

Azienda Servizi Val di Cecina s.p.a.

Piazza dei Priori, 1 - 56048 VOLTERRA (PI)

DISCARICA DI BURIANO

Comune di Montecatini Val di Cecina (PI)

CHIUSURA IN SICUREZZA DELLA DISCARICA FINALIZZATA ALLA GESTIONE POST CHIUSURA AI SENSI DEL D.LGS. 36/2003

**INTEGRAZIONI VOLONTARIE AL
PROGETTO DEFINITIVO DEL GENNAIO 2016**

Oggetto:

RELAZIONE DI CALCOLO SULLA STABILITÀ

Elaborato:

E2

Data:

29/04/2016

Aggiornamento:

Rev. 2.3 apr.2016

Azienda Servizi Val di Cecina:

Direttore Tecnico

Ing. Augusto Mugellini

Progettazione:

AMBIENTEITALIA
PROGETTI

Via Carlo Poerio, 39
20129 MILANO

Tel. +39 (02) 277441
info@ambienteitalia.it
www.ambienteitalia.it

Dott. Geol. Luca Monti

Collaborazione:

Ing. Matteo Palmieri



SOMMARIO

PREMESSA.....2
VERIFICHE DI STABILITA'2

PREMESSA

Nell'ambito del Progetto di chiusura in sicurezza della discarica finalizzata alla gestione post chiusura ai sensi del D.Lgs 36/2003, per verificare la stabilità generale e locale del profilo finale ottenuto dalle opere di chiusura dell'area di discarica, sono state effettuate delle verifiche analitiche di stabilità ai sensi del D.M. gennaio 2008.

Per le verifiche analitiche, è stato individuato il profilo di progetto ritenuto più critico e maggiormente rappresentativo del contesto di intervento, ricostruendo la stratigrafia sulla base degli elementi che si andranno a realizzare, caratterizzandoli dal punto di vista geotecnico attraverso i numerosissimi dati a disposizione raccolti nell'ambito delle indagini realizzate all'interno dell'area di discarica e in contesti analoghi.

VERIFICHE DI STABILITA'

Le analisi analitiche, effettuate sul profilo di progetto B-B, sono state effettuate con il programma di calcolo "Slope" della Geostru Software, che consente di determinare il coefficiente di sicurezza relativo ad ipotetiche superfici di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata. I metodi di calcolo prevedono la suddivisione della porzione di pendio in oggetto in un numero determinato di conci di uguale ampiezza. Ipotizzando che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali, le incognite risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e le reazioni normali alla base. La risoluzione del calcolo analitico si ottiene introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci, che risultano differenti a seconda del metodo di calcolo utilizzato (Bell, Bishop, ecc).

Le verifiche, come già accennato, sono state effettuate in corrispondenza del profilo più significativo corrispondente alla sezione B delle tavole di progetto, considerando una situazione a lungo termine, ritenendola, alla luce del modello geologico ricostruito, quella maggiormente critica. Nelle verifiche di stabilità è stata considerata anche la presenza di un battente di percolato ad una quota dal fondo della discarica pari al limite prescritto di 1,5 m, simulato con l'inserimento di un livello freaticometrico (nella sola verifica globale).

I parametri geotecnici utilizzati per le calcolazioni analitiche sono stati ricavati dall'elaborazione e confronto dei dati emersi, e contenuti nell'ambito dei diversi studi condotti all'interno dell'area di discarica. Nella tabella che segue, sono riassunti i parametri geotecnici adottati facendo riferimento alle unità litologiche individuate nella sezione litotecnica utilizzata per le verifiche analitiche :

PARAMETRI GEOTECNICI VERIFICHE DI STABILITÀ			
Descrizione	γ_k [t/mc]	c'_k [kPa]	φ'_k [°]
Unità 1: Terreno vegetale di copertura	1.8	6÷8	26÷28
Unità 2: Geocomposito drenante	0.014	50÷60	35÷38
Unità 3: Argilla compattata	1.8	6÷10	28÷30
Unità 4: Geocomposito drenante	0.014	50÷60	35÷38
Unità 5: Compost f.s. e/o argilla	1.9	4÷6	27÷29
Unità 6: R.S.U.	0.9	20÷25	28÷30
Unità 7: Substrato	2.0	30÷35	23÷25

Tabella: Parametri geotecnici caratteristici. γ_k = peso di volume; φ'_k = angolo d'attrito interno c'_k = coesione.

Dal punto di vista sismico l'analisi ha fatto riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n° 3274 ed al D.M. 14-settembre-2005, considerando i seguenti dati di input:

- ✚ coordinate geografiche (ED50): latitudine: 43.3728; longitudine 10,776815;
- ✚ categoria di suolo D; coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,0 trattandosi di un versante caratterizzato da una pendenza mediamente inferiore a 15°.
- ✚ tipo di opera: 3- Grandi Opere;
- ✚ classe d'uso: Classe III;
- ✚ Vita Nominale – 100 anni;
- ✚ Vita di riferimento – 150 anni.

Le verifiche sono state effettuate sia per la porzione di copertura (pacchetto di chiusura) sia sull'intero ammasso rifiuti e copertura (verifica globale).

Il coefficiente di sicurezza minimo individuato, ottenuto con la teoria di calcolo di Bell, è risultato pari a **$FS= 1.72$ nella verifica globale e $FS= 1.41$ nella verifica locale** della strato di copertura in progetto; la relazione di calcolo, con i relativi tabulati, è allegata a fine testo. Come si può osservare, alla luce anche dell'approccio di analisi (Approccio 1-Combinazione 2) che prevede l'inserimento di coefficienti parziali sia per i parametri geotecnici del terreno sia per le resistenze, la stabilità dell'area è ampiamente verificata (fattore minimo richiesto $FS \geq 1,0$).

In considerazione di quanto emerso dall'analisi di superficie e dalle analisi e verifiche effettuate, l'intervento in progetto risulta da un punto di vista geologico e morfologico pienamente fattibile.

Dott. Luca Monti



Gennaio 2016.

ALLEGATO A
ANALISI ANALITICA DI STABILITÀ

Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

Lat./Long.	43.371829/10.775828
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	7.0
Numero dei conci	60.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	22.3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	40.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	99.92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	66.12 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	40.0
Numero di celle lungo y	15.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	150.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90.0	0.74	2.48	0.25
S.L.D.	151.0	0.91	2.46	0.26
S.L.V.	1424.0	1.9	2.54	0.28
S.L.C.	2475.0	2.22	2.57	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.332	0.2	0.0272	0.0136
S.L.D.	1.638	0.2	0.0334	0.0167
S.L.V.	3.1574	0.24	0.0773	0.0386
S.L.C.	3.3905	0.28	0.0968	0.0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0773
 Coefficiente azione sismica verticale 0.038 6

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97

4	10.99	14.0
5	21.98	16.27
6	24.4	16.76
7	26.69	16.86
8	28.66	16.95
9	34.06	18.9
10	40.37	21.35
11	41.74	21.38
12	43.05	21.43
13	50.06	23.86
14	58.73	26.96
15	58.73	26.96
16	64.85	29.21
17	70.88	29.85
18	77.2	31.95
19	80.97	33.89
20	149.86	46.93
21	150.66	47.09
22	151.49	47.25
23	153.13	47.55
24	154.77	47.83
25	155.6	47.96
26	156.43	48.09
27	158.08	48.33
28	159.73	48.56
29	161.39	48.76
30	163.05	48.94
31	164.71	49.11
32	166.37	49.25
33	167.21	49.32
34	168.04	49.38
35	169.71	49.48
36	171.38	49.56
37	173.05	49.63
38	174.72	49.67
39	176.4	49.7

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	13.25	11.78
2	22.04	11.96
3	58.76	13.55
4	81.0	14.54
5	176.35	18.66

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	11.35	13.06
5	22.18	15.29
6	24.52	15.77
7	26.73	15.86
8	28.86	15.96
9	34.41	17.96
10	40.57	20.35
11	41.77	20.38
12	43.23	20.44
13	50.39	22.92
14	58.94	25.97

15	58.95	25.97
16	65.08	28.23
17	71.09	28.87
18	77.59	31.03
19	81.3	32.93
20	150.05	45.95
21	150.85	46.11
22	151.67	46.26
23	153.3	46.56
24	154.93	46.84
25	155.75	46.97
26	156.57	47.1
27	158.21	47.34
28	159.86	47.56
29	161.5	47.77
30	163.15	47.95
31	164.8	48.11
32	166.45	48.25
33	167.28	48.32
34	168.11	48.38
35	169.76	48.48
36	171.42	48.57
37	173.08	48.63
38	174.74	48.67
39	176.4	48.7

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	11.38	13.04
5	22.18	15.27
6	24.53	15.75
7	26.74	15.84
8	28.87	15.94
9	34.42	17.94
10	40.57	20.33
11	41.77	20.36
12	43.24	20.42
13	50.39	22.9
14	58.95	25.95
15	58.96	25.95
16	65.08	28.21
17	71.1	28.85
18	77.6	31.01
19	81.3	32.91
20	150.05	45.93
21	150.86	46.09
22	151.67	46.24
23	153.3	46.54
24	154.94	46.82
25	155.76	46.96
26	156.58	47.08
27	158.22	47.32
28	159.86	47.54
29	161.51	47.75
30	163.16	47.93
31	164.81	48.09
32	166.46	48.23
33	167.28	48.3
34	168.11	48.36

35	169.77	48.46
36	171.42	48.55
37	173.08	48.61
38	174.74	48.65
39	176.4	48.6 8

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.21	12.6
5	22.3	14.68
6	24.6	15.15
7	26.76	15.24
8	28.99	15.35
9	34.63	17.38
10	40.69	19.73
11	41.79	19.76
12	43.35	19.82
13	50.59	22.34
14	59.07	25.36
15	59.09	25.36
16	65.22	27.62
17	71.23	28.26
18	77.83	30.46
19	81.5	32.34
20	150.16	45.34
21	150.97	45.5
22	151.78	45.65
23	153.41	45.95
24	155.04	46.23
25	155.85	46.36
26	156.67	46.49
27	158.3	46.73
28	159.94	46.95
29	161.58	47.15
30	163.22	47.33
31	164.86	47.49
32	166.51	47.64
33	167.33	47.7
34	168.15	47.76
35	169.8	47.86
36	171.45	47.95
37	173.1	48.01
38	174.75	48.05
39	176.4	48.0 8

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.24	12.59
5	22.31	14.66
6	24.6	15.13
7	26.76	15.22
8	28.99	15.33
9	34.64	17.36
10	40.7	19.71
11	41.79	19.74
12	43.36	19.8

13	50.6	22.32
14	59.08	25.34
15	59.09	25.34
16	65.23	27.6
17	71.23	28.24
18	77.84	30.44
19	81.5	32.32
20	150.17	45.32
21	151.79	45.63
22	153.41	45.93
23	155.04	46.21
24	156.67	46.47
25	158.31	46.71
26	159.94	46.93
27	161.58	47.13
28	163.22	47.31
29	164.86	47.47
30	166.51	47.62
31	168.16	47.74
32	169.8	47.84
33	171.45	47.93
34	173.1	47.99
35	174.75	48.03
36	176.4	48.06

Vertici strato5

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.65	12.37
5	22.37	14.37
6	24.64	14.83
7	26.78	14.92
8	29.05	15.03
9	34.74	17.08
10	40.76	19.41
11	41.8	19.44
12	43.41	19.51
13	50.7	22.03
14	59.14	25.05
15	59.16	25.05
16	65.29	27.31
17	71.29	27.94
18	77.96	30.16
19	81.6	32.03
20	150.22	45.02
21	151.84	45.34
22	153.47	45.64
23	155.09	45.91
24	156.72	46.17
25	158.35	46.41
26	159.98	46.63
27	161.62	46.83
28	163.25	47.01
29	164.89	47.18
30	166.53	47.32
31	168.18	47.44
32	169.82	47.54
33	171.47	47.63
34	173.11	47.69
35	174.76	47.73

36	176.4	47.76
----	-------	-------

Vertici strato6

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	15.97	10.62
5	23.82	10.52
6	32.17	10.9
7	176.4	17.3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (t/m ³)	Gs (t/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	6		26	1.80		0.00	Terreno vegeale	
2	50		35	0.014		0.00	geocomposi to	
3	6		28	1.8		0.00	Argilla compattato	
4	50		35	0.014		0.00	geocomposi to	
5	4		27	1.9		0.00	Compost f.s.	
6	20		28	0.9		0.00	R.S.U.	
7	30		23	2		0.00	Substrato	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.72
Ascissa centro superficie	47.81 m
Ordinata centro superficie	88.88 m
Raggio superficie	74.62 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

(ID=2) xc = 47.808 yc = 88.877 Rc = 74.619 Fs=1.715

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.62	-15.1	0.64	1.08	0.08	0.04	4.8	21.3	0.0	7.0	3.0
2	1.86	-14.1	1.92	25.33	1.96	0.98	4.8	21.3	0.0	10.0	6.8
3	1.24	-12.9	1.27	36.72	2.84	1.42	4.8	23.0	0.0	3.9	4.0
4	1.24	-11.9	1.27	48.44	3.74	1.87	16.0	23.0	0.0	1.5	10.8
5	1.06	-11.0	1.08	47.65	3.68	1.84	16.0	23.0	0.0	2.0	9.5

6	1.41	-10.1	1.44	72.29	5.59	2.79	16.0	23.0	0.0	-2.4	11.5
7	1.24	-9.0	1.25	71.38	5.52	2.76	16.0	23.0	0.0	-0.6	10.4
8	1.24	-8.1	1.25	78.67	6.08	3.04	16.0	23.0	0.0	-0.7	10.3
9	1.24	-7.1	1.25	85.73	6.63	3.31	16.0	23.0	0.0	-0.4	10.4
10	1.18	-6.2	1.19	88.28	6.82	3.41	16.0	23.0	0.0	0.6	10.2
11	1.36	-5.2	1.37	104.66	8.09	4.04	16.0	23.0	0.0	0.5	11.7
12	1.31	-4.2	1.31	102.25	7.9	3.95	16.0	23.0	0.0	2.7	11.7
13	1.1	-3.2	1.1	89.39	6.91	3.45	16.0	23.0	0.0	4.5	10.3
14	1.24	-2.3	1.24	106.1	8.2	4.1	16.0	23.0	0.0	5.7	11.8
15	1.24	-1.4	1.24	111.23	8.6	4.29	16.0	23.0	0.0	7.4	12.2
16	1.24	-0.4	1.24	116.14	8.98	4.48	16.0	23.0	0.0	9.3	12.6
17	1.24	0.5	1.24	120.82	9.34	4.66	16.0	23.0	0.0	11.3	13.1
18	0.96	1.4	0.96	97.04	7.5	3.75	16.0	23.0	0.0	9.8	10.4
19	1.51	2.3	1.51	157.93	12.21	6.1	16.0	23.0	0.0	20.8	17.5
20	1.24	3.4	1.24	133.82	10.34	5.17	16.0	23.0	0.0	18.5	14.7
21	1.24	4.3	1.24	137.74	10.65	5.32	16.0	23.0	0.0	21.3	15.3
22	1.24	5.3	1.24	141.43	10.93	5.46	16.0	23.0	0.0	24.1	15.9
23	1.24	6.2	1.25	144.9	11.2	5.59	16.0	23.0	0.0	27.1	16.6
24	1.24	7.2	1.25	148.13	11.45	5.72	16.0	23.0	0.0	30.2	17.3
25	0.97	8.0	0.98	117.95	9.12	4.55	16.0	23.0	0.0	21.7	13.1
26	0.06	8.4	0.06	7.1	0.55	0.27	16.0	23.0	0.0	0.4	0.6
27	2.69	9.5	2.73	336.37	26.0	12.98	16.0	23.0	0.0	159.4	58.7
28	1.24	11.0	1.26	159.08	12.3	6.14	16.0	23.0	0.0	43.7	20.4
29	1.24	12.0	1.27	161.39	12.48	6.23	16.0	23.0	0.0	47.3	21.2
30	0.9	12.8	0.92	118.74	9.18	4.58	16.0	23.0	0.0	28.2	14.0
31	1.58	13.8	1.62	205.5	15.88	7.93	16.0	23.0	0.0	83.7	32.2
32	1.24	14.9	1.28	159.18	12.3	6.14	16.0	23.0	0.0	56.2	23.2
33	1.24	15.9	1.29	156.88	12.13	6.06	16.0	23.0	0.0	58.6	23.7
34	1.24	16.9	1.29	154.32	11.93	5.96	16.0	23.0	0.0	60.9	24.2
35	0.74	17.7	0.78	91.17	7.05	3.52	16.0	23.0	0.0	24.0	11.7
36	1.73	18.7	1.83	213.19	16.48	8.23	16.0	23.0	0.0	126.0	43.1
37	1.24	19.9	1.32	151.93	11.74	5.86	16.0	23.0	0.0	69.8	26.2
38	1.24	20.9	1.33	151.4	11.7	5.84	16.0	23.0	0.0	72.9	26.9
39	1.24	22.0	1.33	150.58	11.64	5.81	16.0	23.0	0.0	75.9	27.6
40	0.87	22.8	0.95	105.72	8.17	4.08	16.0	23.0	0.0	40.2	16.5
41	1.6	23.9	1.75	195.8	15.14	7.56	16.0	23.0	0.0	136.7	44.4
42	1.24	25.1	1.37	152.25	11.77	5.88	16.0	23.0	0.0	87.5	30.2
43	0.92	26.0	1.03	114.05	8.82	4.4	16.0	23.0	0.0	51.6	19.5
44	1.55	27.1	1.74	185.35	14.33	7.15	16.0	23.0	0.0	143.2	45.4
45	1.24	28.3	1.41	142.82	11.04	5.51	16.0	23.0	0.0	93.3	31.5
46	1.24	29.3	1.42	137.95	10.66	5.32	16.0	23.0	0.0	93.9	31.7
47	1.24	30.4	1.44	132.73	10.26	5.12	16.0	23.0	0.0	94.2	31.7
48	1.24	31.6	1.45	127.17	9.83	4.91	16.0	23.0	0.0	94.1	31.7
49	1.24	32.7	1.47	121.24	9.37	4.68	16.0	23.0	0.0	93.5	31.6
50	1.24	33.8	1.49	114.93	8.88	4.44	16.0	23.0	0.0	92.3	31.3
51	1.24	35.0	1.51	108.24	8.37	4.18	16.0	23.0	0.0	90.6	30.9
52	1.24	36.1	1.53	101.14	7.82	3.9	16.0	23.0	0.0	88.2	30.4
53	1.24	37.3	1.56	93.61	7.24	3.61	16.0	23.0	0.0	85.1	29.7
54	1.24	38.5	1.58	85.63	6.62	3.31	16.0	23.0	0.0	81.1	28.8
55	1.24	39.7	1.61	77.19	5.97	2.98	16.0	23.0	0.0	76.2	27.7
56	1.24	41.0	1.64	68.25	5.28	2.63	16.0	23.0	0.0	70.3	26.3
57	1.24	42.3	1.67	58.79	4.54	2.27	16.0	23.0	0.0	63.2	24.7
58	1.24	43.6	1.71	48.77	3.77	1.88	16.0	23.0	0.0	54.7	22.8
59	1.24	44.9	1.75	33.77	2.61	1.3	4.8	23.0	0.0	39.6	12.1
60	1.24	46.3	1.79	11.74	0.91	0.45	4.8	21.3	0.0	14.4	6.1

Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

Lat./Long.	43.371829/10.775828
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	7.0
Numero dei conci	60.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	64.24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	40.21 m
Ascissa vertice destro superiore xs	98.78 m
Ordinata vertice destro superiore ys	68.25 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	15.0
Numero di celle lungo y	15.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	150.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90.0	0.74	2.48	0.25
S.L.D.	151.0	0.91	2.46	0.26
S.L.V.	1424.0	1.9	2.54	0.28
S.L.C.	2475.0	2.22	2.57	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.332	0.2	0.0272	0.0136
S.L.D.	1.638	0.2	0.0334	0.0167
S.L.V.	3.1574	0.24	0.0773	0.0386
S.L.C.	3.3905	0.28	0.0968	0.0484

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0773
Coefficiente azione sismica verticale	0.038 6

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97

4	10.99	14.0
5	21.98	16.27
6	24.4	16.76
7	26.69	16.86
8	28.66	16.95
9	34.06	18.9
10	40.37	21.35
11	41.74	21.38
12	43.05	21.43
13	50.06	23.86
14	58.73	26.96
15	58.73	26.96
16	64.85	29.21
17	70.88	29.85
18	77.2	31.95
19	80.97	33.89
20	149.86	46.93
21	150.66	47.09
22	151.49	47.25
23	153.13	47.55
24	154.77	47.83
25	155.6	47.96
26	156.43	48.09
27	158.08	48.33
28	159.73	48.56
29	161.39	48.76
30	163.05	48.94
31	164.71	49.11
32	166.37	49.25
33	167.21	49.32
34	168.04	49.38
35	169.71	49.48
36	171.38	49.56
37	173.05	49.63
38	174.72	49.67
39	176.4	49.7

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	11.35	13.06
5	22.18	15.29
6	24.52	15.77
7	26.73	15.86
8	28.86	15.96
9	34.41	17.96
10	40.57	20.35
11	41.77	20.38
12	43.23	20.44
13	50.39	22.92
14	58.94	25.97
15	58.95	25.97
16	65.08	28.23
17	71.09	28.87
18	77.59	31.03
19	81.3	32.93
20	150.05	45.95
21	150.85	46.11
22	151.67	46.26
23	153.3	46.56

24	154.93	46.84
25	155.75	46.97
26	156.57	47.1
27	158.21	47.34
28	159.86	47.56
29	161.5	47.77
30	163.15	47.95
31	164.8	48.11
32	166.45	48.25
33	167.28	48.32
34	168.11	48.38
35	169.76	48.48
36	171.42	48.57
37	173.08	48.63
38	174.74	48.67
39	176.4	48.7

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	11.38	13.04
5	22.18	15.27
6	24.53	15.75
7	26.74	15.84
8	28.87	15.94
9	34.42	17.94
10	40.57	20.33
11	41.77	20.36
12	43.24	20.42
13	50.39	22.9
14	58.95	25.95
15	58.96	25.95
16	65.08	28.21
17	71.1	28.85
18	77.6	31.01
19	81.3	32.91
20	150.05	45.93
21	150.86	46.09
22	151.67	46.24
23	153.3	46.54
24	154.94	46.82
25	155.76	46.96
26	156.58	47.08
27	158.22	47.32
28	159.86	47.54
29	161.51	47.75
30	163.16	47.93
31	164.81	48.09
32	166.46	48.23
33	167.28	48.3
34	168.11	48.36
35	169.77	48.46
36	171.42	48.55
37	173.08	48.61
38	174.74	48.65
39	176.4	48.68

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65

2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.21	12.6
5	22.3	14.68
6	24.6	15.15
7	26.76	15.24
8	28.99	15.35
9	34.63	17.38
10	40.69	19.73
11	41.79	19.76
12	43.35	19.82
13	50.59	22.34
14	59.07	25.36
15	59.09	25.36
16	65.22	27.62
17	71.23	28.26
18	77.83	30.46
19	81.5	32.34
20	150.16	45.34
21	150.97	45.5
22	151.78	45.65
23	153.41	45.95
24	155.04	46.23
25	155.85	46.36
26	156.67	46.49
27	158.3	46.73
28	159.94	46.95
29	161.58	47.15
30	163.22	47.33
31	164.86	47.49
32	166.51	47.64
33	167.33	47.7
34	168.15	47.76
35	169.8	47.86
36	171.45	47.95
37	173.1	48.01
38	174.75	48.05
39	176.4	48.08

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.24	12.59
5	22.31	14.66
6	24.6	15.13
7	26.76	15.22
8	28.99	15.33
9	34.64	17.36
10	40.7	19.71
11	41.79	19.74
12	43.36	19.8
13	50.6	22.32
14	59.08	25.34
15	59.09	25.34
16	65.23	27.6
17	71.23	28.24
18	77.84	30.44
19	81.5	32.32
20	150.17	45.32
21	151.79	45.63

22	153.41	45.93
23	155.04	46.21
24	156.67	46.47
25	158.31	46.71
26	159.94	46.93
27	161.58	47.13
28	163.22	47.31
29	164.86	47.47
30	166.51	47.62
31	168.16	47.74
32	169.8	47.84
33	171.45	47.93
34	173.1	47.99
35	174.75	48.03
36	176.4	48.06

Vertici strato5

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	12.65	12.37
5	22.37	14.37
6	24.64	14.83
7	26.78	14.92
8	29.05	15.03
9	34.74	17.08
10	40.76	19.41
11	41.8	19.44
12	43.41	19.51
13	50.7	22.03
14	59.14	25.05
15	59.16	25.05
16	65.29	27.31
17	71.29	27.94
18	77.96	30.16
19	81.6	32.03
20	150.22	45.02
21	151.84	45.34
22	153.47	45.64
23	155.09	45.91
24	156.72	46.17
25	158.35	46.41
26	159.98	46.63
27	161.62	46.83
28	163.25	47.01
29	164.89	47.18
30	166.53	47.32
31	168.18	47.44
32	169.82	47.54
33	171.47	47.63
34	173.11	47.69
35	174.76	47.73
36	176.4	47.76

Vertici strato6

N	X (m)	y (m)
1	0.0	10.65
2	5.94	13.89
3	9.61	13.97
4	15.97	10.62
5	23.82	10.52

6	32.17	10.9
7	176.4	17.3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (t/m ³)	Gs (t/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	6		26	1.80		0.00	Terreno vegeale	
2	50		35	0.014		0.00	geocomposi to	
3	6		28	1.8		0.00	Argilla compattato	
4	50		35	0.014		0.00	geocomposi to	
5	4		27	1.9		0.00	Compost f.s.	
6	20		28	0.9		0.00	R.S.U.	
7	30		23	2		0.00	Substrato	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.41
Ascissa centro superficie	73.45 m
Ordinata centro superficie	40.21 m
Raggio superficie	10.87 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

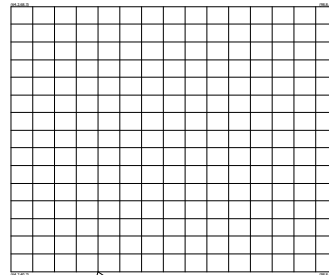
(ID=9) xc = 73.452 yc = 40.214 Rc = 10.87 Fs=1.406

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0.2	-16.0	0.21	0.14	0.01	0.01	4.8	21.3	0.0	1.0	0.9
2	0.2	-14.9	0.21	0.42	0.03	0.02	4.8	21.3	0.0	0.9	0.9
3	0.12	-14.0	0.13	0.38	0.03	0.01	4.8	21.3	0.0	0.6	0.5
4	0.28	-12.9	0.29	1.39	0.11	0.05	4.8	21.3	0.0	1.2	1.2
5	0.2	-11.6	0.21	1.47	0.11	0.06	4.8	21.3	0.0	0.8	0.8
6	0.2	-10.5	0.21	1.85	0.14	0.07	4.8	21.3	0.0	0.8	0.8
7	0.2	-9.4	0.21	2.22	0.17	0.09	4.8	21.3	0.0	0.8	0.8
8	0.2	-8.4	0.2	2.57	0.2	0.1	4.8	21.3	0.0	0.8	0.8
9	0.2	-7.3	0.2	2.91	0.23	0.11	4.8	21.3	0.0	0.8	0.8
10	0.2	-6.2	0.2	3.24	0.25	0.12	4.8	21.3	0.0	0.7	0.8
11	0.2	-5.1	0.2	3.55	0.27	0.14	4.8	21.3	0.0	0.7	0.8
12	0.2	-4.1	0.2	3.77	0.29	0.15	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
13	0.2	-3.0	0.2	4.06	0.31	0.16	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8

14	0.2	-1.9	0.2	4.33	0.33	0.17	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
15	0.2	-0.9	0.2	4.59	0.35	0.18	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
16	0.2	0.2	0.2	4.83	0.37	0.19	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
17	0.2	1.3	0.2	5.06	0.39	0.2	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
18	0.2	2.3	0.2	5.28	0.41	0.2	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
19	0.2	3.4	0.2	5.49	0.42	0.21	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
20	0.2	4.5	0.2	5.68	0.44	0.22	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
21	0.2	5.5	0.2	5.85	0.45	0.23	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
22	0.2	6.6	0.2	6.02	0.47	0.23	4.8	23.0	0.0	0.7	0.8
23	0.2	7.7	0.2	6.1	0.47	0.24	3.2	22.2	0.0	0.7	0.6
24	0.2	8.8	0.2	6.24	0.48	0.24	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
25	0.2	9.8	0.21	6.37	0.49	0.25	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
26	0.2	10.9	0.21	6.48	0.5	0.25	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
27	0.2	12.0	0.21	6.58	0.51	0.25	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
28	0.2	13.1	0.21	6.67	0.52	0.26	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
29	0.2	14.2	0.21	6.74	0.52	0.26	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
30	0.2	15.3	0.21	6.79	0.52	0.26	3.2	22.2	0.0	0.8	0.6
31	0.2	16.4	0.21	6.83	0.53	0.26	3.2	22.2	0.0	0.9	0.6
32	0.2	17.5	0.21	6.85	0.53	0.26	3.2	22.2	0.0	0.9	0.6
33	0.2	18.7	0.21	6.85	0.53	0.26	3.2	22.2	0.0	0.9	0.7
34	0.17	19.7	0.18	5.88	0.45	0.23	3.2	22.2	0.0	0.7	0.5
35	0.23	20.8	0.25	7.85	0.61	0.3	3.2	22.2	0.0	1.1	0.8
36	0.2	22.1	0.22	6.98	0.54	0.27	3.2	22.2	0.0	0.9	0.7
37	0.2	23.2	0.22	7.04	0.54	0.27	3.2	22.2	0.0	1.0	0.7
38	0.2	24.4	0.22	7.08	0.55	0.27	3.2	22.2	0.0	1.0	0.7
39	0.2	25.6	0.22	7.12	0.55	0.27	3.2	22.2	0.0	1.0	0.7
40	0.2	26.7	0.23	7.14	0.55	0.28	3.2	22.2	0.0	1.0	0.7
41	0.2	28.0	0.23	7.13	0.55	0.28	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
42	0.2	29.1	0.23	7.11	0.55	0.27	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
43	0.2	30.4	0.23	7.07	0.55	0.27	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
44	0.2	31.6	0.24	7.0	0.54	0.27	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
45	0.2	32.9	0.24	6.91	0.53	0.27	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
46	0.2	34.2	0.24	6.79	0.53	0.26	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
47	0.2	35.5	0.25	6.66	0.51	0.26	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
48	0.2	36.8	0.25	6.49	0.5	0.25	3.2	22.2	0.0	1.1	0.7
49	0.2	38.1	0.26	6.38	0.49	0.25	4.8	23.0	0.0	1.2	0.9
50	0.2	39.5	0.26	6.17	0.48	0.24	4.8	23.0	0.0	1.2	0.9
51	0.2	40.9	0.27	5.93	0.46	0.23	4.8	23.0	0.0	1.2	0.9
52	0.3	42.7	0.4	8.23	0.64	0.32	4.8	23.0	0.0	2.3	1.6
53	0.11	44.1	0.15	2.76	0.21	0.11	4.8	23.0	0.0	0.3	0.4
54	0.2	45.3	0.29	4.78	0.37	0.18	4.8	23.0	0.0	1.0	0.9
55	0.2	46.8	0.3	4.17	0.32	0.16	4.8	23.0	0.0	1.0	0.9
56	0.2	48.4	0.3	3.59	0.28	0.14	4.8	21.3	0.0	0.9	0.8
57	0.2	50.0	0.31	2.89	0.22	0.11	4.8	21.3	0.0	0.7	0.8
58	0.2	51.7	0.33	2.14	0.17	0.08	4.8	21.3	0.0	0.6	0.8
59	0.2	53.5	0.34	1.33	0.1	0.05	4.8	21.3	0.0	0.4	0.7
60	0.2	55.3	0.36	0.46	0.04	0.02	4.8	21.3	0.0	0.1	0.7

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
 IN CONDIZIONI SISMICHE
 COPERTURA DI PROGETTO
 (Approccio 1 - Combinazione 2)

- Terreno vegeale
 $g=1.80 \text{ t/m}^3$
 $Fi=26^\circ$
 $c=6 \text{ kN/m}^2$
- geocomposito
 $g=0.014 \text{ t/m}^3$
 $Fi=35^\circ$
 $c=50 \text{ kN/m}^2$
- Argilla compattata
 $g=1.8 \text{ t/m}^3$
 $Fi=28^\circ$
 $c=6 \text{ kN/m}^2$
- geocomposito
 $g=0.014 \text{ t/m}^3$
 $Fi=35^\circ$
 $c=50 \text{ kN/m}^2$
- Compost f.s.
 $g=1.9 \text{ t/m}^3$
 $Fi=27^\circ$
 $c=4 \text{ kN/m}^2$
- R.S.U.
 $g=0.9 \text{ t/m}^3$
 $Fi=28^\circ$
 $c=20 \text{ kN/m}^2$
- Substrato
 $g=2 \text{ t/m}^3$
 $Fi=23^\circ$
 $c=30 \text{ kN/m}^2$



(ID=9)) xc = 73.45 yc = 40.21 Rc = 10.87 Fs=1.41

