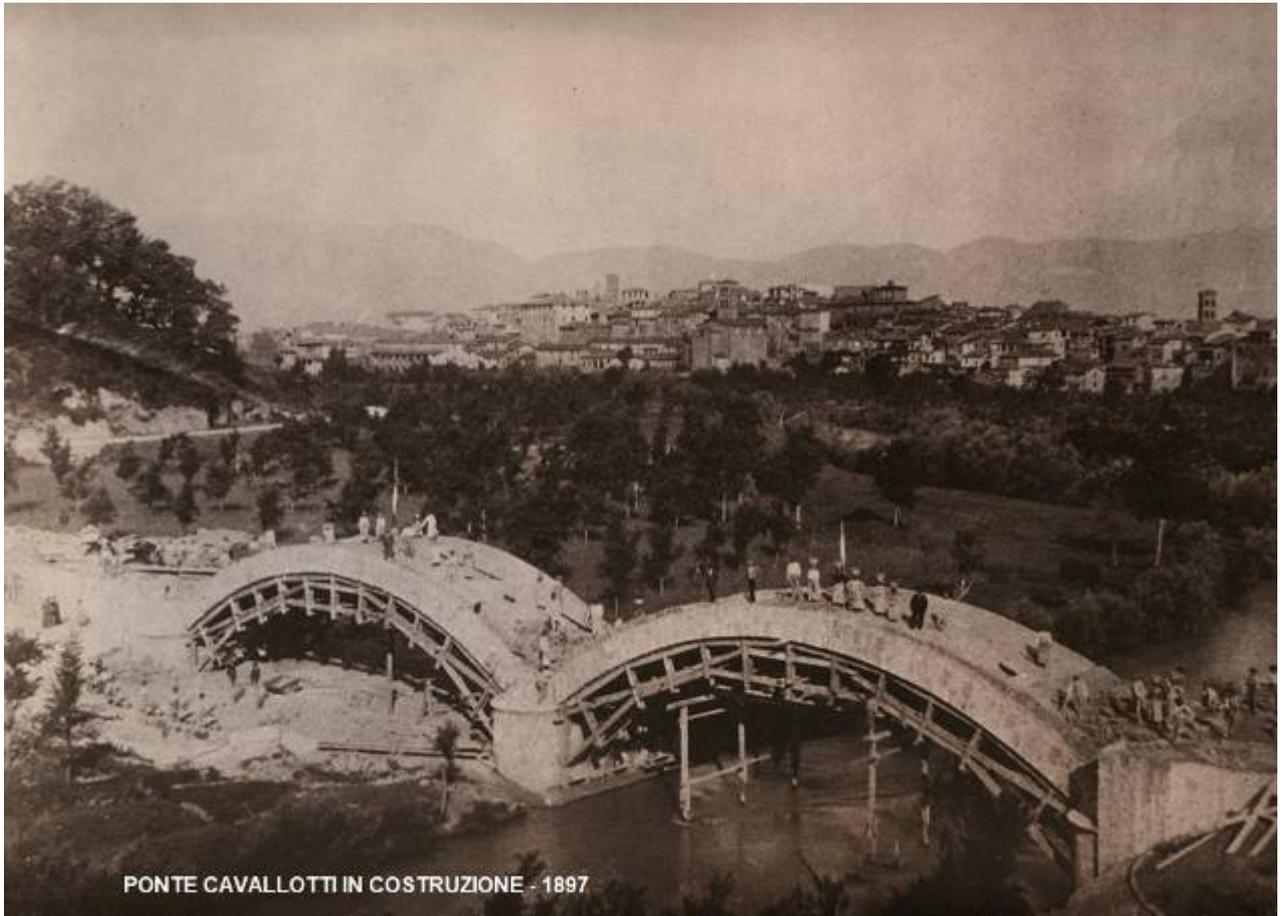
Alessandro Antonelli - Opera propria

Il vecchio tracciato seguito dalla Strada Statale Italiana n. 4 Via Salaria nella città di Rieti costruito nel 1930 e rimasto in funzione fino al 2003

CC BY 3.0

File: Percorso della Via Salaria 2003).svg

Creato: 20 aprile 2016



PONTE CAVALLOTTI IN COSTRUZIONE - 1897



PONTE CAVALLOTTI - 2022

La nuova pista ciclopedonale, prevista in acciaio, sarà realizzata su parte del rilevato esistente ed in parte sull'arcata in acciaio che supporta la passerella pedonale nelle parti a sbalzo.

Il telaio della pista ciclopedonale sarà realizzata interamente in acciaio e vincolata al rilevato esistente tramite un cordolo in C.A. .

La struttura a vista sarà realizzata in acciaio con trattamento Cor-Ten.

La pavimentazione per la rampa di raccordo a Ponte Cavallotti sarà realizzata con una pavimentazione ad alta resistenza meccanica effetto legno.

I parapetti saranno realizzati in acciaio Inox.

Il secondo tratto oggetto di intervento verrà realizzato con l'ausilio delle terre rinforzate, tramite innestamento di una nuova parte in rilevato realizzato con materiali idonei.

La pavimentazione in questo caso sarà realizzata con masselli autobloccanti su soletta in c.l.s. Armato.

L'intervento in progetto non comporta un sostanziale aumento delle masse "permanenti" e "portate", ne aumenta in maniera considerevole le sollecitazioni sulle strutture "principali" "sismo-resistenti", e realizza "elementi costruttivi non strutturali" o "elementi strutturali secondari" con nuovi materiali.

Per questi motivi gli interventi sono classificabili come "INTERVENTI LOCALI". Infatti, come richiedono le Norme NTC2018 al punto 8.4.1. "RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE" "*rispetto alla configurazione precedente quindi non vengono prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e gli interventi non comportano una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti*".

Le conclusioni precedenti circa la parete vetrata e il controsoffitto trovano ulteriore riscontro nelle valutazioni richiamate nel **punto 8.3. "VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA"** del **D.M. 17 gennaio 2018 (NTC18)** che recita testualmente:

*"Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, **la verifica del sistema di fondazione** è obbligatoria **solo se sussistono** condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:*

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;*
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;*
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.*

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti."

PER LA STRUTTURA ESISTENTE IN OGGETTO NON SUSSISTE ALCUNA DELLE CONDIZIONI ELENcate PER LE QUALI è *necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione*, PER CUI LA VERIFICA DEL SISTEMA DI FONDAZIONE NON È STATA EFFETTUATA.

Le analisi dei modelli di calcolo e le verifiche delle sezioni degli elementi strutturali sono state eseguite con le modalità esplicitamente richiamate nel D.M. 17.01.2018, ed in particolare:

1. analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
2. analisi dinamica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica;
3. analisi degli effetti del 2° ordine quando significativi;
4. verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di comportamento, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 17.01.18 ed alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n.7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

Le verifiche sono state eseguite con analisi dinamica modale e la sicurezza e le prestazioni dell'opera nel suo complesso o delle parti di essa, come previsto al capitolo 2 del citato Decreto 17 gennaio 2018, sono state valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la sua vita nominale, applicando i criteri del metodo semiprobabilistico agli "Stati Limite", per le verifiche di esercizio (SLE) e di rottura (SLU).

Le analisi dei modelli di calcolo e le verifiche delle sezioni degli elementi strutturali sono state eseguite con le modalità esplicitamente richiamate nel D.M. 17.01.2018, ed in particolare:

5. analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
6. analisi dinamica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica;
7. analisi degli effetti del 2° ordine quando significativi;
8. verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di comportamento, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 17.01.18 ed alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n.7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

Le verifiche sono state eseguite con analisi dinamica modale e la sicurezza e le prestazioni dell'opera nel suo complesso o delle parti di essa, come previsto al capitolo 2 del citato Decreto 17 gennaio 2018, sono state valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la sua vita nominale, applicando i criteri del metodo semiprobabilistico agli "Stati Limite", per le verifiche di esercizio (SLE) e di rottura (SLU).

Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche

Sono stati eseguiti:

- N°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S1) spinto fino alla profondità di -30.00 m e attrezzato a Down Hole;
- N°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S2) spinto fino alla profondità di -15.00 m;
- N°4 prove penetrometriche dinamiche SPT in foro di sondaggio, di cui n°2 eseguite entro il foro di sondaggio S1 e n°2 eseguite entro il foro di sondaggio S2;
- N°4 campioni di terreno da sottoporre alle analisi di laboratorio geotecnico, di cui N°3 prelevati durante la perforazione del sondaggio geognostico S1 e N°1 prelevato durante la perforazione del sondaggio geognostico S2;
- N°2 prove geofisiche indirette MASW;
- N°2 misure di rumore sismico ambientale HVSR;
- N°1 prova geofisica diretta Down Hole.

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi:

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo-struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche indipendenti (modello alla Winkler).

Le interazioni terreno-struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante elementi finiti specifici costituiti da travi su suolo elastico.

I risultati di analisi sono riportati nelle relazioni di calcolo della struttura .

Quest'ultima riporta i risultati della verifica ed il calcolo delle sollecitazioni ed armature di un modello globale che comprende la struttura in elevazione e riassunti, mediante immagini o valori numerici finali, nelle pagine seguenti.

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa sono:

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi; **STR** - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione; **GEO** - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura; **ULP** - perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento); **HYD** - erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Verifiche EQU:

L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale.

Come si evince dall'esame dei diagrammi delle pressioni sul terreno di fondazione, riportati nelle relazioni di calcolo, le pressioni sono tutte di compressione,.

Pertanto essendo le pressioni di compressione sicuramente non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.

Verifiche STR:

le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione.

Le relative verifiche sono riportate nelle relazioni di calcolo;

Verifiche UPL e HYD : poiché nel terreno di fondazione non vi è la presenza della falda non si hanno fenomeni di galleggiamento o di sifonamento

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

La verifica di resistenza del terreno interagente con la struttura viene condotta:

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

con l'Approccio 2 con la Combinazione (A1 + M1 + R3), nella quale i coefficienti A1 sono gli stessi delle verifiche strutturali, i coefficienti M1 sono tutti unitari ed il coefficiente R3 per la verifica della capacità portante $\gamma_R=2,3$.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_c (o γ_{cs})	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{cs}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{cs}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_c	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_m	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_s$	γ_φ	1,0	1,25
Coestione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{ub}	γ_{cs}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_s	1,0	1,0

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

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

Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE)

Gli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti

che possono compromettere la funzionalità dell'opera.

I cedimenti sono calcolati con il metodo edometrico.

I valori dei moduli edometrici considerati nel calcolo sono:

		γ t/m ³	ϕ °	Cu daN/cm ²	Cu daN/cm ²	E daN/cm ²	Ed daN/cm ²
Livello 1	Dal p.c. a -3,5 m circa SABBIE LIMOSE DEB. ARGILLOSE E GHIAIOSE	2,17	38	0	0	100	150
Livello 2	Da -3,5 m circa a -8,5 m circa ALTERNANZE DI LIMI CON SABBIE ARGILLOSI E SABBIE CON LIMI DEBOLMENTE ARGILLOSE	2,05	37	0	0	100	150
Livello 3	Da -8,5 m circa a -12,5 m circa GHIAIE IN MATRICE SABBIOSA GROSSOLANA	1,68	30	0	0	50	100
Livello 4	Da -12,5 m circa in poi ALTERNANZE DI LIMI CON SABBIE ARGILLOSI	1,99	29	0	0,02	50	100

Nelle Relazioni di calcolo delle travi di fondazione questi S.L.E. sono stati verificati

Il geologo ha anche eseguito delle valutazioni dei cedimenti immediati ed a lungo termine .

L'entità dei cedimenti è risultata compatibile con la funzionalità dell'opera.

STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (p. 7.11.3.4)

In accordo a quanto riportato nella **Relazione Geologica al capitolo” 12 POTENZIALITA' DI LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI “**, le motivazioni addotte consentono di **ESCLUDERE LA PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE DI TALE TERRENO, quindi detta verifica non è stata effettuata (p. 7.11.3.4.2).**

FONDAZIONI : RELAZIONE GEOTECNICA

VERIFICA MICROPALI

Diametro	0,30 [m]
γ_b	1,35
γ_s	1,15
ξ	1,70
H palo	15,00 [m]

NOTA: Devono essere compilati i campi in verde.

n° strato	tipo terreno	ΔH_i [m]	H_i [m]	Falda 0=no; 1=si	Palo 0=no; 1=si	γ_n [kN/m ³]	C_u [kPa]	IC ind. cons.	N_{SPT}	ϕ [°]	K
1	Riparto	0,50	0,50	0	1	19,50	0,00		12,00	28,00	0,45
2	sabbie limose debolmente argillose e ghiaiose	5,50	6,00	1	1	21,67	0,00	0,40		38,00	
3	limi con sabbie argillosi e sabbie con limi debolmente argillose	4,00	10,00	0	1	20,55	0,00	0,40		37,00	
4	Ghiaie in matrice sabbiosa grossolana	3,00	13,00	0	1	16,80	0,00	0,40		30,20	
5	limi con sabbie argillosi e argilla debolmente Limosa	2,00	15,00	0	1	19,98	2,00		14,00	29,00	0,45
6	limi con sabbie argillosi e argilla debolmente Limosa	15,00	30,00	0	0	19,98	2,00		14,00	29,00	0,45
7			0,00								
8			0,00								
9			0,00								

PORTATA LATERALE - Viggiani

Strato	Base palo 0=no; 1=si	γ_n [kN/m ³]	σ'_{vi} [kPa]	σ'_{vf} [kPa]	σ_{vi} [kPa]	α	β	C_a [kPa]	$\sigma'_{h,med}$ [kPa]	s [kPa]	S [kN]
1	0	19,50	0,00	9,75	0,00	0,000	0,239	0,00	4,88	1,17	0,55
2	0	11,67	9,75	73,94	9,75	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	20,55	73,94	156,14	128,935	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	16,80	156,14	206,54	211,135	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1	19,98	206,54	246,50	261,535	0,700	0,249	1,40	226,52	57,90	109,14
6	0	19,98	246,50	546,20	301,495	0,700	0,249	1,40	396,35	0,00	0,00
7	0	0,00	0,00	0,00	0	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0	0,00	0,00	0,00	0	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	0,00	0,00	0,00	0	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00

$R_{sc,m}$	Portata limite laterale media	109,69 [kN]
R_{sd}	Portata di progetto laterale	56,11 [kN]

PORTATA ALLA BASE - Berenzantzev

n° strato	ΔH_i [m]	H_i [m]	γ_n [kN/m ³]	N_{SPT}	ϕ [°]	C_u [kPa]	σ'_{vL} [kPa]	σ_{vL} [kPa]	γ' [kN/m ³]
5,00	2,00	15,00	19,98	14,00	29,00	2,00	206,54	261,54	19,98

Tabella per il calcolo di N_q

H/D	25	28	31	34	37	40
5	14,56	25,09	43,23	74,47	128,31	221,06
10	11,03	19,22	33,50	58,39	101,76	177,35
15	9,73	17,13	30,16	53,09	93,46	164,53
20	8,58	15,26	27,14	48,27	85,84	152,64
25	8,04	14,42	25,86	46,37	83,17	149,15
30	7,53	13,62	24,64	44,55	80,58	145,73

H/D	50
A_b	0,07 [m ²]
ϕ_{cal}	26,00 [°]
N_q	53,1
c	2,00 [kPa]
N_c	9

$R_{bc,m}$	Portata limite di base	19,76 [kN]
R_{bd}	Portata di progetto di base	8,61 [kN]

PORTATA TOTALE

$R_{bc,m}$	Portata limite di base	129,45 [kN]
R_d	portata di progetto	64,72 [kN]

EFFETTO DI GRUPPO - Converse Labarre

m	numero di file di pali	2
n	numero di pali per fila	2
i	interasse fra i pali	2,4 [m]
E	fattore di efficienza	0,92
N	numero pali totali	4

Portata limite di gruppo	476,81 [kN]
Portata di progetto di gruppo	353,19 [kN]

VERIFICA TERRE RINFORZATE

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)

Richiami teorici

Calcolo della spinta sulla parete

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite le NTC 2018 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti 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 lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità:

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

Terreno a permeabilità elevata:

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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 cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifiche

Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

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

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

Verifica a scorrimento

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

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

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

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

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

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, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

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

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c1} c + q N_q d_{q1} q + 0.5 \gamma B_f N_{\gamma} d_{\gamma} \gamma$$

Indicando con:

c , la coesione del terreno in fondazione;

ϕ , l'angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ , il peso di volume del terreno in fondazione;

B_f , la larghezza della fondazione;

D_f , la profondità del piano di posa;

q , la pressione geostatica alla quota del piano di posa.

N_c, N_q, N_γ , i coefficienti di capacità portante;
 d_c, d_q, d_γ , i fattori di profondità;
 i_c, i_q, i_γ , i fattori di inclinazione del carico;

Fattori di capacità portante

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

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

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

Fattori di profondità

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

$$d_q = 1 + 0.2 D K_p^{0.5} / B$$

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

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 D K_p^{0.5} / B \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

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

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

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

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

Verifica alla stabilità globale

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

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

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

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

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Verifiche interne

Le verifiche interne riguardano la determinazione del non superamento delle resistenze date dai rinforzi per i meccanismi di:

- scorrimento diretto;
- sfilamento;
- resistenza a trazione.

Con S verrà indicata la spinta agente alla quota del rinforzo considerato.

La verifica a scorrimento diretto consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo scivolamento del blocco di terra armata al di sopra del rinforzo stesso. La resistenza allo scorrimento lungo un elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor}} = L_{\text{scor}} \times B \times \tau_{\text{scor}}$$

L_{scor} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor}}/S \geq FS_{\text{scor}}$$

La verifica a sfilamento consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo sfilamento del rinforzo dalla terra armata. La resistenza allo sfilamento lungo un elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{sfil}} = \sigma'_v \times f_{po} \times \tan \phi'$$

con f_{po} coeff. di resistenza allo sfilamento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{sfil}} = L_{\text{sfil}} \times B \times 2 \tau_{\text{sfil}}$$

L_{sfil} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{sfil}}/S \geq FS_{\text{sfil}}$$

La verifica a trazione consiste nell'assicurare che la tensione nel rinforzo non superi quella ammissibile. La verifica è soddisfatta se:

$$P / T \geq FS_{\text{traz}}$$

con P resistenza ammissibile impiegata per il dimensionamento:

$$P = LTDS / (FS_{\text{giunzione}} \times FS_{\text{chimico}} \times FS_{\text{biologico}} \times FS_{\text{danni ambientali}})$$

$LTDS$: resistenza di progetto a lungo termine;

T : sforzo agente nel rinforzo.

La *verifica del risvolto* consiste nel prevenire spancamenti della facciata. La resistenza allo scorrimento del risvolto è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor,risv}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor,risv}} = L_{\text{risv}} \times B \times \tau_{\text{scor,risv}}$$

L_{risv} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor,risv}}/S \geq FS_{\text{scor}}$$

Verifiche composte

Le verifiche composte riguardano la ricerca dei cinematismi di rottura che riguardano l'insieme terreno rinforzi. Il programma analizza delle famiglie di superfici circolari.

Il calcolo del fattore di sicurezza della superficie circolare è effettuato con il metodo delle strisce tenendo conto del contributo di resistenza dei rinforzi contenuti.

Dati

Normativa

Spinte e verifiche secondo: N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.30	1.00
Permanenti NS	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.80
Permanenti NS	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili TF	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili TF	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.35	1.15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$		1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c		1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r		1.00	1.00

Verifiche esterne - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Verifiche interne - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento dei rinforzi	1.50
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento del rinforzo	3.00
Coefficiente di sicurezza alla trazione del rinforzo	1.30
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento del risvolto	1.30

Verifiche compound - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale	1.30
Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale sismica	1.30

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in [°]
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]
Terreno 1	2000,00	2000,00	37.000	24.670	0,000	0,000
Terreno 2	1900,00	2000,00	34.000	22.670	0,000	0,000

Caratteristiche di deformabilità

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
E	Modulo elastico ,espresso in [kg/cmq]
v	Coefficiente di Poisson
G	Modulo tangenziale, espresso in [kg/cmq]
Vs	Velocità onde di taglio, espressa in [m/s]

Descrizione	E [kg/cmq]	v	G [kg/cmq]	Vs [m/s]
Terreno 1	0,00	0.000	0,00	0.00
Terreno 2	0,00	0.000	0,00	0.00

Stratigrafia terreno spingente

Simbologia adottata

n°	Identificativo strato
Sp	Spessore dello strato, espresso in [m]
α	Inclinazione dello strato, espresso in [°]
Terreno	Terreno dello strato

n°	Sp [m]	α [°]	Terreno
1	4,00	0.000	Terreno 1
2	2,00	0.000	Terreno 2

Profilo terreno

Profilo terreno a monte

Simbologia adottata

n°	Indice punto
X	Ascissa punto, espresso in [m]
Y	Ordinata punto, espresso in [m]

n°	X [m]	Y [m]									
1	10,00	0,00	2	--	--	3	--	--	4	--	--

Profilo terreno a valle

Quota terreno rispetto al piano di posa	[m]	0,00
Inclinazione terreno a valle	[°]	0.000

Caratteristiche rinforzi

Simbologia adottata

Rinforzo	Identificativo del rinforzo
LTDS	Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]
FS _{DG}	Fattore di sicurezza per danni di giunzione
FS _{DC}	Fattore di sicurezza per danni chimici
FS _{DB}	Fattore di sicurezza per danni biologici
FS _{DA}	Fattore di sicurezza per danni ambientali
LTDS _A	Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

Rinforzo	LTDS	FS _{DG}	FS _{DC}	FS _{DB}	FS _{DA}	LTDS _A
----------	------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------

	[kg/m]					[kg/m]
rinforzo 1	4000,00	1.00	1.00	1.00	1.30	3076,92

Geometria terra armata

Simbologia adottata

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

n°	Indice punto
X	Ascissa, espresso in [m]
Y	Ordinata, espresso in [m]

Materiale di riempimento della terra armata: **Terreno 1**

n°	X	Y									
	[m]	[m]									
1	0,00	0,00	2	-3,00	0,00	3	-3,35	-1,00	4	-3,65	-2,00
5	-4,05	-3,00	6	-4,50	-4,00	7	-5,00	-5,00	8	0,00	-5,00

Descrizione rinforzi della Terra armata

Simbologia adottata

n°	Indice rinforzo
Y	Quota del rinforzo
Rinforzo	Identificativo del rinforzo
L	Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]
Lrv	Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]
Lro	Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]
Fds	Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto
Fpo	Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno

n°	Y	Rinforzo	L	Lrv	Lro	Fds	Fpo
	[m]		[m]	[m]	[m]		
1	-0,40	rinforzo 1	3,14	0,35	1,00	0,90	0,90
2	-0,99	rinforzo 1	3,35	0,59	1,00	0,90	0,90
3	-1,60	rinforzo 1	3,53	0,60	1,00	0,90	0,90
4	-2,20	rinforzo 1	3,73	0,20	1,00	0,90	0,90
5	-2,80	rinforzo 1	3,97	0,60	1,00	0,90	0,90
6	-3,40	rinforzo 1	4,23	0,40	1,00	0,90	0,90
7	-4,00	rinforzo 1	4,50	0,60	1,00	0,90	0,90
8	-4,60	rinforzo 1	4,80	0,60	1,00	0,90	0,90

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kg/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato
Ψ ₀ , Ψ ₁ , Ψ ₂	Coefficienti di combinazione

Condizione n° 1 - Condizione 1 * VARIABILE TF - (Condizione 1)

Carichi distribuiti

X _i	X _f	Q _i	Q _f
[m]	[m]	[kg/m]	[kg/m]
0,00	10,00	500,00	1000,00

Coeff. di combinazione

Ic	Descrizione	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
1	Condizione 1	0.70	0.50	0.20

Dati parametri sisma

Identificazione del sito

Latitudine 42.403056
 Longitudine 12.861179
 Comune Rieti
 Provincia Rieti
 Regione Lazio

Punti di interpolazione del reticolo 26298 - 26076 - 26075 - 26297

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria

Vita nominale 50 anni

Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento	50 anni	Descrizione	Simbolo	Tipo	SLU	SLE	U.M.
Accelerazione al suolo			a_g		1.79	0.74	[m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale			F_0		2.41	2.41	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante			T_C^*		0.33	0.28	[s]
Tipo di sottosuolo e Coefficiente stratigrafico			S_s	B	1.20	1.20	
Categoria topografica e Coefficiente amplificazione topografica			S_T	T1	1.00	1.00	
Coefficiente di riduzione			β_m		0.38	0.47	

Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0.50

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

Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.

Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di BISHOP.

Per le verifiche interne sono stati analizzati i meccanismi:

- rottura planare
- rottura doppio cuneo
- rottura superficie curvilinea (Circolare)

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.30	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.30	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STAB

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STAB - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - STAB

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - STAB - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLE (Rara)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLE (Frequente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.50	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - SLE (Rara)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Risultati

Sintesi - Fattori di sicurezza

Verifiche esterne

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
FS _{Rib}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Qlim}	Fattore di sicurezza a carico limite
FS _{Stab}	Fattore di sicurezza a stabilità globale

IC	FS _{Scor}	FS _{Qlim}	FS _{Rib}	FS _{Stab}
1	2.845	6.543	--	--
2	1.799	5.988	--	--
3	3.221	7.029	--	--
4	1.734	6.216	--	--
5	--	--	10.463	--
6	--	--	5.178	--
7	--	--	11.746	--
8	--	--	4.089	--
9	--	--	--	1.356
10	--	--	--	1.507
11	--	--	--	1.392
12	--	--	--	1.524
13	2.241	7.619	--	--
14	2.857	8.528	--	--
15	3.027	8.830	--	--
16	3.140	9.014	--	--
17	3.221	9.138	--	--
18	3.221	9.138	--	--
19	2.268	7.396	--	--

Verifiche interne

Simbologia adottata

n°	Indice rinforzo
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Sfil}	Fattore di sicurezza a sfilamento
FS _{Traz}	Fattore di sicurezza a trazione
FS _{ScorR}	Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

Combinazione n° 1

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.792	5.584	6.175	2.932
2	3.075	6.149	7.691	5.557
3	3.887	7.774	4.730	4.699
4	7.961	15.922	4.730	6.848
5	13.217	26.433	4.730	6.435
6	19.711	39.421	4.730	4.906
7	27.441	54.882	4.730	3.987
8	35.891	71.782	3.706	2.395

Combinazione n° 2

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.996	5.993	11.933	2.261
2	3.104	6.207	5.020	4.128
3	5.013	10.026	5.020	3.750
4	9.734	19.468	5.020	5.190
5	16.660	33.319	5.020	4.642
6	26.194	52.387	5.020	3.574
7	33.987	67.975	5.020	2.867
8	24.569	49.138	3.173	1.577

Combinazione n° 3

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.792	5.584	6.175	2.932
2	3.940	7.881	5.020	5.557
3	8.332	16.665	5.020	4.699
4	13.899	27.798	5.020	6.848
5	20.798	41.595	5.020	6.435
6	29.028	58.056	5.020	4.906
7	38.053	76.107	5.020	3.987
8	37.320	74.639	3.706	2.395

Combinazione n° 4

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.809	5.618	11.188	2.345
2	2.932	5.863	4.730	4.325
3	4.799	9.599	4.730	3.893
4	9.319	18.638	4.730	5.430
5	15.879	31.758	4.730	4.893

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
6	24.713	49.426	4.730	3.763
7	34.243	68.486	4.730	3.024
8	26.226	52.452	3.387	1.684

Combinazione n° 13

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.007	2.558
2	3.507	7.014	4.730	4.846
3	6.170	12.340	4.730	4.259
4	11.888	23.777	4.730	6.068
5	19.711	39.421	4.730	5.575
6	27.441	54.882	4.730	4.273
7	35.891	71.782	4.730	3.453
8	30.971	61.943	3.999	1.988

Combinazione n° 14

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.392	2.932
2	3.887	7.774	4.730	5.557
3	7.961	15.922	4.730	4.699
4	13.217	26.433	4.730	6.848
5	19.711	39.421	4.730	6.435
6	27.441	54.882	4.730	4.906
7	35.891	71.782	4.730	3.987
8	37.320	74.639	4.730	2.395

Combinazione n° 15

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.392	2.932
2	3.887	7.774	4.730	5.557
3	7.961	15.922	4.730	4.699
4	13.217	26.433	4.730	6.848
5	19.711	39.421	4.730	6.435
6	27.441	54.882	4.730	4.906
7	35.891	71.782	4.730	3.987
8	37.320	74.639	4.730	2.395

Combinazione n° 16

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.392	2.932
2	3.887	7.774	4.730	5.557
3	7.961	15.922	4.730	4.699
4	13.217	26.433	4.730	6.848
5	19.711	39.421	4.730	6.435
6	27.441	54.882	4.730	4.906
7	35.891	71.782	4.730	3.987
8	37.320	74.639	4.730	2.395

Combinazione n° 17

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.392	2.932
2	3.887	7.774	4.730	5.557
3	7.961	15.922	4.730	4.699
4	13.217	26.433	4.730	6.848
5	19.711	39.421	4.730	6.435
6	27.441	54.882	4.730	4.906
7	35.891	71.782	4.730	3.987
8	37.320	74.639	4.730	2.395

Combinazione n° 18

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.392	2.932
2	3.887	7.774	4.730	5.557
3	7.961	15.922	4.730	4.699
4	13.217	26.433	4.730	6.848
5	19.711	39.421	4.730	6.435
6	27.441	54.882	4.730	4.906
7	35.891	71.782	4.730	3.987
8	37.320	74.639	4.730	2.395

Combinazione n° 19

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	3.075	6.149	10.391	2.505
2	3.629	7.258	4.730	4.714
3	6.363	12.727	4.730	4.168
4	12.260	24.521	4.730	5.907
5	19.711	39.421	4.730	5.400
6	27.441	54.882	4.730	4.143
7	35.891	71.782	4.730	3.343
8	29.725	59.449	3.838	1.908

Verifiche composte

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione
 FS_{Comp} Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

IC	FS _{Comp}
1	1.949
2	2.053
3	1.949
4	1.992
13	2.082
14	2.183
15	2.183
16	2.183
17	2.183
18	2.183
19	2.116

Verifiche esterne

Risultati spinta

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione
 S Spinta statica, incremento sismico della spinta e spinta falda, espresse in [kg]
 S_o Componente orizzontale della spinta statica, espresse in [kg]
 S_v Componente verticale della spinta statica, dell'incremento sismico o la sottospinta della falda, espresse in [kg]
 P Punto di applicazione della spinta, dell'incremento sismico e della spinta della falda, espresse in [kg]
 Is Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

n°	Descrizione	S [kg]	S _o [kg]	S _v [kg]	P [m]	Is [°]
1	Spinta statica	8733	7983	3542	0,00; -3,32	23,92
2	Spinta statica	6045	5526	2449	0,00; -3,37	23,90
	Incremento sismico	1515	1385	614	0,00; -1,67	
3	Spinta statica	7650	6994	3099	0,00; -3,38	23,90
4	Spinta statica	6045	5526	2449	0,00; -3,37	23,90
	Incremento sismico	1022	934	414	0,00; -1,67	
13	Spinta statica	6045	5526	2449	0,00; -3,37	23,90
	Incremento sismico	488	446	198	0,00; -1,67	
14	Spinta statica	6687	6113	2712	0,00; -3,32	23,92
15	Spinta statica	6285	5746	2548	0,00; -3,35	23,91
16	Spinta statica	6045	5526	2449	0,00; -3,37	23,90
17	Spinta statica	5885	5380	2384	0,00; -3,38	23,90
18	Spinta statica	5885	5380	2384	0,00; -3,38	23,90
19	Spinta statica	6045	5526	2449	0,00; -3,37	23,90
	Incremento sismico	742	679	301	0,00; -1,67	

Risultanti al piano di posa

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione
 R_p Risultante al piano di posa, espressa in [kg]
 β Inclinazione della risultante rispetto al piano di posa, espresse in [°]
 R_n Risultante normale al piano di posa, espressa in [kg]
 R_t Risultante tangente al piano di posa, espressa in [kg]
 R_x Risultante in direzione X, espressa in [kg]
 R_y Risultante in direzione Y, espressa in [kg]
 e Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione, espressa in [m]
 M_r Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 M_s Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

n°	R _p [kg]	β [°]	R _n [kg]	R _t [kg]	R _x [kg]	R _y [kg]	e [m]	M _r [kgm]	M _s [kgm]
1	54954	8.35	54372	7983	7983	54372	-0,387		
2	44954	13.07	43790	10164	10164	43790	-0,162		
3	54381	7.39	53929	6994	6994	53929	-0,408		
4	41490	13.54	40337	9714	9714	40337	-0,160		
5	43223	10.30	42527	7726	7726	42527	-0,362	12862	134573
6	46668	15.62	44945	12563	12563	44945	-0,046	27382	141794
7	42775	9.41	42199	6994	6994	42199	-0,382	11317	132935
8	41519	16.67	39775	11908	11908	39775	-0,026	32529	133015
13	41624	10.56	40920	7627	7627	40920	-0,283		
14	42256	8.32	41812	6113	6113	41812	-0,388		
15	42042	7.86	41648	5746	5746	41648	-0,398		
16	41915	7.58	41549	5526	5526	41549	-0,404		
17	41831	7.39	41484	5380	5380	41484	-0,408		
18	41831	7.39	41484	5380	5380	41484	-0,408		
19	43395	10.43	42677	7860	7860	42677	-0,279		

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione
 R_n Risultante normale al piano di posa, espressa in [kg]
 Q_u Carico ultimo della fondazione, espressa in [kg]
 P_v Pressione terreno allo spigolo di valle, espressa in [kg/cmq]
 P_m Pressione terreno allo spigolo di monte, espressa in [kg/cmq]

Lr Lunghezza fondazione reagente, espressa in [m]
 Nc, Nq, N_g Coeff. di capacità portante
 N'c, N'q, N'_g Coeff. di capacità portante corretti dai coeff. di forma, profondità, inclinazione del piano di posa e inclinazione del piano campagna a valle

n°	N [kg]	Qu [kg]	Pv [kg/cmq]	Pm [kg/cmq]	Lr [m]	Nc	Nq	N _g	N'c	N'q	N' _g
1	54372	355729	0,582	1,593	5,00	42.16	29.44	31.15	34.70	24.23	17.72
2	43790	262220	0,706	1,046	5,00	42.16	29.44	31.15	30.81	21.51	11.80
3	53929	379081	0,550	1,607	5,00	42.16	29.44	31.15	35.52	24.80	19.08
4	40337	250724	0,652	0,961	5,00	42.16	29.44	31.15	30.43	21.25	11.28
13	40920	311762	0,540	1,097	5,00	42.16	29.44	31.15	32.85	22.94	14.81
14	41812	356579	0,447	1,225	5,00	42.16	29.44	31.15	34.73	24.25	17.77
15	41648	367734	0,435	1,231	5,00	42.16	29.44	31.15	35.12	24.52	18.42
16	41549	374519	0,428	1,234	5,00	42.16	29.44	31.15	35.36	24.69	18.81
17	41484	379081	0,423	1,236	5,00	42.16	29.44	31.15	35.52	24.80	19.08
18	41484	379081	0,423	1,236	5,00	42.16	29.44	31.15	35.52	24.80	19.08
19	42677	315656	0,568	1,140	5,00	42.16	29.44	31.15	32.95	23.01	14.96

Stabilità globale terra armata + terreno

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)
 Is Indice della striscia
 W peso della striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 l lunghezza della base della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 N sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]
 T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]
 Rt, Rn Resistenza tangenziale e normale del rinforzo alla base della striscia espressa in [kg]

Combinazione n° 9

Superficie di scorrimento n° 5 - Fs = 1.36

Is	W [kg]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	227	-33.890	28.352	0,00	0,72	0,00	373	75	0	271	0	0
2	641	-28.465	28.352	0,00	0,68	0,00	930	224	271	911	0	0
3	976	-23.451	28.352	0,00	0,65	0,00	1285	356	911	1749	0	0
4	1133	-18.755	28.352	0,00	0,63	0,00	1383	427	1749	2599	0	0
5	1134	-14.301	28.352	0,00	0,62	0,00	1302	437	2599	3344	0	0
6	1134	-10.021	28.352	0,00	0,61	0,00	1238	444	3344	3997	0	0
7	1134	-4.088	28.352	0,00	0,60	0,00	1170	450	3997	4529	0	0
8	1283	0.088	28.352	0,00	0,60	0,00	1282	511	4529	5037	0	0
9	2528	4.236	28.352	0,00	0,60	0,00	2462	1003	5037	5856	0	0
10	4184	8.437	28.352	0,00	0,60	0,00	3994	1647	5856	6899	0	0
11	6271	13.793	28.352	0,00	0,61	0,00	5882	2424	6899	7851	0	0
12	7100	18.769	28.352	0,00	0,63	0,00	6606	2675	7851	8258	0	0
13	6967	23.394	28.352	0,00	0,65	0,00	6476	2545	8258	8022	0	0
14	6640	28.315	28.352	0,00	0,68	0,00	6211	2326	8022	7124	0	0
15	6233	33.615	28.352	0,00	0,72	0,00	5919	2066	7124	5568	0	0
16	5716	39.382	31.083	0,00	0,77	0,00	5447	1975	5568	3835	152	125
17	5052	45.700	28.352	0,00	0,85	0,00	5546	1516	3835	925	0	0
18	4244	52.623	31.083	0,00	0,98	0,00	4861	1260	925	-2173	0	0
19	3156	61.030	31.083	0,00	1,23	0,00	4127	776	-2173	-5408	0	0
20	1441	73.898	31.083	0,00	2,15	0,00	2714	236	-5408	-7950	0	0

Combinazione n° 10

Superficie di scorrimento n° 215 - Fs = 1.51

Is	W [kg]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	240	-32.788	34.000	0,00	0,74	0,00	384	90	0	264	0	0
2	677	-27.506	34.000	0,00	0,71	0,00	954	269	264	887	0	0
3	1030	-22.588	34.000	0,00	0,68	0,00	1314	426	887	1699	0	0
4	1189	-17.955	34.000	0,00	0,66	0,00	1402	507	1699	2514	0	0
5	1190	-13.536	34.000	0,00	0,64	0,00	1314	518	2514	3226	0	0
6	1190	-9.271	34.000	0,00	0,63	0,00	1246	526	3226	3847	0	0
7	1190	-4.075	34.000	0,00	0,63	0,00	1181	531	3847	4361	0	0
8	1428	0.630	34.000	0,00	0,63	0,00	1362	639	4361	4867	0	0
9	2887	4.780	34.000	0,00	0,63	0,00	2676	1288	4867	5687	0	0
10	4791	8.983	34.000	0,00	0,63	0,00	4341	2119	5687	6703	0	0
11	6986	13.294	34.000	0,00	0,64	0,00	6221	3044	6703	7653	0	0
12	7448	18.896	34.000	0,00	0,66	0,00	6542	3155	7653	7900	0	0
13	7258	23.598	34.000	0,00	0,68	0,00	6349	2978	7900	7483	0	0
14	6898	28.434	34.000	0,00	0,71	0,00	6051	2716	7483	6416	0	0
15	6451	33.603	34.000	0,00	0,75	0,00	5722	2406	6416	4716	0	0
16	5863	39.173	34.000	0,00	0,81	0,00	5345	2048	4716	2439	0	0
17	5163	45.207	34.000	0,00	0,89	0,00	4906	1650	2439	-310	0	0
18	4282	51.742	37.000	0,00	1,01	0,00	4126	1348	-310	-3071	0	0
19	3114	60.571	37.000	0,00	1,27	0,00	3300	784	-3071	-5819	0	0
20	1348	71.732	37.000	0,00	2,00	0,00	1738	224	-5819	-7511	0	0

Combinazione n° 11

Superficie di scorrimento n° 5 - Fs = 1.39

Is	W [kg]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	227	-33.890	28.352	0,00	0,72	0,00	370	73	0	267	0	0

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	l [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
2	641	-28.465	28.352	0,00	0,68	0,00	924	219	267	899	0	0
3	976	-23.451	28.352	0,00	0,65	0,00	1278	347	899	1727	0	0
4	1133	-18.755	28.352	0,00	0,63	0,00	1378	416	1727	2563	0	0
5	1134	-14.301	28.352	0,00	0,62	0,00	1298	426	2563	3297	0	0
6	1134	-10.021	28.352	0,00	0,61	0,00	1236	433	3297	3938	0	0
7	1134	-4.088	28.352	0,00	0,60	0,00	1169	438	3938	4459	0	0
8	1283	0.088	28.352	0,00	0,60	0,00	1282	497	4459	4954	0	0
9	2528	4.236	28.352	0,00	0,60	0,00	2464	977	4954	5747	0	0
10	4184	8.437	28.352	0,00	0,60	0,00	4000	1605	5747	6747	0	0
11	6271	13.793	28.352	0,00	0,61	0,00	5896	2361	6747	7634	0	0
12	7100	18.769	28.352	0,00	0,63	0,00	6626	2606	7634	7970	0	0
13	6967	23.394	28.352	0,00	0,65	0,00	6501	2479	7970	7664	0	0
14	6640	28.315	28.352	0,00	0,68	0,00	6239	2266	7664	6700	0	0
15	6233	33.615	28.352	0,00	0,72	0,00	5951	2012	6700	5081	0	0
16	5716	39.382	31.083	0,00	0,77	0,00	5456	1914	5081	3296	152	125
17	5052	45.700	28.352	0,00	0,85	0,00	5176	1368	3296	547	0	0
18	4244	52.623	31.083	0,00	0,98	0,00	4461	1116	547	-2321	0	0
19	3156	61.030	31.083	0,00	1,23	0,00	3656	662	-2321	-5199	0	0
20	1441	73.898	31.083	0,00	2,15	0,00	2078	173	-5199	-7148	0	0

Combinazione n° 12

Superficie di scorrimento n° 215 - $F_s = 1.52$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	l [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	240	-32.788	34.000	0,00	0,74	0,00	416	89	0	280	0	0
2	677	-27.506	34.000	0,00	0,71	0,00	1033	266	280	937	0	0
3	1030	-22.588	34.000	0,00	0,68	0,00	1424	421	937	1787	0	0
4	1189	-17.955	34.000	0,00	0,66	0,00	1520	501	1787	2633	0	0
5	1190	-13.536	34.000	0,00	0,64	0,00	1426	512	2633	3366	0	0
6	1190	-9.271	34.000	0,00	0,63	0,00	1353	520	3366	3998	0	0
7	1190	-4.075	34.000	0,00	0,63	0,00	1283	525	3998	4514	0	0
8	1428	0.630	34.000	0,00	0,63	0,00	1480	632	4514	5011	0	0
9	2887	4.780	34.000	0,00	0,63	0,00	2910	1274	5011	5798	0	0
10	4791	8.983	34.000	0,00	0,63	0,00	4722	2095	5798	6731	0	0
11	6986	13.294	34.000	0,00	0,64	0,00	6769	3010	6731	7523	0	0
12	7448	18.896	34.000	0,00	0,66	0,00	7121	3120	7523	7549	0	0
13	7258	23.598	34.000	0,00	0,68	0,00	6913	2945	7549	6876	0	0
14	6898	28.434	34.000	0,00	0,71	0,00	6591	2686	6876	5525	0	0
15	6451	33.603	34.000	0,00	0,75	0,00	6234	2379	5525	3520	0	0
16	5863	39.173	34.000	0,00	0,81	0,00	5824	2025	3520	923	0	0
17	5163	45.207	34.000	0,00	0,89	0,00	5344	1631	923	-2150	0	0
18	4282	51.742	37.000	0,00	1,01	0,00	4497	1333	-2150	-5212	0	0
19	3114	60.571	37.000	0,00	1,27	0,00	3598	775	-5212	-8224	0	0
20	1348	71.732	37.000	0,00	2,00	0,00	1893	221	-8224	-10065	0	0

Verifiche interne

Risultati rinforzi

Simbologia adottata

Ir Indice rinforzo
Sft Sforzo nel rinforzo per meccanismo planare, espressa in [kg/m]
Sfdc Sforzo nel rinforzo per meccanismo doppio cuneo, espressa in [kg/m]
Sfr Sforzo nel rinforzo per meccanismo rotazionale, espressa in [kg/m] (sforzo che ha determinato il fattore di sicurezza minore a scorrimento)
Gli sforzi nei rinforzi possono essere nulli. In tal caso la stabilità della superficie analizzata è garantita a meno del contributo dei rinforzi.

Combinazione n° 1

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	30,82	0,00	498,31
2	119,00	0,00	400,04
3	305,59	0,00	346,45
4	345,47	0,00	484,03
5	374,19	0,00	527,46
6	479,41	0,00	523,63
7	544,68	0,00	551,03
8	830,28	0,00	551,03

Combinazione n° 2

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	30,74	224,45	257,85
2	123,20	612,88	475,47
3	294,49	612,88	427,71
4	350,66	612,88	427,71
5	399,00	612,88	461,80
6	506,19	612,88	460,26
7	582,65	612,88	510,79
8	969,78	612,88	512,45

Combinazione n° 3

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	30,82	0,00	498,31

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
2	119,00	0,00	400,04
3	305,59	0,00	346,45
4	345,47	0,00	484,03
5	374,19	0,00	527,46
6	479,41	0,00	523,63
7	544,68	0,00	551,03
8	830,28	0,00	551,03

Combinazione n° 4

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	29,65	246,41	275,03
2	117,61	650,51	503,37
3	283,73	650,51	446,76
4	335,12	650,51	446,76
5	378,55	650,51	484,50
6	480,84	650,51	526,70
7	552,39	650,51	544,80
8	908,43	650,51	546,01

Combinazione n° 13

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	27,18	0,00	307,47
2	104,95	0,00	420,82
3	259,33	0,00	380,47
4	299,92	0,00	380,47
5	332,24	0,00	455,13
6	423,40	0,00	471,34
7	483,83	0,00	484,97
8	769,47	0,00	486,07

Combinazione n° 14

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	23,71	0,00	296,10
2	91,54	0,00	335,40
3	235,07	0,00	272,82
4	265,74	0,00	365,55
5	287,84	0,00	408,71
6	368,78	0,00	404,30
7	418,99	0,00	425,65
8	638,68	0,00	425,65

Combinazione n° 15

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	23,71	0,00	296,10
2	91,54	0,00	335,40
3	235,07	0,00	272,82
4	265,74	0,00	365,55
5	287,84	0,00	408,71
6	368,78	0,00	404,30
7	418,99	0,00	425,65
8	638,68	0,00	425,65

Combinazione n° 16

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	23,71	0,00	296,10
2	91,54	0,00	335,40
3	235,07	0,00	272,82
4	265,74	0,00	365,55
5	287,84	0,00	408,71
6	368,78	0,00	404,30
7	418,99	0,00	425,65
8	638,68	0,00	425,65

Combinazione n° 17

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	23,71	0,00	296,10
2	91,54	0,00	335,40
3	235,07	0,00	272,82
4	265,74	0,00	365,55
5	287,84	0,00	408,71
6	368,78	0,00	404,30
7	418,99	0,00	425,65
8	638,68	0,00	425,65

Combinazione n° 18

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	23,71	0,00	296,10

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
2	91,54	0,00	335,40
3	235,07	0,00	272,82
4	265,74	0,00	365,55
5	287,84	0,00	408,71
6	368,78	0,00	404,30
7	418,99	0,00	425,65
8	638,68	0,00	425,65

Combinazione n° 19

Ir	Sft [kg/m]	Sfdc [kg/m]	Sfr [kg/m]
1	27,75	0,00	296,11
2	107,89	0,00	406,63
3	265,00	0,00	368,93
4	308,10	0,00	368,93
5	343,00	0,00	439,25
6	436,74	0,00	454,23
7	499,76	0,00	466,96
8	801,75	0,00	468,11

Meccanismi di rottura

Simbologia adottata

n°	Indice del rinforzo
Sf	Sforzo nel rinforzo per meccanismo planare, espressa in [kg/m]
RSCO	Resistenza allo scorrimento, espressa in [kg/m]
FSsco	Fattore di sicurezza allo scorrimento
Rsfi	Resistenza allo sfilamento, espressa in [kg/m]
FSsfi	Fattore di sicurezza allo sfilamento
Rtra	Resistenza a trazione, espressa in [kg/m]
FStra	Fattore di sicurezza a trazione
LI, Lf	Lunghezza libera e di fondazione, espresse in [m]

Meccanismo rottura planare

Combinazione n° 1

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	30,82	864,99	28.067	1729,98	56.134	3076,92	6.175	1,91	1,23
2	119,00	2985,78	25.091	5971,55	50.182	3076,92	7.691	1,64	1,71
3	305,59	6237,33	20.411	12474,65	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	345,47	10485,76	30.352	20971,52	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	374,19	15660,51	41.852	31321,02	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	479,41	20851,92	43.495	41703,84	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	544,68	25882,62	47.519	51765,24	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	830,28	30985,81	37.320	61971,61	74.639	3076,92	3.706	0,13	4,67

Combinazione n° 2

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	30,74	436,72	14.207	873,45	28.415	3076,92	11.933	2,34	0,80
2	123,20	1803,42	14.638	3606,84	29.275	3076,92	5.020	2,00	1,34
3	294,49	4121,93	13.997	8243,85	27.993	3076,92	5.020	1,63	1,90
4	350,66	7300,48	20.819	14600,96	41.638	3076,92	5.020	1,28	2,45
5	399,00	11364,21	28.482	22728,43	56.963	3076,92	5.020	0,98	2,99
6	506,19	15741,85	31.099	31483,71	62.197	3076,92	5.020	0,69	3,54
7	582,65	19802,75	33.987	39605,49	67.975	3076,92	5.020	0,41	4,09
8	969,78	23826,27	24.569	47652,55	49.138	3076,92	3.173	0,16	4,64

Combinazione n° 3

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	30,82	864,99	28.067	1729,98	56.134	3076,92	6.175	1,91	1,23
2	119,00	2985,78	25.091	5971,55	50.182	3076,92	5.020	1,64	1,71
3	305,59	6237,33	20.411	12474,65	40.822	3076,92	5.020	1,32	2,21
4	345,47	10485,76	30.352	20971,52	60.705	3076,92	5.020	1,03	2,70
5	374,19	15660,51	41.852	31321,02	83.704	3076,92	5.020	0,77	3,20
6	479,41	20851,92	43.495	41703,84	86.989	3076,92	5.020	0,54	3,69
7	544,68	25882,62	47.519	51765,24	95.037	3076,92	5.020	0,32	4,18
8	830,28	30985,81	37.320	61971,61	74.639	3076,92	3.706	0,13	4,67

Combinazione n° 4

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	29,65	416,70	14.054	833,39	28.109	3076,92	11.188	2,37	0,77
2	117,61	1760,21	14.966	3520,42	29.932	3076,92	4.730	2,04	1,31
3	283,73	4062,72	14.319	8125,43	28.638	3076,92	4.730	1,66	1,87
4	335,12	7233,43	21.584	14466,87	43.169	3076,92	4.730	1,31	2,42
5	378,55	11302,16	29.856	22604,33	59.712	3076,92	4.730	0,99	2,98
6	480,84	15710,43	32.673	31420,87	65.346	3076,92	4.730	0,70	3,53
7	552,39	19792,67	35.831	39585,35	71.662	3076,92	4.730	0,42	4,08
8	908,43	23824,57	26.226	47649,15	52.452	3076,92	3.387	0,17	4,63

Combinazione n° 13

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	27,18	548,88	20.195	1097,75	40.390	3076,92	10.007	2,13	1,01
2	104,95	2045,39	19.489	4090,79	38.977	3076,92	4.730	1,82	1,52
3	259,33	4453,50	17.173	8907,01	34.346	3076,92	4.730	1,48	2,05
4	299,92	7675,95	25.593	15351,89	51.187	3076,92	4.730	1,16	2,57
5	332,24	11710,62	35.248	23421,24	70.496	3076,92	4.730	0,88	3,09
6	423,40	15889,62	37.528	31779,24	75.057	3076,92	4.730	0,62	3,61
7	483,83	19857,05	41.041	39714,11	82.082	3076,92	4.730	0,37	4,13
8	769,47	23831,71	30.971	47663,42	61.943	3076,92	3.999	0,15	4,65

Combinazione n° 14

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	23,71	665,38	28.067	1330,75	56.134	3076,92	10.392	1,91	1,23
2	91,54	2296,75	25.091	4593,50	50.182	3076,92	4.730	1,64	1,71
3	235,07	4797,94	20.411	9595,89	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	265,74	8065,97	30.352	16131,94	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	287,84	12046,55	41.852	24093,09	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	368,78	16039,94	43.495	32079,88	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	418,99	19909,71	47.519	39819,41	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	638,68	23835,24	37.320	47670,47	74.639	3076,92	4.730	0,13	4,67

Combinazione n° 15

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	23,71	665,38	28.067	1330,75	56.134	3076,92	10.392	1,91	1,23
2	91,54	2296,75	25.091	4593,50	50.182	3076,92	4.730	1,64	1,71
3	235,07	4797,94	20.411	9595,89	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	265,74	8065,97	30.352	16131,94	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	287,84	12046,55	41.852	24093,09	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	368,78	16039,94	43.495	32079,88	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	418,99	19909,71	47.519	39819,41	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	638,68	23835,24	37.320	47670,47	74.639	3076,92	4.730	0,13	4,67

Combinazione n° 16

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	23,71	665,38	28.067	1330,75	56.134	3076,92	10.392	1,91	1,23
2	91,54	2296,75	25.091	4593,50	50.182	3076,92	4.730	1,64	1,71
3	235,07	4797,94	20.411	9595,89	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	265,74	8065,97	30.352	16131,94	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	287,84	12046,55	41.852	24093,09	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	368,78	16039,94	43.495	32079,88	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	418,99	19909,71	47.519	39819,41	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	638,68	23835,24	37.320	47670,47	74.639	3076,92	4.730	0,13	4,67

Combinazione n° 17

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	23,71	665,38	28.067	1330,75	56.134	3076,92	10.392	1,91	1,23
2	91,54	2296,75	25.091	4593,50	50.182	3076,92	4.730	1,64	1,71
3	235,07	4797,94	20.411	9595,89	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	265,74	8065,97	30.352	16131,94	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	287,84	12046,55	41.852	24093,09	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	368,78	16039,94	43.495	32079,88	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	418,99	19909,71	47.519	39819,41	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	638,68	23835,24	37.320	47670,47	74.639	3076,92	4.730	0,13	4,67

Combinazione n° 18

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	23,71	665,38	28.067	1330,75	56.134	3076,92	10.392	1,91	1,23
2	91,54	2296,75	25.091	4593,50	50.182	3076,92	4.730	1,64	1,71
3	235,07	4797,94	20.411	9595,89	40.822	3076,92	4.730	1,32	2,21
4	265,74	8065,97	30.352	16131,94	60.705	3076,92	4.730	1,03	2,70
5	287,84	12046,55	41.852	24093,09	83.704	3076,92	4.730	0,77	3,20
6	368,78	16039,94	43.495	32079,88	86.989	3076,92	4.730	0,54	3,69
7	418,99	19909,71	47.519	39819,41	95.037	3076,92	4.730	0,32	4,18
8	638,68	23835,24	37.320	47670,47	74.639	3076,92	4.730	0,13	4,67

Combinazione n° 19

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfì [kg/m]	FSsfì	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	27,75	553,64	19.949	1107,28	39.899	3076,92	10.391	2,12	1,02
2	107,89	2055,67	19.053	4111,35	38.105	3076,92	4.730	1,82	1,53
3	265,00	4467,59	16.859	8935,18	33.718	3076,92	4.730	1,47	2,06
4	308,10	7691,90	24.966	15383,79	49.932	3076,92	4.730	1,15	2,58
5	343,00	11725,29	34.185	23450,59	68.370	3076,92	4.730	0,87	3,10
6	436,74	15895,72	36.396	31791,44	72.792	3076,92	4.730	0,61	3,62
7	499,76	19859,28	39.738	39718,57	79.475	3076,92	4.730	0,37	4,13
8	801,75	23831,87	29.725	47663,73	59.449	3076,92	3.838	0,15	4,65

Meccanismo rottura doppio cuneo

Combinazione n° 1

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 2

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	224,45	732,45	3.263	1464,89	6.527	1126,84	13.709	2,10	1,04
2	612,88	2475,07	4.038	4950,14	8.077	3076,92	5.020	1,93	1,42
3	612,88	5106,72	8.332	10213,44	16.665	3076,92	5.020	1,72	1,81
4	612,88	8518,38	13.899	17036,75	27.798	3076,92	5.020	1,53	2,20
5	612,88	12746,38	20.798	25492,76	41.595	3076,92	5.020	1,39	2,58
6	612,88	17790,74	29.028	35581,47	58.056	3076,92	5.020	1,26	2,97
7	612,88	23322,12	38.053	46644,25	76.107	3076,92	5.020	1,15	3,35
8	612,88	28893,54	47.144	57787,08	94.288	3076,92	5.020	1,06	3,74

Combinazione n° 3

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 4

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	246,41	757,60	3.075	1515,21	6.149	1165,54	12.487	2,07	1,07
2	650,51	2528,58	3.887	5057,17	7.774	3076,92	4.730	1,90	1,45
3	650,51	5178,59	7.961	10357,18	15.922	3076,92	4.730	1,69	1,84
4	650,51	8597,44	13.217	17194,88	26.433	3076,92	4.730	1,51	2,22
5	650,51	12821,85	19.711	25643,70	39.421	3076,92	4.730	1,37	2,60
6	650,51	17850,63	27.441	35701,25	54.882	3076,92	4.730	1,25	2,98
7	650,51	23347,13	35.891	46694,27	71.782	3076,92	4.730	1,14	3,36
8	650,51	28893,54	44.417	57787,08	88.834	3076,92	4.730	1,06	3,74

Combinazione n° 13

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 14

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 15

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 16

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 17

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 18

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Combinazione n° 19

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,14	0,00
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,35	0,00
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,53	0,00
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	0,00	100.000	3,73	0,00
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,44	0,53
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,64	1,59
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,86	2,64
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,10	3,70

Meccanismo rottura rotazionale

Combinazione n° 1

Cerchio n° 370 - Centro (-6,24; 0,00) - Raggio 5,15 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-1,09; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	125,23	778,77	6.219	1557,54	12.437	1557,54	24.570	2,04	1,10
2	247,39	2066,73	8.354	4133,46	16.708	3076,92	12.437	2,16	1,18
3	247,39	3791,68	15.327	7583,36	30.653	3076,92	12.437	2,19	1,34
4	247,39	6141,97	24.827	12283,93	49.654	3076,92	12.437	2,15	1,58
5	247,39	9467,17	38.268	18934,34	76.536	3076,92	12.437	2,05	1,92
6	247,39	14210,72	57.442	28421,44	114.884	3076,92	12.437	1,86	2,37
7	247,39	21129,48	85.409	42258,96	170.817	3076,92	12.437	1,50	3,00
8	247,39	29586,37	119.593	59172,75	239.185	3076,92	12.437	0,87	3,93

Combinazione n° 2

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 3

Cerchio n° 370 - Centro (-6,24; 0,00) - Raggio 5,15 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-1,09; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	125,23	778,77	6.219	1557,54	12.437	1557,54	24.570	2,04	1,10
2	247,39	2066,73	8.354	4133,46	16.708	3076,92	12.437	2,16	1,18

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
3	247,39	3791,68	15.327	7583,36	30.653	3076,92	12.437	2,19	1,34
4	247,39	6141,97	24.827	12283,93	49.654	3076,92	12.437	2,15	1,58
5	247,39	9467,17	38.268	18934,34	76.536	3076,92	12.437	2,05	1,92
6	247,39	14210,72	57.442	28421,44	114.884	3076,92	12.437	1,86	2,37
7	247,39	21129,48	85.409	42258,96	170.817	3076,92	12.437	1,50	3,00
8	247,39	29586,37	119.593	59172,75	239.185	3076,92	12.437	0,87	3,93

Combinazione n° 4

Cerchio n° 391 - Centro (-6,22; 0,96) - Raggio 6,08 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	20,55	160,61	7.817	321,23	15.634	321,23	149.756	2,84	0,30
2	79,66	622,68	7.817	1245,37	15.634	1245,37	38.628	2,88	0,46
3	196,63	1537,06	7.817	3074,12	15.634	3074,12	15.649	2,82	0,71
4	196,80	3068,57	15.592	6137,15	31.184	3076,92	15.634	2,70	1,03
5	196,80	5485,03	27.870	10970,06	55.741	3076,92	15.634	2,53	1,44
6	196,80	9150,33	46.495	18300,66	92.989	3076,92	15.634	2,25	1,98
7	196,80	14661,47	74.498	29322,94	148.995	3076,92	15.634	1,80	2,70
8	196,80	22290,46	113.262	44580,93	226.524	3076,92	15.634	1,04	3,76

Combinazione n° 13

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 14

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 15

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 16

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 17

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSSCO	RSFI [kg/m]	FSFI	RTRA [kg/m]	FSTRA	LI [m]	LF [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 18

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	Rsc0 [kg/m]	FSsc0	Rsf1 [kg/m]	FSsf1	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Combinazione n° 19

Cerchio n° 390 - Centro (-5,22; 0,00) - Raggio 5,00 - Intersezione profilo valle (-5,00; -5,00) - Intersezione profilo monte (-0,22; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	Rsc0 [kg/m]	FSsc0	Rsf1 [kg/m]	FSsf1	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	254,00	100.000	2,91	0,23
2	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	858,92	100.000	3,03	0,32
3	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	2096,60	100.000	3,05	0,48
4	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	3,00	0,73
5	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,89	1,08
6	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,68	1,55
7	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	2,28	2,22
8	0,00	0,00	100.000	0,00	100.000	3076,92	100.000	1,54	3,26

Verifiche composte

Stabilità globale della terra armata

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

Is Indice della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

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

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

N sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]

T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

Combinazione n° 1

Superficie di scorrimento n° 370 - $F_s = 1.95$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	85	15.808	37.000	0,00	0,20	0,00	82	32
2	256	17.036	37.000	0,00	0,20	0,00	245	95
3	423	19.613	37.000	0,00	0,21	0,00	399	154
4	604	22.191	37.000	0,00	0,21	0,00	559	216
5	783	23.683	37.000	0,00	0,21	0,00	717	277
6	974	27.222	37.000	0,00	0,22	0,00	866	335
7	1171	29.211	37.000	0,00	0,22	0,00	1022	395
8	1410	31.089	37.000	0,00	0,23	0,00	1207	467
9	1669	34.832	37.000	0,00	0,24	0,00	1370	530
10	1887	37.087	37.000	0,00	0,25	0,00	1505	582
11	2007	39.493	37.000	0,00	0,25	0,00	1549	599
12	1926	42.441	37.000	0,00	0,27	0,00	1421	550
13	1830	45.979	37.000	0,00	0,28	0,00	1271	492
14	1722	49.030	37.000	0,00	0,30	0,00	1129	436
15	1601	52.389	37.000	0,00	0,32	0,00	977	378
16	1462	56.090	37.000	0,00	0,35	0,00	816	315
17	1302	60.150	37.000	0,00	0,39	0,00	648	251
18	1110	64.852	37.000	0,00	0,46	0,00	472	182
19	864	70.923	37.000	0,00	0,60	0,00	282	109
20	472	82.049	37.000	0,00	1,41	0,00	65	25

Combinazione n° 2

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.05$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	40
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	120
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	200
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	280
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	364
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	449
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	549
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	642
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	694

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	657
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	616
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	570
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	518
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	458
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	399
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	336
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	269
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	194
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	119
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	27

Combinazione n° 3

Superficie di scorrimento n° 370 - $F_s = 1.95$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	85	15.808	37.000	0,00	0,20	0,00	82	32
2	256	17.036	37.000	0,00	0,20	0,00	245	95
3	423	19.613	37.000	0,00	0,21	0,00	399	154
4	604	22.191	37.000	0,00	0,21	0,00	559	216
5	783	23.683	37.000	0,00	0,21	0,00	717	277
6	974	27.222	37.000	0,00	0,22	0,00	866	335
7	1171	29.211	37.000	0,00	0,22	0,00	1022	395
8	1410	31.089	37.000	0,00	0,23	0,00	1207	467
9	1669	34.832	37.000	0,00	0,24	0,00	1370	530
10	1887	37.087	37.000	0,00	0,25	0,00	1505	582
11	2007	39.493	37.000	0,00	0,25	0,00	1549	599
12	1926	42.441	37.000	0,00	0,27	0,00	1421	550
13	1830	45.979	37.000	0,00	0,28	0,00	1271	492
14	1722	49.030	37.000	0,00	0,30	0,00	1129	436
15	1601	52.389	37.000	0,00	0,32	0,00	977	378
16	1462	56.090	37.000	0,00	0,35	0,00	816	315
17	1302	60.150	37.000	0,00	0,39	0,00	648	251
18	1110	64.852	37.000	0,00	0,46	0,00	472	182
19	864	70.923	37.000	0,00	0,60	0,00	282	109
20	472	82.049	37.000	0,00	1,41	0,00	65	25

Combinazione n° 4

Superficie di scorrimento n° 391 - $F_s = 1.99$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	101	13.330	37.000	0,00	0,25	0,00	98	37
2	302	15.088	37.000	0,00	0,25	0,00	291	110
3	507	16.903	37.000	0,00	0,25	0,00	485	184
4	723	20.266	37.000	0,00	0,25	0,00	678	256
5	950	22.319	37.000	0,00	0,26	0,00	879	332
6	1192	24.364	37.000	0,00	0,26	0,00	1086	411
7	1497	27.201	37.000	0,00	0,27	0,00	1332	504
8	1784	30.024	37.000	0,00	0,28	0,00	1545	585
9	1976	32.386	37.000	0,00	0,28	0,00	1669	631
10	1921	34.897	37.000	0,00	0,29	0,00	1576	596
11	1836	37.604	37.000	0,00	0,30	0,00	1455	550
12	1743	41.048	37.000	0,00	0,32	0,00	1314	497
13	1638	43.986	37.000	0,00	0,33	0,00	1179	446
14	1522	47.134	37.000	0,00	0,35	0,00	1036	392
15	1392	50.508	37.000	0,00	0,38	0,00	885	335
16	1243	54.121	37.000	0,00	0,41	0,00	729	276
17	1072	58.205	37.000	0,00	0,45	0,00	565	214
18	869	63.128	37.000	0,00	0,53	0,00	393	149
19	616	68.435	37.000	0,00	0,65	0,00	226	86
20	257	76.117	37.000	0,00	1,00	0,00	62	23

Combinazione n° 13

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.08$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	40
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	118
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	197
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	276
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	359
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	442
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	542
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	633
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	684
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	648
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	607
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	562
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	510
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	452
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	394
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	331
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	265
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	192
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	118
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	27

Combinazione n° 14

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.18$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	38
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	113
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	188
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	264
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	343
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	422
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	517
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	604
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	652
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	618
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	579
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	536
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	487
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	431
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	375
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	316
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	253
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	183
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	112
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	26

Combinazione n° 15

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.18$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	38
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	113
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	188
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	264
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	343
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	422
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	517
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	604
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	652
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	618
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	579
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	536
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	487
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	431
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	375
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	316
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	253
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	183
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	112
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	26

Combinazione n° 16

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.18$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	38
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	113
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	188
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	264
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	343
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	422
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	517
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	604
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	652
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	618
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	579
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	536
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	487
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	431
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	375
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	316
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	253
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	183
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	112
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	26

Combinazione n° 17

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.18$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	38
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	113
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	188
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	264
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	343

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kg]							
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	422
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	517
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	604
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	652
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	618
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	579
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	536
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	487
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	431
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	375
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	316
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	253
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	183
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	112
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	26

Combinazione n° 18

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.18$

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kg]							
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	38
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	113
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	188
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	264
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	343
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	422
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	517
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	604
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	652
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	618
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	579
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	536
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	487
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	431
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	375
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	316
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	253
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	183
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	112
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	26

Combinazione n° 19

Superficie di scorrimento n° 390 - $F_s = 2.12$

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kg]							
1	110	4.732	37.000	0,00	0,24	0,00	109	39
2	328	6.528	37.000	0,00	0,24	0,00	326	116
3	551	9.105	37.000	0,00	0,24	0,00	544	194
4	783	12.752	37.000	0,00	0,25	0,00	764	272
5	1026	14.715	37.000	0,00	0,25	0,00	993	354
6	1284	17.850	37.000	0,00	0,25	0,00	1222	435
7	1605	21.191	37.000	0,00	0,26	0,00	1497	533
8	1907	23.480	37.000	0,00	0,26	0,00	1749	623
9	2113	26.596	37.000	0,00	0,27	0,00	1890	673
10	2074	30.347	37.000	0,00	0,28	0,00	1790	637
11	2004	33.136	37.000	0,00	0,29	0,00	1678	598
12	1924	36.169	37.000	0,00	0,30	0,00	1553	553
13	1834	39.714	37.000	0,00	0,31	0,00	1411	502
14	1732	43.891	37.000	0,00	0,33	0,00	1248	444
15	1615	47.661	37.000	0,00	0,36	0,00	1088	387
16	1480	51.797	37.000	0,00	0,39	0,00	915	326
17	1322	56.328	37.000	0,00	0,43	0,00	733	261
18	1130	62.046	37.000	0,00	0,51	0,00	530	189
19	882	68.368	37.000	0,00	0,65	0,00	325	116
20	482	81.093	37.000	0,00	1,54	0,00	75	27

Risultati spostamenti

Non è stata selezionata nessuna superficie.

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

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

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

Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

Il calcolo delle terre armate viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno;
 - Verifica a ribaltamento;
 - Verifica a scorrimento sul piano di posa;
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite);
 - Verifica della stabilità globale;
 - Verifica dell'opera nei confronti di potenziali superfici di rottura interni alla terra armata. In particolare viene eseguita un'analisi di stabilità interna o locale (tieback) che permette di ottenere una ripartizione omogenea delle tensioni nei rinforzi, ed un'analisi globale (compound) che assicura la stabilità globale e, in particolare, l'esistenza di rinforzi di lunghezza sufficiente a garantirne l'ancoraggio in una porzione del terreno stabile.
- L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018. 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	GRETA - Terre Armate
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ing. Mancini Bruno Enrico
Licenza	AIU3716PL

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.

Dimensione: 1:1
 Data: 10/10/10
 Foglio: 1/1

