

Relazione di Calcolo



CDM DOLMEN
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

1 Dati generali del pendio.

L'impresa Impresa, per conto del committente Committente si occupa di eseguire il progetto Progetto. Il progettista è Progettista ed il direttore dei lavori è Direttore dei lavori. Il pendio è situato in località Località (Posizione pendio).

2 Cenni teorici sul metodo all'equilibrio limite.

All'interno di un pendio molto esteso e sottoposto a deformazione piana si isola un volume mediante una superficie cilindrica. Il terreno è in equilibrio limite quando viene soddisfatta la condizione di rottura, che nell'ipotesi del criterio di Mohr-Coulomb è funzione della coesione, dell'angolo di resistenza al taglio e della pressione interstiziale. Se lungo la superficie la tensione tangenziale applicata, detta resistenza mobilitata, è minore della resistenza a rottura disponibile, si può determinare una condizione di equilibrio limite tramite un coefficiente di sicurezza, che rappresenta il fattore per cui dividere i parametri di resistenza del terreno ed avere la rottura del pendio lungo la superficie considerata. Questo valore è assunto per determinare la sicurezza del pendio nei confronti della rottura per taglio e viene assunto costante lungo tutta la superficie, in modo che in ogni punto di essa venga mobilitata la stessa aliquota di resistenza al taglio. Si ricava che il fattore di sicurezza è dato dal rapporto tra la resistenza disponibile e quella mobilitata. Per determinare tale valore si utilizzano le equazioni dell'equilibrio dei corpi rigidi ossia le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale ed alla rotazione rispetto ad un punto del piano delle forze. Nel pendio viene definito un numero elevato di superfici, ad ognuna di queste è possibile associare un fattore di sicurezza. Il fattore di sicurezza minore definisce la cosiddetta superficie critica e viene assunto come rappresentativo delle condizioni di stabilità del pendio.

Nell'ambito della teoria dell'equilibrio limite sono stati sviluppati numerosi metodi per il calcolo del fattore di sicurezza. Fra questi vi sono i cosiddetti metodi delle strisce, che prevedono di suddividere il volume di terreno considerato in blocchi di spessore finito, ma piccolo, di cui è possibile scrivere le equazioni di equilibrio. E' possibile considerare, con questi metodi, pendii di forma complessa costituiti da terreni aventi caratteristiche fisiche e meccaniche diverse. Per mantenere le strisce in condizione di equilibrio bisogna applicare sui lati e sulla base le risultanti degli sforzi efficaci e delle pressioni interstiziali, che si trasmettono mutuamente tra i blocchi. Per il volume suddiviso in n strisce si ha che il problema è $n-2$ volte iperstatico e le incognite sono le forze di interazione tra le strisce, i bracci e le forze normali alla base. Complessivamente si hanno $4n-2$ incognite. Avendo a disposizione $3n$ equazioni di equilibrio, ossia 3 per ciascuna striscia, il problema risulta affetto da un alto grado di indeterminatezza. I metodi di calcolo vengono suddivisi in due grandi gruppi: i metodi "semplificati" ed i metodi "rigorosi". Nei primi si adottano semplificazioni che trascurano alcune forze che agiscono sulle strisce o fissano la loro direzione ed il loro punto di applicazione. Nei secondi si ricercano le $n-2$ equazioni mancanti, rispettando così l'equilibrio globale delle strisce.

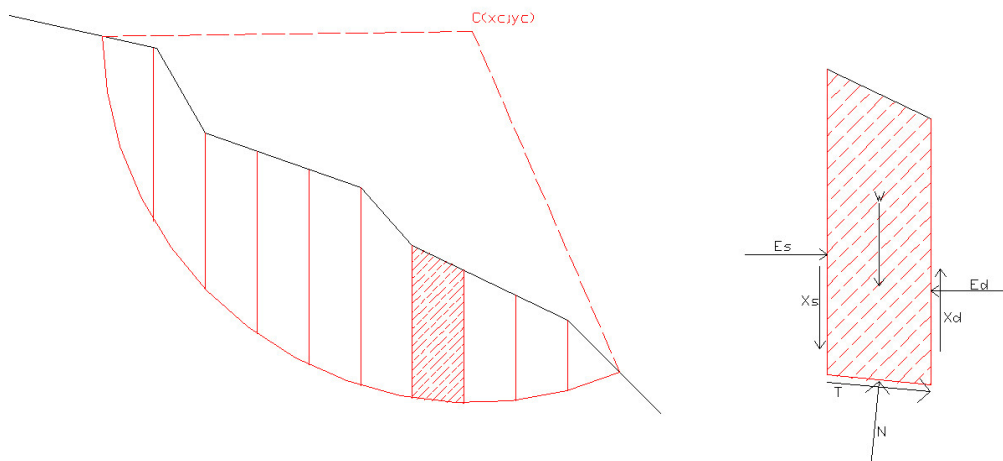


Figura 1.1: Rappresentazione della superficie di rottura circolare e suddivisione in strisce.

3 Caratteristiche terreni.

Unità geotecnica 1A

Coesione: 0.02 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 40 [°]

Peso secco: 0.0022 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.0022 [daN/cm³]

Unità geotecnica 1B

Coesione: 0.1 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 28 [°]

Peso secco: 0.002 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.002 [daN/cm³]

Unità geotecnica 2

Coesione: 0.2 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 33.9 [°]

Peso secco: 0.00216 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.00216 [daN/cm³]

Unità geotecnica 3

Coesione: 2.29 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 45.1 [°]

Peso secco: 0.0024 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.0024 [daN/cm³]

Unità geotecnica 4

Coesione: 5.01 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 51.4 [°]

Peso secco: 0.00262 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.00262 [daN/cm³]

Riempimento

Coesione: 0 [daN/cm²]

Angolo di resistenza al taglio: 35 [°]

Peso secco: 0.002 [daN/cm³]

Peso saturo: 0.002 [daN/cm³]

4 Stratigrafia.

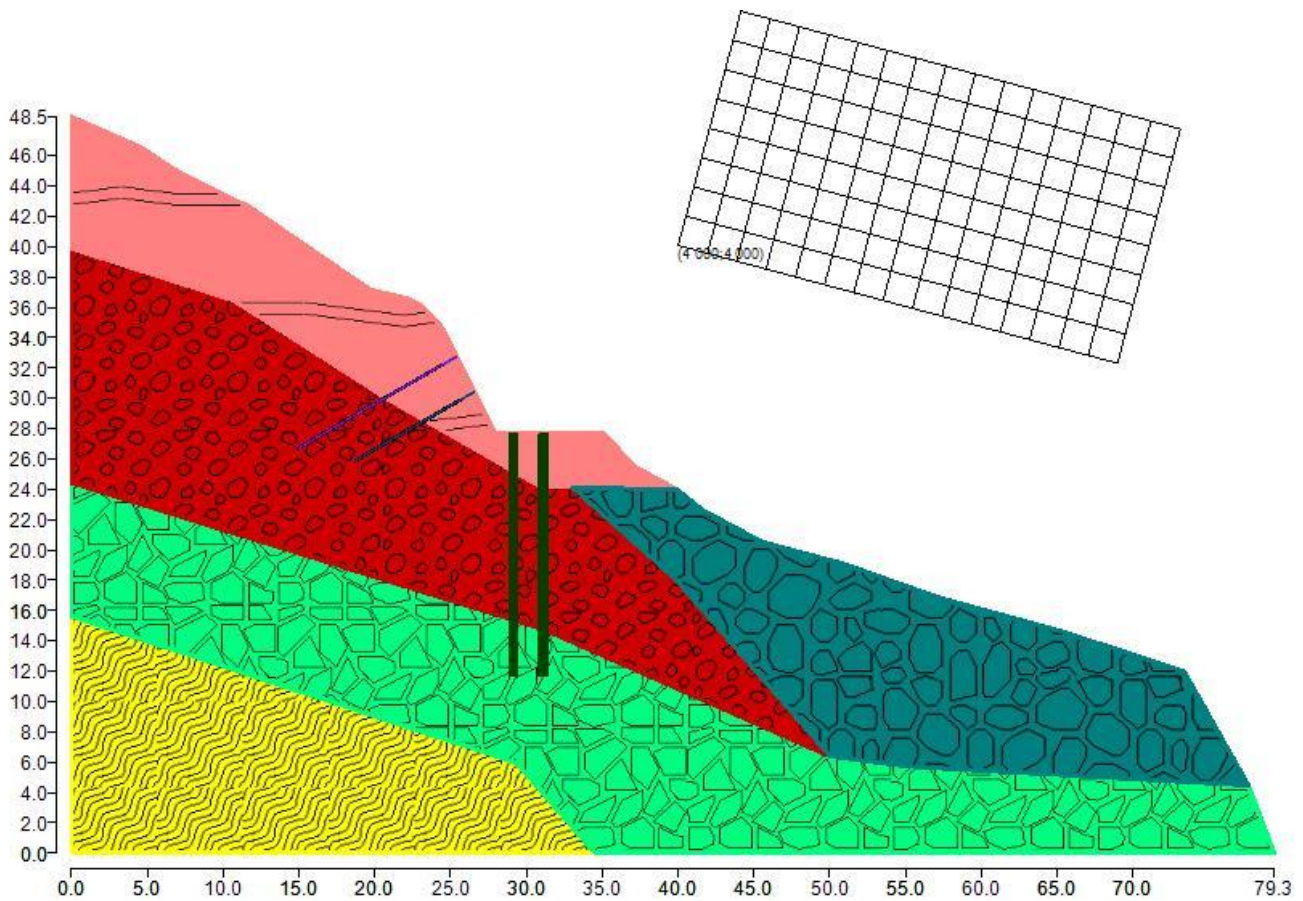


Figura 4.1: Rappresentazione del pendio.

Sono stati definiti 5 strati di cui si riportano le coordinate.

Strato 1

	x [cm]	y [cm]
1	0	1555.38
2	2936.65	587.86
3	3445.03	0
4	0	0

Tabella 4.1: Coordinate dello strato n. 1

Tipo di terreno presente nello strato 1: Unità geotecnica 4.

Strato 2

	x [cm]	y [cm]
1	0	2435.79
2	3114.12	1469.11
3	5005.13	630.7
4	5537.55	563.38

5	7760.61	440.84
6	7931.67	-7.15
7	3445.03	0
8	2936.65	587.86
9	0	1555.38

Tabella 4.2: Coordinate dello strato n. 2

Tipo di terreno presente nello strato 2: Unità geotecnica 3.

Strato 3

	x [cm]	y [cm]
1	0	3981.4
2	1066.79	3639.02
3	2074.85	2993.39
4	3081.25	2416.05
5	3303.83	2405.43
6	3989.25	1793.46
7	5005.13	630.7
8	3114.12	1469.11
9	0	2435.79

Tabella 4.3: Coordinate dello strato n. 3

Tipo di terreno presente nello strato 3: Unità geotecnica 2.

Strato 4

	x [cm]	y [cm]
1	0	4847.73
2	450.13	4650.8
3	705.1	4484.76
4	1176.37	4251.83
5	1559.1	3989.33
6	1782.9	3835.84
7	1970.67	3707.05
8	2215.37	3649.81
9	2306.03	3603.82
10	2444.91	3457.38
11	2533.81	3274.89
12	2792.99	2758.24
13	3514.85	2757.62
14	3705.42	2546.79
15	3993.2	2389.43
16	3303.83	2405.43
17	3081.25	2416.05
18	2074.85	2993.39

19	1066.79	3639.02
20	0	3981.4

Tabella 4.4: Coordinate dello strato n. 4

Tipo di terreno presente nello strato 4: Unità geotecnica 1A.

Strato 5

	x [cm]	y [cm]
1	3303.83	2405.43
2	3993.2	2389.43
3	4161.16	2255.87
4	4551.32	2045.49
5	5097.06	1898.87
6	5716.11	1678.95
7	6546.95	1450.88
8	7337.05	1190.22
9	7760.61	440.84
10	5537.55	563.38
11	5005.13	630.7
12	3989.25	1793.46

Tabella 4.5: Coordinate dello strato n. 5

Tipo di terreno presente nello strato 5: Unità geotecnica 1B.

5 Interventi.

5.1 Tiranti inseriti.

Sono stati inseriti 2 tiranti, le cui caratteristiche sono riportate di seguito.

Tirante 1

Lunghezza libera: 100 [cm]

Lunghezza sigillata: 1100 [cm]

Inclinazione: 30[°]

Interasse: 200 [cm]

Area resistente: 7.5 [cm²]

Diametro di perforazione: 15 [cm]

Tiro applicato: 1217 [daN]

Tensione d'esercizio: 10000 [daN/cm²]

Tipo di iniezione: Iniezione Globale Unica

La verifica tensionale è soddisfatta in quanto il rapporto tra il tiro applicato al tirante e l'area resistente del tirante è minore della tensione d'esercizio del tirante. La resistenza strutturale è pari a 75000 [daN].

La verifica allo sfilamento nel bulbo è soddisfatta in quanto il tiro applicato al tirante è minore della resistenza totale del bulbo, pari a 33763.99 [daN].

Il numero di colpi in corrispondenza del bulbo è pari a: 30
Posizione tirante: x = 2537.79 [cm], y = 3266.95 [cm]

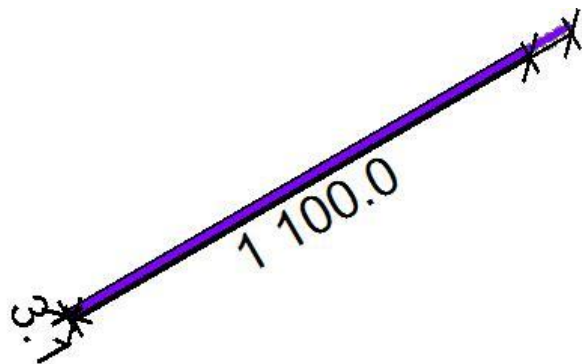


Figura 5.1 Rappresentazione del tirante (Tirante 1)

Tirante 2

Lunghezza libera: 100 [cm]
Lunghezza sigillata: 800 [cm]
Inclinazione: 30[°]
Interasse: 200 [cm]
Area resistente: 7.5 [cm²]
Diametro di perforazione: 15 [cm]
Tiro applicato: 1217 [daN]
Tensione d'esercizio: 10000 [daN/cm²]
Tipo di iniezione: Iniezione Globale Unica

La verifica tensionale è soddisfatta in quanto il rapporto tra il tiro applicato al tirante e l'area resistente del tirante è minore della tensione d'esercizio del tirante. La resistenza strutturale è pari a 75000 [daN].

La verifica allo sfilamento nel bulbo è soddisfatta in quanto il tiro applicato al tirante è minore della resistenza totale del bulbo, pari a 24555.63 [daN].

Il numero di colpi in corrispondenza del bulbo è pari a: 30
Posizione tirante: x = 2654.66 [cm], y = 3033.99 [cm]

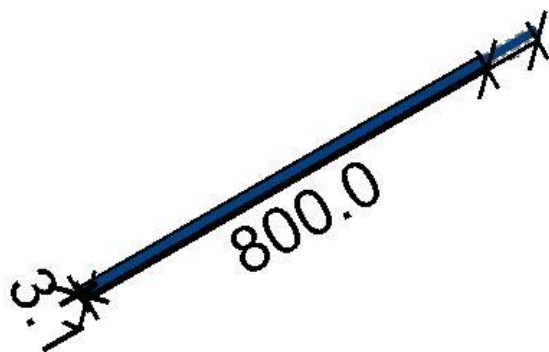


Figura 5.2 Rappresentazione del tirante (Tirante 2)

5.2 Palificate inserite.

Le palificate forniscono un contributo alla resistenza secondo il loro diametro e la spaziatura tra i pali, oltre che alle caratteristiche meccaniche del terreno di infissione, calcolato con l'approccio di Ito e Matsui (1975) e Ito et Al. (1979, 1982). Questa relazione fornisce una stima del carico orizzontale agente sui pali di una fila installata per stabilizzare un pendio in frana. La resistenza considerata nel calcolo, secondo la quota a cui ciascuna potenziale superficie di scorrimento interseca i pali, è la minore tra quella disponibile tra la testa del palo e la superficie di scorrimento, e tra la superficie di scorrimento e la base del palo, divise per un coefficiente di sicurezza.

Sono state inserite 2 palificate, le cui caratteristiche sono riportate di seguito.

Palificata 1

- Lunghezza: 1600 [cm]
 - Diametro: 60 [cm]
 - Interasse tra i pali: 150 [cm]
 - Peso di volume del terreno: 0.002 [daN/cm³]
 - Coesione: 0.1 [daN/cm²]
 - Angolo di attrito: 30[°]
- Posizione della palificata: x = 2914.12 [cm], y = 2758.14 [cm]

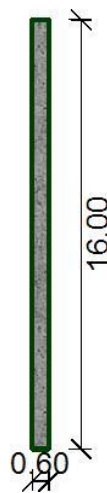


Figura 5.3 Rappresentazione della palificata (Palificata 1)

Contributo alla stabilità del pendio secondo la quota di intersezione con la potenziale superficie di scivolamento

Quota sezione, da testa palo [cm]	Taglio agente sulla sezione del singolo palo [daN]	Momento agente sulla sezione del singolo palo [daN*cm]
0	0	0
80	153253.37	6102673
160	310625.99	24630386
240	472117.85	55912678
320	637728.95	100279088
400	807459.29	158059156
480	981308.87	229582421
560	1159277.69	315178421
640	1341365.76	415176698
720	1527573.06	529906789

800	1717899.61	659698235
880	1912345.4	804880574
960	1736812.95	569840489
1040	1534128.68	438975362
1120	1327325.16	324489747
1200	1116402.41	226713183
1280	901360.41	145975208
1360	682199.17	82605364
1440	458918.69	36933188
1520	231518.96	9288220
1600	0	0

Il massimo contributo geotecnico alla stabilità del pendio dipende dalle caratteristiche e dall'interasse dei pali utilizzati, dal terreno e dalla profondità di intersezione tra superficie e palo. Il valore dell'azione resistente è valutata secondo il metodo di Ito e Matsui (1975 - 1981). Viene sempre considerato il valore minore tra la forza che il palo oppone allo scivolamento del terreno e quella che tiene il palo ancorato al suolo stabile.

Nella tabella sono riportati, secondo la quota da testa palo, il taglio ed il momento agenti nella corrispondente sezione. Il valore del taglio è pari alla resistenza geotecnica del palo, il momento è dato dal taglio per il corrispondente braccio di leva.

Palificata 1

- Lunghezza: 1600 [cm]
 - Diametro: 60 [cm]
 - Interasse tra i pali: 150 [cm]
 - Peso di volume del terreno: 0.002 [daN/cm³]
 - Coesione: 0.1 [daN/cm²]
 - Angolo di attrito: 30[°]
- Posizione della palificata: x = 2914.12 [cm], y = 2758.14 [cm]

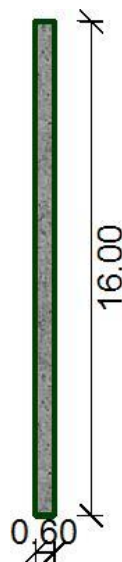


Figura 5.4 Rappresentazione della palificata (Palificata 1)

Contributo alla stabilità del pendio secondo la quota di intersezione con la potenziale superficie di scivolamento

Quota sezione, da testa palo [cm]	Taglio agente sulla sezione del singolo palo [daN]	Momento agente sulla sezione del singolo palo [daN*cm]
0	0	0
80	153253.37	6102673
160	310625.99	24630386
240	472117.85	55912678
320	637728.95	100279088
400	807459.29	158059156
480	981308.87	229582421
560	1159277.69	315178421
640	1341365.76	415176698
720	1527573.06	529906789
800	1717899.61	659698235
880	1912345.4	804880574
960	1736812.95	569840489
1040	1534128.68	438975362
1120	1327325.16	324489747
1200	1116402.41	226713183
1280	901360.41	145975208
1360	682199.17	82605364
1440	458918.69	36933188
1520	231518.96	9288220
1600	0	0

Il massimo contributo geotecnico alla stabilità del pendio dipende dalle caratteristiche e dall'interasse dei pali utilizzati, dal terreno e dalla profondità di intersezione tra superficie e palo. Il valore dell'azione resistente è valutata secondo il metodo di Ito e Matsui (1975 - 1981). Viene sempre considerato il valore minore tra la forza che il palo oppone allo scivolamento del terreno e quella che tiene il palo ancorato al suolo stabile.

Nella tabella sono riportati, secondo la quota da testa palo, il taglio ed il momento agenti nella corrispondente sezione. Il valore del taglio è pari alla resistenza geotecnica del palo, il momento è dato dal taglio per il corrispondente braccio di leva.

6 Normativa di riferimento.

La normativa utilizzata per quanto riguarda il calcolo statico è:

NTC 2018: Le presenti Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità.

L'approccio progettuale che è stato scelto è l'Approccio 1, la combinazione è la numero 2.

I fattori parziali sono:

- per la coesione: $\gamma_c = 1$
- per la coesione non drenata: $\gamma_{cu} = 1$
- per l'angolo di attrito: $\gamma_\phi = 1$

- per il peso di volume: $\gamma_v = 1$
- per i carichi permanenti: $\gamma_g = 1$
- per i carichi variabili: $\gamma_q = 1$
- per la resistenza globale a taglio: $\gamma_R = 1.2$
- per gli ancoraggi: $\gamma_a = 1.2, \xi_a = 2$
- per i pali (trasversale): $\gamma_p = 1, \xi_p = 1$
- per le terre rinforzate (sfilamento): $\gamma_{T,po} = 1$
- per le terre rinforzate (scorrimento diretto): $\gamma_{T,ds} = 1$
- per le terre rinforzate (resistenza a trazione): $\gamma_{T,rt} = 1$
- per le opere di sostegno (scorrimento piano di posa): $\gamma_{R,h} = 1$
- per le opere di sostegno (capacità portante piano di posa): $\gamma_{R,v} = 1$
- per le opere di sostegno (ribaltamento): $\gamma_{R,o} = 1$

7 Calcolo sismico.

L'analisi della stabilità del pendio è eseguita in accordo con quanto previsto dalle Nuove Norme Tecniche, ossia si applica un'azione pseudostatica equivalente proporzionale al peso W del volume di terreno parzialmente instabile. Il calcolo è svolto secondo quanto previsto dal paragrafo 7.11.3.5.2 Metodi di analisi.

Il fattore di amplificazione spettrale massima è pari a 2.476 e l'accelerazione massima orizzontale attesa dal sito è pari a $1.2909 [m/s^2]$.

La categoria di sottosuolo è la categoria C, la categoria topografica è la categoria T2.

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_s è ricavato dalla Tabella 7.11.I, e vale 0.24.

Il coefficiente sismico orizzontale ricavato è pari a: 0.057.

8 Generazione superfici di rottura.

Le superfici di rottura generate sono generiche e hanno forma circolare.

La maglia di centri ha origine nel punto C(4000 [cm], 4000 [cm]), in direzione orizzontale ha passo pari a 200 [cm], in direzione verticale ha passo pari a 200 [cm].

Il raggio iniziale è pari a 2500 cm, si hanno 502500 [cm], si hanno 50 incrementi di 50 [cm].

Il numero di centri è 144 ed il numero di superfici circolari generate è 3442.

Il numero di strisce è stato stabilito a 50.

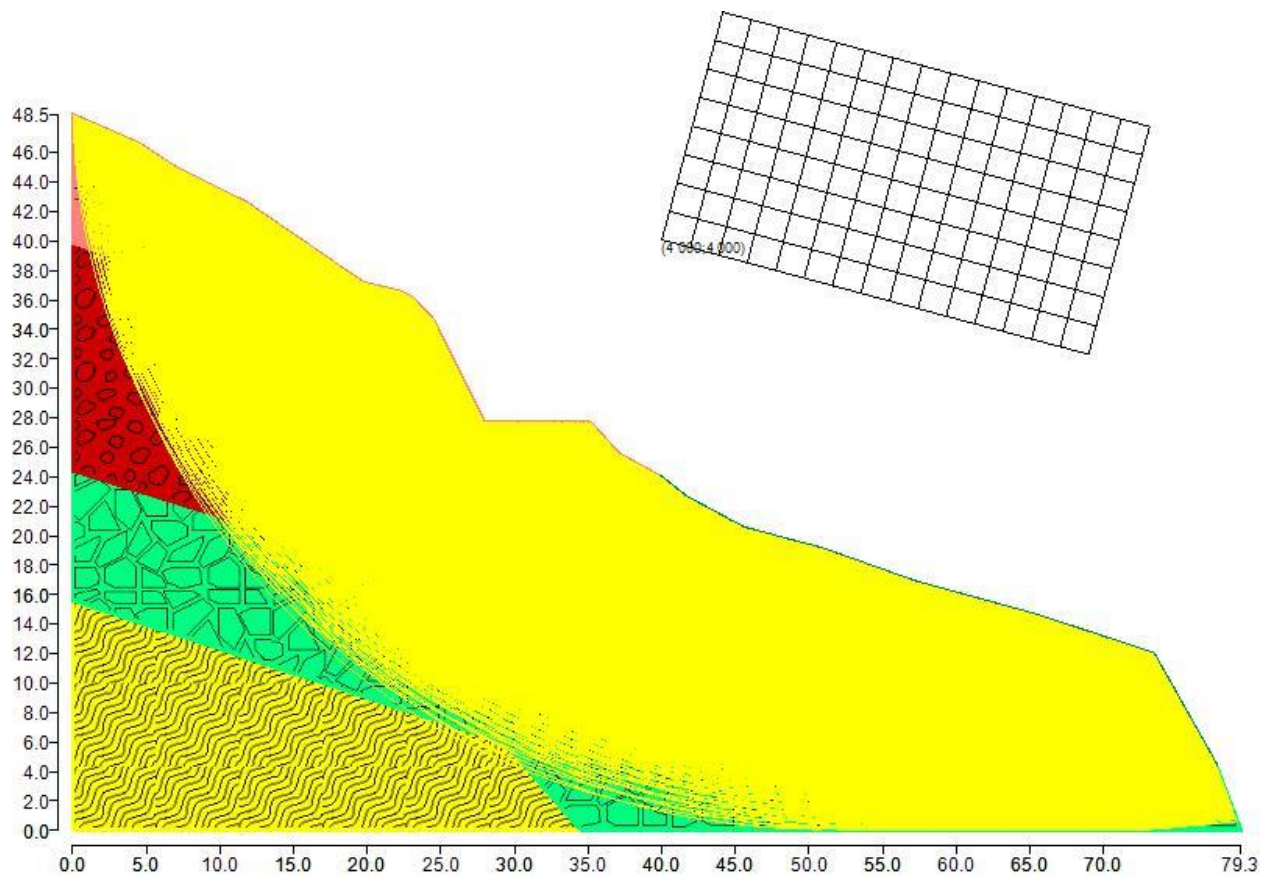


Figura 8.1 Superfici di rottura e maglia centri

La tolleranza è stata fissata a 0.001.

In fase di calcolo sono stati attivati:

- falda
- interventi
- sisma

9 Metodi utilizzati nel calcolo.

Metodo di FELLENIUS (1927)

Metodo valido per superfici di scorrimento di forma qualsiasi. Per ciascuna striscia si fa l'equilibrio alla traslazione in direzione normale alla base, l'ipotesi semplificativa consiste nel trascurare le forze di interstriscia ($E = X = 0$). Il calcolo tiene conto della falda, dei carichi, degli interventi e del sisma.

Il fattore di sicurezza critico è **1.079 (<1.200)**, si ha in corrispondenza del centro numero 9 e della superficie numero 1. Le coordinate del centro sono: C (4414.11 [cm], 5545.48 [cm]). Il raggio della superficie critica è pari a 3200 [cm].

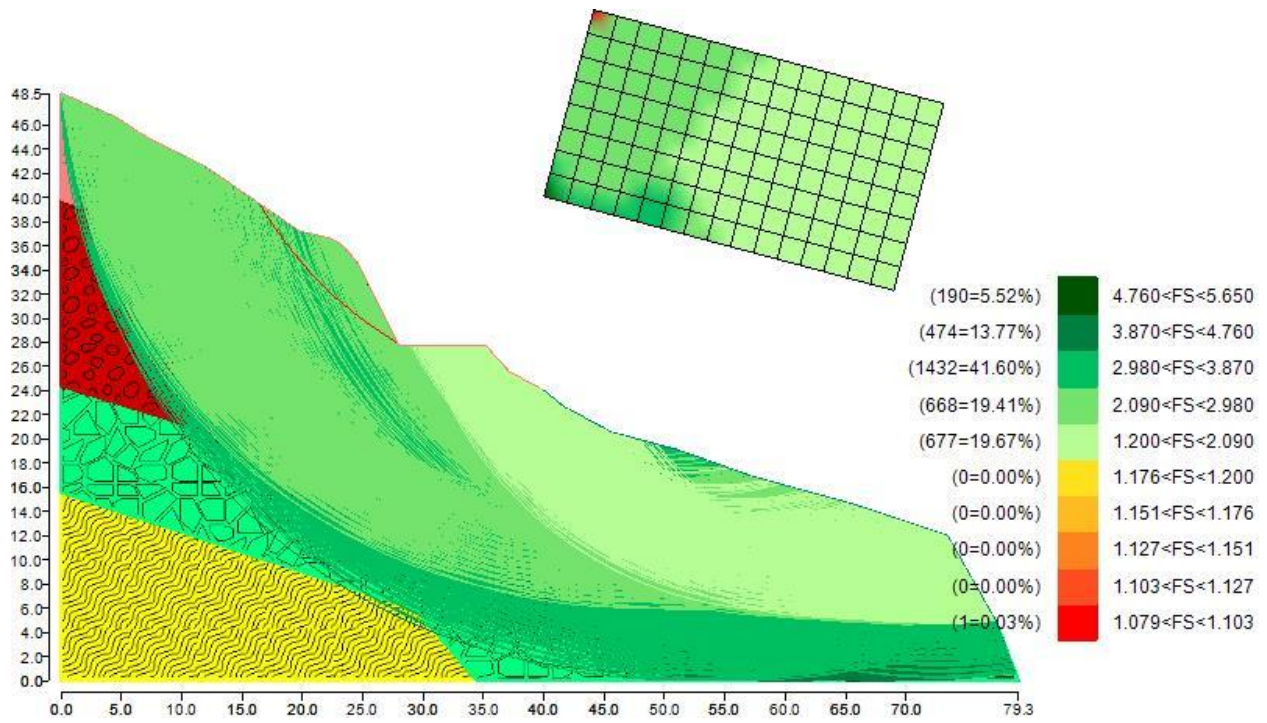


Figura 9.1 Mappa colorata delle superfici di rottura e della maglia centri

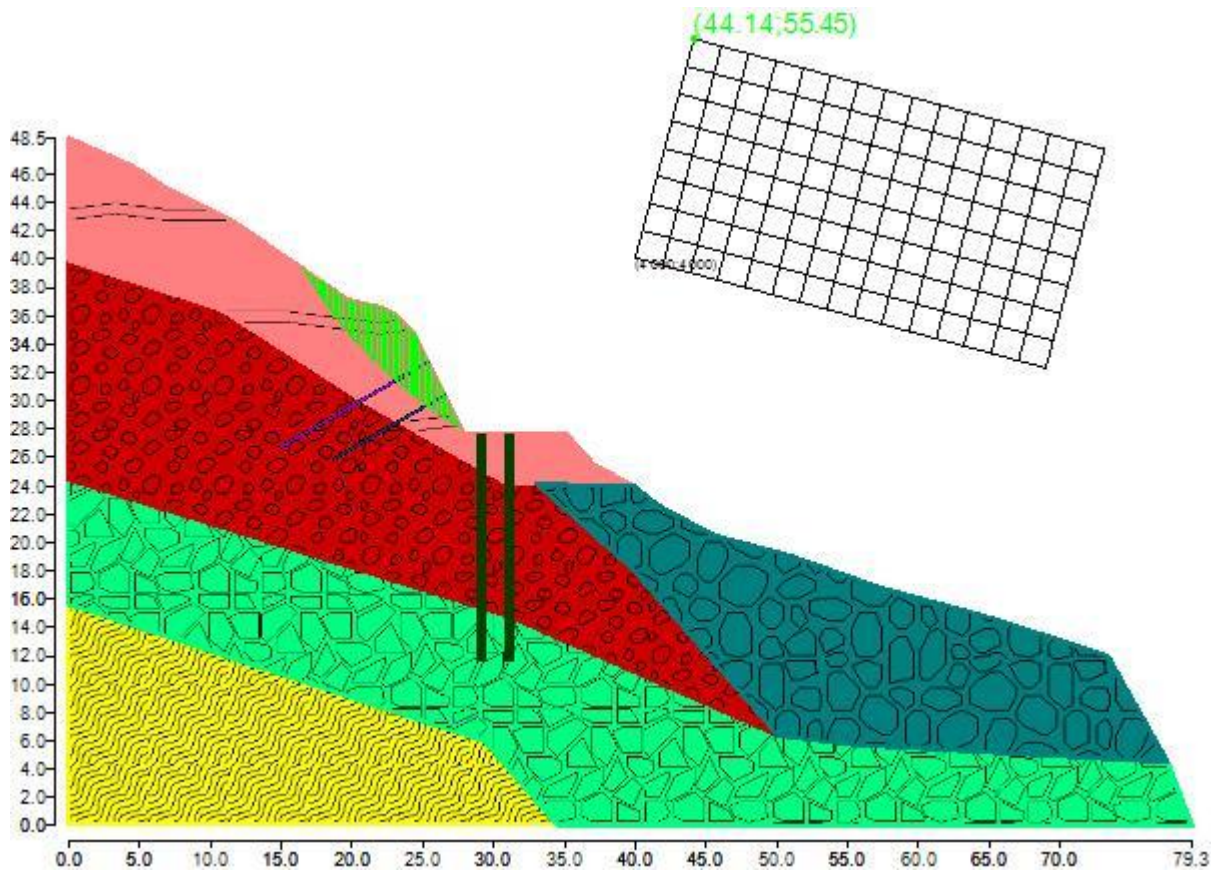


Figura 9.2 Suddivisione in strisce della superficie di rottura critica

	Larg [cm]	Incl [°]	Peso [daN]	N [daN]	T [daN]	Coes [daN/cm ²]	Phi [°]	Es [daN]	Ed [daN]	Xs [daN]	Xd [daN]
1	22.34	59	54.21	24.37	107.54	0.020.02	40	0	0	0	0
2	22.34	58	159.88	73.72	147.04	0.020.02	40	0	0	0	0
3	22.34	58	260.23	122.92	186.55	0.020.02	40	0	0	0	0
4	22.34	57	355.6	171.85	225.95	0.020.02	40	0	0	0	0
5	22.34	56	446.26	220.42	265.16	0.020.02	40	0	0	0	0
6	15.21	56	353.61	177.75	202.93	0.020.02	40	0	0	0	0
7	7.13	55	179.1	90.95	101.29	0.020.02	40	0	0	0	0
8	22.34	55	614.49	316.11	342.63	0.020.02	40	0	0	0	0
9	22.34	54	692.52	363.09	380.76	0.020.02	40	0	0	0	0
10	22.34	53	766.76	409.4	418.41	0.020.02	40	0	0	0	0
11	22.34	53	837.39	454.99	455.52	0.020.02	40	0	0	0	0
12	22.34	52	904.56	499.81	492.04	0.020.02	40	0	0	0	0
13	22.34	51	968.44	543.82	527.94	0.020.02	40	0	0	0	0
14	22.34	51	1029.17	586.97	563.17	0.020.02	40	0	0	0	0
15	22.34	50	1086.86	629.23	597.7	0.020.02	40	0	0	0	0
16	1.95	50	97.77	57.06	53.93	0.020.02	40	0	0	0	0
17	20.38	49	1064.57	625.7	587.79	0.020.02	40	0	0	0	0
18	22.34	49	1263.68	752.7	699.56	0.020.02	40	0	0	0	0
19	22.34	48	1362.56	822.62	757.43	0.020.02	40	0	0	0	0
20	22.34	48	1458.83	892.32	815.13	0.020.02	40	0	0	0	0
21	22.34	47	1552.59	961.74	872.65	0.020.02	40	0	0	0	0
22	22.34	47	1643.92	1030.85	929.93	0.020.02	40	0	0	0	0
23	22.34	46	1732.9	1099.61	986.94	0.020.02	40	0	0	0	0
24	22.34	45	1819.59	1167.97	1043.65	0.020.02	40	0	0	0	0
25	22.34	45	1904.07	1235.91	1100.03	0.020.02	40	0	0	0	0
26	22.34	44	1986.4	1303.4	1156.05	0.020.02	40	0	0	0	0
27	22.34	44	2066.65	1370.4	1211.69	0.020.02	40	0	0	0	0
28	0.96	43	90.33	60.22	53.17	0.020.02	40	0	0	0	0
29	21.38	43	2040.82	1367.48	1206.05	0.020.02	40	0	0	0	0
30	22.34	43	2177.39	1473.25	1296.9	0.020.02	40	0	0	0	0
31	22.34	42	2221.71	1517.85	1333.8	0.020.02	40	0	0	0	0
32	22.34	42	2264.16	1561.47	1369.9	0.020.02	40	0	0	0	0
33	2.27	41	232.7	161.3	141.39	0.020.02	40	0	0	0	0
34	20.06	41	2047.9	1425.98	1249.68	0.020.02	40	0	0	0	0
35	22.34	40	2259.65	1586.79	1390.2	0.020.02	40	0	0	0	0
36	22.34	40	2236.69	1584.38	1387.72	0.020.02	40	0	0	0	0
37	22.34	39	2212.03	1580.24	1383.81	0.020.02	40	0	0	0	0
38	22.34	39	2185.71	1574.38	1378.47	0.020.02	40	0	0	0	0
39	22.34	38	2157.77	1566.81	1371.71	0.020.02	40	0	0	0	0
40	7.14	38	683.25	498.72	436.6	0.020.02	40	0	0	0	0

41	15.2	38	1419.69	1040.29	911.38	0.020.02	40	0	0	0	0
42	22.34	37	1967.78	1451.19	1273.91	0.020.02	40	0	0	0	0
43	22.34	37	1825.58	1356.42	1194.02	0.020.02	40	0	0	0	0
44	22.34	36	1681.89	1258.8	1111.75	0.020.02	40	0	0	0	0
45	6.69	36	475.7	357.7	316.7	0.020.02	40	0	0	0	0
46	15.64	36	1062.69	801.9	711.46	0.020.02	40	0	0	0	0
47	22.34	35	1397.94	1061.11	945.18	0.020.02	40	0	0	0	0
48	22.34	35	1256.43	960.2	860.18	0.020.02	40	0	0	0	0
49	22.34	34	1113.54	856.66	772.98	0.020.02	40	0	0	0	0
50	22.34	34	969.28	750.53	683.61	0.020.02	40	0	0	0	0
51	22.34	33	823.68	641.84	592.11	0.020.02	40	0	0	0	0
52	22.34	33	676.76	530.63	498.5	0.020.02	40	0	0	0	0
53	22.34	33	528.54	416.93	402.81	0.020.02	40	0	0	0	0
54	22.34	32	379.05	300.78	305.08	0.020.02	40	0	0	0	0
55	22.34	32	228.29	182.2	205.31	0.020.02	40	0	0	0	0
56	22.34	31	76.3	61.24	103.56	0.020.02	40	0	0	0	0

Tabella 9.1: Caratteristiche geometriche e tensionali delle strisce.

N. centro	N. Superficie	x centro [cm]	y centro [cm]	Raggio [cm]	Fs
2	1	40.52 [cm]	41.93 [cm]	25 [cm]	3.833
2	2	40.52 [cm]	41.93 [cm]	25.5 [cm]	3.738
2	3	40.52 [cm]	41.93 [cm]	26 [cm]	3.611
2	4	40.52 [cm]	41.93 [cm]	26.5 [cm]	3.428
2	5	40.52 [cm]	41.93 [cm]	27 [cm]	3.249
2	6	40.52 [cm]	41.93 [cm]	27.5 [cm]	3.082
3	1	41.04 [cm]	43.86 [cm]	25 [cm]	3.699
3	2	41.04 [cm]	43.86 [cm]	25.5 [cm]	3.704
3	3	41.04 [cm]	43.86 [cm]	26 [cm]	3.700
3	4	41.04 [cm]	43.86 [cm]	26.5 [cm]	3.703
3	5	41.04 [cm]	43.86 [cm]	27 [cm]	3.705
3	6	41.04 [cm]	43.86 [cm]	27.5 [cm]	3.613
3	7	41.04 [cm]	43.86 [cm]	28 [cm]	3.484
3	8	41.04 [cm]	43.86 [cm]	28.5 [cm]	3.308
3	9	41.04 [cm]	43.86 [cm]	29 [cm]	3.138
3	10	41.04 [cm]	43.86 [cm]	29.5 [cm]	2.974
3	11	41.04 [cm]	43.86 [cm]	30 [cm]	2.820
3	12	41.04 [cm]	43.86 [cm]	30.5 [cm]	2.672
3	13	41.04 [cm]	43.86 [cm]	31 [cm]	2.734
3	14	41.04 [cm]	43.86 [cm]	31.5 [cm]	2.869
4	1	41.55 [cm]	45.8 [cm]	25 [cm]	3.569
4	2	41.55 [cm]	45.8 [cm]	25.5 [cm]	3.569
4	3	41.55 [cm]	45.8 [cm]	26 [cm]	3.576
4	4	41.55 [cm]	45.8 [cm]	26.5 [cm]	3.584

4	5	41.55 [cm]	45.8 [cm]	27 [cm]	3.585
4	6	41.55 [cm]	45.8 [cm]	27.5 [cm]	3.578
4	7	41.55 [cm]	45.8 [cm]	28 [cm]	3.587
4	8	41.55 [cm]	45.8 [cm]	28.5 [cm]	3.589
4	9	41.55 [cm]	45.8 [cm]	29 [cm]	3.590
4	10	41.55 [cm]	45.8 [cm]	29.5 [cm]	3.498
4	11	41.55 [cm]	45.8 [cm]	30 [cm]	3.368
4	12	41.55 [cm]	45.8 [cm]	30.5 [cm]	3.198
4	13	41.55 [cm]	45.8 [cm]	31 [cm]	3.046
4	14	41.55 [cm]	45.8 [cm]	31.5 [cm]	2.893
4	15	41.55 [cm]	45.8 [cm]	32 [cm]	2.743
4	16	41.55 [cm]	45.8 [cm]	32.5 [cm]	2.599
4	17	41.55 [cm]	45.8 [cm]	33 [cm]	2.660
4	18	41.55 [cm]	45.8 [cm]	33.5 [cm]	2.791
4	19	41.55 [cm]	45.8 [cm]	34 [cm]	2.849
4	20	41.55 [cm]	45.8 [cm]	34.5 [cm]	2.873
4	21	41.55 [cm]	45.8 [cm]	35 [cm]	2.870
4	22	41.55 [cm]	45.8 [cm]	35.5 [cm]	2.865
5	1	42.07 [cm]	47.73 [cm]	25 [cm]	3.248
5	2	42.07 [cm]	47.73 [cm]	25.5 [cm]	3.315
5	3	42.07 [cm]	47.73 [cm]	26 [cm]	3.375
5	4	42.07 [cm]	47.73 [cm]	26.5 [cm]	3.450
5	5	42.07 [cm]	47.73 [cm]	27 [cm]	3.458
5	6	42.07 [cm]	47.73 [cm]	27.5 [cm]	3.466
5	7	42.07 [cm]	47.73 [cm]	28 [cm]	3.477
5	8	42.07 [cm]	47.73 [cm]	28.5 [cm]	3.476
5	9	42.07 [cm]	47.73 [cm]	29 [cm]	3.482
5	10	42.07 [cm]	47.73 [cm]	29.5 [cm]	3.487
5	11	42.07 [cm]	47.73 [cm]	30 [cm]	3.492
5	12	42.07 [cm]	47.73 [cm]	30.5 [cm]	3.494
5	13	42.07 [cm]	47.73 [cm]	31 [cm]	3.490
5	14	42.07 [cm]	47.73 [cm]	31.5 [cm]	3.400
5	15	42.07 [cm]	47.73 [cm]	32 [cm]	3.276
5	16	42.07 [cm]	47.73 [cm]	32.5 [cm]	3.112
5	17	42.07 [cm]	47.73 [cm]	33 [cm]	2.960
5	18	42.07 [cm]	47.73 [cm]	33.5 [cm]	2.811
5	19	42.07 [cm]	47.73 [cm]	34 [cm]	2.669
5	20	42.07 [cm]	47.73 [cm]	34.5 [cm]	2.528
5	21	42.07 [cm]	47.73 [cm]	35 [cm]	2.594
5	22	42.07 [cm]	47.73 [cm]	35.5 [cm]	2.714
5	23	42.07 [cm]	47.73 [cm]	36 [cm]	2.777
5	24	42.07 [cm]	47.73 [cm]	36.5 [cm]	2.798
5	25	42.07 [cm]	47.73 [cm]	37 [cm]	2.806

5	26	42.07 [cm]	47.73 [cm]	37.5 [cm]	2.796
5	27	42.07 [cm]	47.73 [cm]	38 [cm]	2.793
5	28	42.07 [cm]	47.73 [cm]	38.5 [cm]	2.834
5	29	42.07 [cm]	47.73 [cm]	39 [cm]	2.903
5	30	42.07 [cm]	47.73 [cm]	39.5 [cm]	2.962
5	31	42.07 [cm]	47.73 [cm]	40 [cm]	3.014
6	1	42.59 [cm]	49.66 [cm]	27 [cm]	3.157
6	2	42.59 [cm]	49.66 [cm]	27.5 [cm]	3.223
6	3	42.59 [cm]	49.66 [cm]	28 [cm]	3.303
6	4	42.59 [cm]	49.66 [cm]	28.5 [cm]	3.349
6	5	42.59 [cm]	49.66 [cm]	29 [cm]	3.365
6	6	42.59 [cm]	49.66 [cm]	29.5 [cm]	3.376
6	7	42.59 [cm]	49.66 [cm]	30 [cm]	3.379
6	8	42.59 [cm]	49.66 [cm]	30.5 [cm]	3.385
6	9	42.59 [cm]	49.66 [cm]	31 [cm]	3.395
6	10	42.59 [cm]	49.66 [cm]	31.5 [cm]	3.397
6	11	42.59 [cm]	49.66 [cm]	32 [cm]	3.400
6	12	42.59 [cm]	49.66 [cm]	32.5 [cm]	3.404
6	13	42.59 [cm]	49.66 [cm]	33 [cm]	3.407
6	14	42.59 [cm]	49.66 [cm]	33.5 [cm]	3.321
6	15	42.59 [cm]	49.66 [cm]	34 [cm]	3.198
6	16	42.59 [cm]	49.66 [cm]	34.5 [cm]	3.040
6	17	42.59 [cm]	49.66 [cm]	35 [cm]	2.893
6	18	42.59 [cm]	49.66 [cm]	35.5 [cm]	2.748
6	19	42.59 [cm]	49.66 [cm]	36 [cm]	2.611
6	20	42.59 [cm]	49.66 [cm]	36.5 [cm]	2.472
6	21	42.59 [cm]	49.66 [cm]	37 [cm]	2.541
6	22	42.59 [cm]	49.66 [cm]	37.5 [cm]	2.664
6	23	42.59 [cm]	49.66 [cm]	38 [cm]	2.719
6	24	42.59 [cm]	49.66 [cm]	38.5 [cm]	2.738
6	25	42.59 [cm]	49.66 [cm]	39 [cm]	2.740
6	26	42.59 [cm]	49.66 [cm]	39.5 [cm]	2.734
6	27	42.59 [cm]	49.66 [cm]	40 [cm]	2.740
6	28	42.59 [cm]	49.66 [cm]	40.5 [cm]	2.778
6	29	42.59 [cm]	49.66 [cm]	41 [cm]	2.844
6	30	42.59 [cm]	49.66 [cm]	41.5 [cm]	2.903
6	31	42.59 [cm]	49.66 [cm]	42 [cm]	2.956
6	32	42.59 [cm]	49.66 [cm]	42.5 [cm]	3.002
7	1	43.11 [cm]	51.59 [cm]	28.5 [cm]	2.977
7	2	43.11 [cm]	51.59 [cm]	29 [cm]	3.071
7	3	43.11 [cm]	51.59 [cm]	29.5 [cm]	3.140
7	4	43.11 [cm]	51.59 [cm]	30 [cm]	3.229
7	5	43.11 [cm]	51.59 [cm]	30.5 [cm]	3.261

7	6	43.11 [cm]	51.59 [cm]	31 [cm]	3.278
7	7	43.11 [cm]	51.59 [cm]	31.5 [cm]	3.295
7	8	43.11 [cm]	51.59 [cm]	32 [cm]	3.297
7	9	43.11 [cm]	51.59 [cm]	32.5 [cm]	3.308
7	10	43.11 [cm]	51.59 [cm]	33 [cm]	3.312
7	11	43.11 [cm]	51.59 [cm]	33.5 [cm]	3.313
7	12	43.11 [cm]	51.59 [cm]	34 [cm]	3.319
7	13	43.11 [cm]	51.59 [cm]	34.5 [cm]	3.323
7	14	43.11 [cm]	51.59 [cm]	35 [cm]	3.322
7	15	43.11 [cm]	51.59 [cm]	35.5 [cm]	3.241
7	16	43.11 [cm]	51.59 [cm]	36 [cm]	3.120
7	17	43.11 [cm]	51.59 [cm]	36.5 [cm]	2.968
7	18	43.11 [cm]	51.59 [cm]	37 [cm]	2.825
7	19	43.11 [cm]	51.59 [cm]	37.5 [cm]	2.686
7	20	43.11 [cm]	51.59 [cm]	38 [cm]	2.553
7	21	43.11 [cm]	51.59 [cm]	38.5 [cm]	2.422
7	22	43.11 [cm]	51.59 [cm]	39 [cm]	2.487
7	23	43.11 [cm]	51.59 [cm]	39.5 [cm]	2.608
7	24	43.11 [cm]	51.59 [cm]	40 [cm]	2.664
7	25	43.11 [cm]	51.59 [cm]	40.5 [cm]	2.687
7	26	43.11 [cm]	51.59 [cm]	41 [cm]	2.691
7	27	43.11 [cm]	51.59 [cm]	41.5 [cm]	2.684
7	28	43.11 [cm]	51.59 [cm]	42 [cm]	2.690
7	29	43.11 [cm]	51.59 [cm]	42.5 [cm]	2.727
7	30	43.11 [cm]	51.59 [cm]	43 [cm]	2.793
8	1	43.62 [cm]	53.52 [cm]	30.5 [cm]	2.898
8	2	43.62 [cm]	53.52 [cm]	31 [cm]	2.990
8	3	43.62 [cm]	53.52 [cm]	31.5 [cm]	3.062
8	4	43.62 [cm]	53.52 [cm]	32 [cm]	3.147
8	5	43.62 [cm]	53.52 [cm]	32.5 [cm]	3.178
8	6	43.62 [cm]	53.52 [cm]	33 [cm]	3.200
8	7	43.62 [cm]	53.52 [cm]	33.5 [cm]	3.206
8	8	43.62 [cm]	53.52 [cm]	34 [cm]	3.218
8	9	43.62 [cm]	53.52 [cm]	34.5 [cm]	3.224
8	10	43.62 [cm]	53.52 [cm]	35 [cm]	3.236
8	11	43.62 [cm]	53.52 [cm]	35.5 [cm]	3.241
8	12	43.62 [cm]	53.52 [cm]	36 [cm]	3.249
8	13	43.62 [cm]	53.52 [cm]	36.5 [cm]	3.256
8	14	43.62 [cm]	53.52 [cm]	37 [cm]	3.258
8	15	43.62 [cm]	53.52 [cm]	37.5 [cm]	3.181
8	16	43.62 [cm]	53.52 [cm]	38 [cm]	3.059
8	17	43.62 [cm]	53.52 [cm]	38.5 [cm]	2.912
8	18	43.62 [cm]	53.52 [cm]	39 [cm]	2.770

8	19	43.62 [cm]	53.52 [cm]	39.5 [cm]	2.629
8	20	43.62 [cm]	53.52 [cm]	40 [cm]	2.500
8	21	43.62 [cm]	53.52 [cm]	40.5 [cm]	2.373
8	22	43.62 [cm]	53.52 [cm]	41 [cm]	2.442
8	23	43.62 [cm]	53.52 [cm]	41.5 [cm]	2.562
8	24	43.62 [cm]	53.52 [cm]	42 [cm]	2.617
8	25	43.62 [cm]	53.52 [cm]	42.5 [cm]	2.641
8	26	43.62 [cm]	53.52 [cm]	43 [cm]	2.642
8	27	43.62 [cm]	53.52 [cm]	43.5 [cm]	2.640
9	1	44.14 [cm]	55.45 [cm]	32 [cm]	1.079
9	2	44.14 [cm]	55.45 [cm]	32.5 [cm]	2.826
9	3	44.14 [cm]	55.45 [cm]	33 [cm]	2.917
9	4	44.14 [cm]	55.45 [cm]	33.5 [cm]	2.979
9	5	44.14 [cm]	55.45 [cm]	34 [cm]	3.073
9	6	44.14 [cm]	55.45 [cm]	34.5 [cm]	3.105
9	7	44.14 [cm]	55.45 [cm]	35 [cm]	3.117
9	8	44.14 [cm]	55.45 [cm]	35.5 [cm]	3.136
9	9	44.14 [cm]	55.45 [cm]	36 [cm]	3.148
9	10	44.14 [cm]	55.45 [cm]	36.5 [cm]	3.159
9	11	44.14 [cm]	55.45 [cm]	37 [cm]	3.172
9	12	44.14 [cm]	55.45 [cm]	37.5 [cm]	3.177
9	13	44.14 [cm]	55.45 [cm]	38 [cm]	3.186
9	14	44.14 [cm]	55.45 [cm]	38.5 [cm]	3.190
9	15	44.14 [cm]	55.45 [cm]	39 [cm]	3.191
9	16	44.14 [cm]	55.45 [cm]	39.5 [cm]	3.118
9	17	44.14 [cm]	55.45 [cm]	40 [cm]	2.994
9	18	44.14 [cm]	55.45 [cm]	40.5 [cm]	2.853
9	19	44.14 [cm]	55.45 [cm]	41 [cm]	2.715
9	20	44.14 [cm]	55.45 [cm]	41.5 [cm]	2.586
9	21	44.14 [cm]	55.45 [cm]	42 [cm]	2.460
9	22	44.14 [cm]	55.45 [cm]	42.5 [cm]	2.335
9	23	44.14 [cm]	55.45 [cm]	43 [cm]	2.409
9	24	44.14 [cm]	55.45 [cm]	43.5 [cm]	2.521
9	25	44.14 [cm]	55.45 [cm]	44 [cm]	2.578
9	26	44.14 [cm]	55.45 [cm]	44.5 [cm]	2.602
10	1	41.93 [cm]	39.48 [cm]	25 [cm]	3.521
10	2	41.93 [cm]	39.48 [cm]	25.5 [cm]	3.337
11	1	42.45 [cm]	41.41 [cm]	25 [cm]	3.831
11	2	42.45 [cm]	41.41 [cm]	25.5 [cm]	3.805
11	3	42.45 [cm]	41.41 [cm]	26 [cm]	3.700
11	4	42.45 [cm]	41.41 [cm]	26.5 [cm]	3.574
11	5	42.45 [cm]	41.41 [cm]	27 [cm]	3.383
OMISSIS					

144	10	7311.89	4769.02	4300	1.992
144	11	7311.89	4769.02	4350	3.216
144	12	7311.89	4769.02	4400	3.425
144	13	7311.89	4769.02	4450	3.535
144	14	7311.89	4769.02	4500	3.658
144	15	7311.89	4769.02	4550	3.732
144	16	7311.89	4769.02	4600	3.799
144	17	7311.89	4769.02	4650	3.849
144	18	7311.89	4769.02	4700	3.911
144	19	7311.89	4769.02	4750	4.014

Tabella 9.4: Fattori di sicurezza calcolati per ogni superficie.

10 Confronto tra i fattori di sicurezza ottenuti.

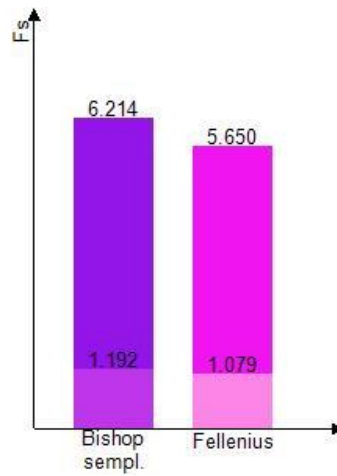


Figura 10.1: Confronto tra i fattori di sicurezza calcolati