

COMUNE DI BARBERINO VAL D'ELSA e POGGIBONSI

Provincia di FIRENZE e SIENA



INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA DIGA DROVE DI CEPPARELLO

Codice Elaborato: DG07	Nome Elaborato: RELAZIONE VERIFICHE DI STABILITA' E FILTRAZIONE	Scala: -
		Data: Marzo 2017

Settore:

 **INGEGNERIE TOSCANE**

Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488

Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000

PROGETTO:

**WEST
Systems**

PROGETTISTA:

Dott. Ing. David SETTESOLDI

PROGETTISTA STRUTTURE:

Dott. Ing. Cristiano REMORINI

COLLABORATORI TECNICI:

Dott. Ing. Michele CATELLA
Dott. Ing. Roberto PINELLI
Dott. Geol. Silvia ANGELINI

RESPONSABILE SICUREZZA :

INGEGNERIE TOSCANE

IL GEOLOGO :

Dott. Geol. Nicola CEMPINI

UFFICIO ESPROPRI :

Geom. Andrea PATRIARCHI
Geom. Marco MENICHINI
Per. Agr. Davide MORETTI

COLLABORATORI GEOLOGIA:

Dott. Geol. Carlo FERRI
Dott. Geol. Alessandro AGNELLI

INDAGINI GEOLOGICHE:

GAIA SERVIZI srl
LABORATORIO SIGMA
Società Geologica e Geofisica
AMBIENTE SC

COMMESSA I.T. :

COMMESSA COMMITTENTE :

INGEGNERE RESPONSABILE DIGA :
RESPONSABILE COMMESSA I.T. :

Dott. Ing. Damasco MORELLI

RESPONSABILE DI COMMESSA :

Geom. Alessandro PIOLI

DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE :

Dott. Ing. Mario CHIARUGI

COMMITTENTE :

Dott. Ing. Roberto CECCHINI

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
00	Marzo 2017	Emissione Progetto di FATTIBILITA'		Morelli / Chiarugi

INDICE

1	PREMESSA	5
2	INDAGINI DISPONIBILI	6
3	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	10
4	PROFILO DELLA FALDA FREATICA	11
5	PARAMETRI SISMICI	13
6	AZIONI INERZIALI DELL'ACQUA CONTENUTA NEL SERBATOIO	15
7	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	16
8	DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO	17
8.1	METODO DI FELLENIUS (metodo svedese)	17
8.2	METODO DI BISHOP	18
8.3	VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI.....	18
8.3.1	<i>Accelerogrammi Spettro Compatibili (Spettro di risposta)</i>	18
9	CONDIZIONI DI VERIFICA	22
10	RISULTATI VERIFICHE DELLO STATO ATTUALE	24
11	VERIFICHE DELLO STATO DI PROGETTO	26
A.	APPENDICE	27
	TABULATI VERIFICHE DI STABILITÀ.....	27
	<i>Dati</i>	27
	<i>Verifica di stabilità 01</i>	32
	<i>Verifica di stabilità 02</i>	38
	<i>Verifica di stabilità 03</i>	45
	<i>Verifica di stabilità 04</i>	52
	<i>Verifica di stabilità 05</i>	58
	<i>Verifica di stabilità 06</i>	65
	<i>Verifica di stabilità 07</i>	72
	<i>Verifica di stabilità 08</i>	78
	<i>Verifica di stabilità 09</i>	85

ELENCO FIGURE

Figura 4-1 – Superficie freatica all'interno del corpo diga della diga di Cepparello.....	12
Figura 10-1 – Rappresentazione della sezione tipo dell'invaso di Cepparello nello stato attuale.....	24
Figura A-1 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 01.....	34
Figura A-2 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 01.	37
Figura A-3 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 02.	41
Figura A-4 – Superficie critica num. 27 FELLENIUS verifica di stabilità 02.	42
Figura A-5 – Accelerogramma superficie critica num. 27 FELLENIUS verifica di stabilità 02.	42
Figura A-6 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 03.	48
Figura A-7 – Superficie critica num. 110 FELLENIUS verifica di stabilità 03.	49
Figura A-8 – Accelerogramma superficie critica num. 110 FELLENIUS verifica di stabilità 03.	49
Figura A-9 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 04.....	54
Figura A-10 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 04.	57
Figura A-11 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 05.	61
Figura A-12 – Superficie critica num. 2 FELLENIUS verifica di stabilità 05.	62
Figura A-13 – Accelerogramma superficie critica num. 2 FELLENIUS verifica di stabilità 05.	62
Figura A-14 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 06.	68
Figura A-15 – Superficie critica num. 9 FELLENIUS verifica di stabilità 06.	69
Figura A-16 – Accelerogramma superficie critica num. 9 FELLENIUS verifica di stabilità 06.	69
Figura A-17 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 07.....	74
Figura A-18 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 07.	77
Figura A-19 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 08.	81
Figura A-20 – Superficie critica num. 47 FELLENIUS verifica di stabilità 08.	82
Figura A-21 – Accelerogramma superficie critica num. 47 FELLENIUS verifica di stabilità 08.	82
Figura A-22 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 09.	88
Figura A-23 – Superficie critica num. 61 FELLENIUS verifica di stabilità 09.	89
Figura A-24 – Accelerogramma superficie critica num. 61 FELLENIUS verifica di stabilità 09.	89

ELENCO TABELLE

Tabella 2-1 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S3 del 2016 sul coronamento.	7
Tabella 2-2 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S4 del 2016 sul coronamento.	7
Tabella 2-3 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S5 del 2016 sul coronamento.	8
Tabella 2-4 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S6 del 2016 sulla banca di valle.....	8
Tabella 2-5 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S6bis del 2016 sulla banca di valle (sondaggio extra).....	8
Tabella 3-1 – Parametri geotecnici caratteristici.....	10
Tabella 5-1 – Vita nominale e vita di riferimento relativamente all’invaso di Cepparello.....	13
Tabella 5-2 – Parametri sismici SLO, SLD, SLV e SLC.....	13
Tabella 5-3 – Parametri sismici SLV.....	14
Tabella 5-4 – Parametri sismici SLC.....	14
Tabella 6-1 – Azioni inerziali verifiche sismiche con vaso pieno.....	15
Tabella 6-2 – Azioni inerziali verifiche sismiche di svaso rapido.....	15
Tabella 8-1 – Categorie di sottosuolo.....	19
Tabella 8-2 – Espressioni di S_S e C_C (Tabella 3.2.V NTC 2008).....	20
Tabella 8-3 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T (Tabella 3.2.VI NTC 2008).....	20
Tabella 8-4 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale (Tabella 3.2.VII NTC 2008).....	21
Tabella 8-5 – Valori dei parametri T_E e T_F (Tabella 3.2.VIII NTC 2008).....	21
Tabella 10-1 – Verifiche di stabilità dello stato attuale condotte secondo D.M. 26/06/2014.....	24
Tabella 11-1 – Verifiche di stabilità dello stato di progetto condotte secondo D.M. 26/06/2014.....	26

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano la metodologia ed i risultati ottenuti dalle verifiche di stabilità relative all'invaso nello stato di progetto svolte ai sensi del D.M. del 26 giugno 2014.

Gli interventi di progetto consistono in interventi di ristrutturazione mediante lavori e opere di trasformazione atti ad aumentare la sicurezza attuale della diga, pur senza raggiungere i livelli richiesti per le nuove costruzioni, così come definito al cap. H.2 del D.M. 26/06/2014.

Gli interventi di miglioramento sismico risultano necessari secondo quanto riportato al cap. H.2.2. del D.M. 26/06/2014, in quanto le verifiche di stabilità, condotte come prescritto ai capp. H.3 e H.4, mostrano il raggiungimento per lo stato attuale di uno SLU (SLV e SLC).

Il profilo geotecnico del corpo diga e dei terreni del substrato è ricostruito utilizzando i risultati della campagna di intervento per la caratterizzazione dello sbarramento ai fini delle verifiche di stabilità secondo quanto stabilito nella relazione tecnica "*Programma indagini geognostiche*" del 19/11/2015, per cui è stato rilasciato apposito nulla-osta dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti con nota prot. n. 166/2016 del 05/01/2016.

2 INDAGINI DISPONIBILI

Il profilo geotecnico del corpo diga e dei terreni del substrato è ricostruito utilizzando i risultati della campagna di intervento per la caratterizzazione dello sbarramento condotta dal Gestore secondo quanto stabilito nel "*Programma indagini geognostiche*" del 19 novembre 2015, per cui è stato rilasciato apposito nulla-osta dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti con nota prot. 166/2016 del 05/01/2016.

I risultati della campagna di indagini geognostiche, svolta tra il 22 febbraio e il 17 marzo 2016, è riportato in sintesi nelle tabelle seguenti. Complessivamente sono stati condotti num. 5 sondaggi.

Tale campagna di indagine è presa a riferimento per la definizione dei parametri geotecnici necessari ai fini delle verifiche di stabilità.

Nella Tabella 2-1 sono riportati i risultati del sondaggio S3-16 spinto fino alla profondità di 36.5 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga spostato di circa 2 m verso la sponda sinistra rispetto il sondaggio S1-05 realizzato nel 2005.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti num. 8 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore *Shelby*, e num. 2 campioni disturbati estratti con carotiere.

Nel sondaggio sono state eseguite prove penetrometriche SPT e prove *Lefranc*.

La stratigrafica del carotaggio effettuato risulta in linea con le indagini precedenti, osservando la prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

Alla profondità di 26.5 m è stato ritenuto che inizi il basamento con la presenza di siltiti scure alternate a Pietraforte. La struttura delle siltiti si presenta con innumerevoli piani di taglio che suddividono il litotipo in scaglie lenticolari. La Pietraforte si presenta in alcuni tratti massiva e in altri fratturata.

Nella Tabella 2-2 sono riportati i risultati del sondaggio S4-16 spinto fino alla profondità di 25.7 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga circa 1 m a valle della direttrice che unisce i due sondaggi S1-06 e S2-06 condotti nel 2006. Il foro si trova circa 0.8 m a destra del sondaggio S1-06 e circa 1.5 a sinistra del sondaggio S2-06.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti num. 10 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore *Shelby*.

Nel sondaggio sono state eseguite prove penetrometriche SPT e prove *Lefranc*.

La stratigrafica del carotaggio effettuato risulta in linea con le indagini precedenti, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

Alla profondità di 22.3 m è stato ritenuto che inizi il basamento con la presenza di Pietraforte.

Nella Tabella 2-3 sono riportati i risultati del sondaggio S5-16 spinto fino alla profondità di 24.0 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga circa 1 m verso valle dalla direttrice che unisce i sondaggi S1-06 e S2-06 condotti nel 2006, spostato verso la sponda destra circa di circa 1.1 m rispetto il sondaggio S2-06.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti num. 7 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore *Shelby*.

Nel sondaggio sono state eseguite prove penetrometriche SPT e prove *Lefranc*.

La stratigrafica del carotaggio effettuato risulta in linea con le indagini precedenti, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

Alla profondità di 19.0 m è stato ritenuto che inizi il basamento con la presenza di livelli siltitici e Pietraforte.

Profondità da coronamento [m]	Tipologia di campione	Nome campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc	Kcarico variabile [m/s]	Kcarico costante [m/s]	Prova	Cu [kPa]	Prova	Phi'	c' [kPa]	W [%]	Gv [kN/m³]	Mv [Mg/m³]	Gs [kN/m³]
tra 1,50m e 1,80m	indisturbato	S3.16C1	-	-			TRUU	43	TDCD	34,5	6	18,54	20,69	2,72	17,46
tra 3,0m e 3,50m	Fallito a causa di trovante		-	-											
tra 4,20m e 4,70m	indisturbato	S3.16C3	-	-					TRCIU	23,4	27	22,63	20,30	2,72	16,57
tra 5,40m e 5,95m	indisturbato	S3.16C4	-	Da 5,5m a 6,00m (impermeabile)			TRUU	29	TDCD	31,5	11	22,63	20,20	2,72	16,48
tra 7,15m e 7,65m	indisturbato	S3.16C5	-	-					TRCIU	25,5	0	22,27	19,42	2,75	15,89
tra 9,00m e 9,50m	indisturbato	S3.16C6	-	-					TRCIU	24,3	22	20,59	19,81	2,72	16,48
9,50m	-		04/06/07	-											
tra 10,70m e 11,20m	indisturbato	S3.16C7	-	Da 10,5m a 11,5m - Non si riesce a saturare								19,88	21,18	2,72	17,65
tra 12,50m e 13,00m	indisturbato	S3.16C8	-	-			ELL	66	TRCIU	22,7	30	21,18	20,69	2,73	17,06
13,00m	-		05/09/15	-											
tra 14,50m e 14,80m	indisturbato	S3.16C9	-	Da 14,5m a 14,8m	5,70E-06	4,50E-05	TRUU	131				14,91	21,58	2,67	18,73
15,90m	Fallito causa trovante		09/11/08	-											
tra 17,20m e 17,70m	Ricostruito	S3.16C10R					TRUU	107	TDCD	30,9	0	22,76	19,42	2,72	15,79
tra 18,00m e 18,50m	Non tentato causa trovanti		-	Da 17,80m a 18,50m	9,30E-09										
19,30m	Fallito causa trovante		17/14/22	-											
21,50m	Non tentato causa trovanti		-	Da 21,00m a 21,60m	3,40E-06	1,90E-04									
22,50m	Fallito causa trovante	S3.16C11R	10/12/16	-			TRUU	105	TDCD	26,7	0	17,85	20,3	2,65	17,26

Tabella 2-1 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S3 del 2016 sul coronamento.

Profondità da coronamento [m]	Tipologia di campione	Nome campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc	Kcarico variabile [m/s]	Kcarico costante [m/s]	Prova	Cu [kPa]	Prova	Phi'	c' [kPa]	W [%]	Gv [kN/m³]	Mv [Mg/m³]	Gs [kN/m³]
tra 1,50m e 1,80m	indisturbato	S4.16C1		-			TRUU	175	TDCD	33	0	15,33	20,59	2,74	17,85
tra 3,0m e 3,30m	indisturbato	S4.16C2		-					TRCIU	27,6	11	18,02	20,3	2,72	17,16
tra 4,10m e 4,65m	indisturbato	S4.16C3		-			TRUU	38	TDCD	31,2	4	21,62	20,2	2,73	16,57
tra 6,00m e 6,50m	indisturbato	S4.16C4		Da 6,0m a 6,60m	1,10E-08		ELL	46	TRCIU	22,5	24	22,75	20,1	2,71	16,38
tra 7,60m e 8,10m	indisturbato	S4.16C5		-			ELL	47	TRCIU	26,7	10	24,21	19,91	2,72	15,99
tra 9,00m e 9,50m	indisturbato	S4.16C6		-					TDCD	34	0	23,24	20,3	2,62	16,48
9,50m	-		04/08/09	-											
11,00m	Fallito a causa di trovante		-	Da 10,5m a 11,0m	9,80E-07	3,30E-05									
tra 11,85m e 12,25m	indisturbato	S4.16C7		-			TRUU	57	TDCD	30,8	0	25,33	20,59	2,71	16,48
12,70m	-		04/12/13	-											
tra 14,60m e 15,00m	indisturbato	S4.16C8		Da 14,5m a 15,0m	4,50E-06	3,50E-05	TRUU	59	TDCD	29,8	0	17,36	20,99	2,68	17,85
tra 16,00m e 16,50m	indisturbato	S4.16C9		-			TRUU	45	TDCD	35,7	0	16,82	21,48	2,74	18,34
17,50m	Fallito causa trovante		14/33/21	Da 17,5m a 18,0m	4,00E-06										
19,50m	Non tentato causa trovanti		11/07/09	-											
tra 20,60m e 20,75m	indisturbato - non eseguibile	S4.16C10	-	Da 20,55m a 21,10m		1,80E-04									

Tabella 2-2 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S4 del 2016 sul coronamento.

Profondità da coronamento [m]	Tipologia di campione	Nome campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc	K carico variabile [m/s]	K carico costante [m/s]	Prova	Cu [kPa]	Prova	Phi'	c' [kPa]	W [%]	Gv [kN/m³]	Mv [Mg/m³]	Gs [kN/m³]
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	S5.16 C1	-	-			TRUU	72				14,69	20,1	2,61	17,55
tra 3,3 m e 3,80 m	indisturbato	S5.16 C2	-	-					TRCIU	28	8	21,64	20,2	2,67	16,57
5,50 m	Fallito, terreno uscito dalla fustella		-	Da 6,0 m a 6,5 m	2,20E-08										
tra 7,40 m e 7,90 m	indisturbato	S5.16 C3	-	-					TRCIU	23,7	17	21,77	20,01	2,69	16,48
tra 9,00 m e 9,50 m	indisturbato	S5.16 C4	-	-			ELL	76	TRCIU	22,5	24	21,28	20,89	2,64	17,26
9,50 m	-		03/02/04	-											
11,00 m	Fallito causa trovante		-	Da 10,5 m a 11,0 m	2,60E-05	2,20E-04									
tra 12,00 m e 12,50 m	indisturbato	S5.16 C5	-	-								24,81	19,91	2,64	15,99
12,50 m	-		06/10/11	-											
tra 13,10 m e 13,50 m	indisturbato	S5.16 C6	-	Da 13,0 m a 13,5 m	6,40E-06	9,20E-05	TRUU	28	TD CD	29	0	21,53	21,09	2,62	17,36
tra 14,50 m e 15,00 m	indisturbato	S5.16 C7	-	-								14,33	21,18	2,7	18,54
16,00 m	Fallito causa trovante		03/06/09	-											
17,50 m	Fallito causa trovante		-	Da 17,5 m a 18,0 m - Non si riesce a saturare		4,00E-04									
18,00 m	Fallito causa trovante		-	-											
19,00 m	-		26-Rifiuto	-											

Tabella 2-3 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S5 del 2016 sul coronamento.

Profondità da coronamento [m]	Tipologia di campione	Nome campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc	K carico variabile [m/s]	K carico costante [m/s]	Prova	Cu [kPa]	Prova	Phi'	c' [kPa]	W [%]	Gv [kN/m³]	Mv [Mg/m³]	Gs [kN/m³]
tra 1,10 m e 1,50 m	indisturbato	S6.16 C1	-	-			TRUU	111				11,67	22,07	2,8	19,71
2,20 m	Fallito causa trovante		-	-											
2,90 m	Fallito causa trovante		-	-											
tra 3,20 m e 3,60 m	indisturbato	S6.16 C2	-	-					TD CD	32,2	0	20,15	20,4	2,78	16,97
4,60 m	Fallito causa trovante		-	-											
tra 5,00 m e 5,40 m	indisturbato	S6.16 C3	-	-			TRUU	41				18,86	19,71	2,76	16,57
7,20 m	Fallito causa trovante		-	-											

Tabella 2-4 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S6 del 2016 sulla banca di valle.

Profondità da coronamento [m]	Tipologia di campione	Nome campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc	K carico variabile [m/s]	K carico costante [m/s]	Prova	Cu [kPa]	Prova	Phi'	c' [kPa]	W [%]	Gv [kN/m³]	Mv [Mg/m³]	Gs [kN/m³]
1,00 m	Fallito causa trovante		-	-											
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	S7.16 C1	-	-								11,79		2,74	
2,15 m	scartato		-	-											
tra 2,80 m e 3,00 m	indisturbato	S7.16 C3	-	-								18,75		2,72	
tra 3,00 m e 3,40 m	indisturbato	S7.16 C4	-	-			TRUU	31	TD CD	30,9	0	16,33	19,71	2,73	16,97
tra 4,10 m e 4,60 m	indisturbato - non eseguibile	S7.16 C5	-	-											
tra 5,00 m e 5,35 m	indisturbato	S7.16 C6	-	-			TRUU	71	TD CD	31,3	0	26,71	19,81	2,61	15,59

Tabella 2-5 – Sintesi di risultati indagini sondaggio S6bis del 2016 sulla banca di valle (sondaggio extra).

Nella Tabella 2-4 sono riportati i risultati del sondaggio S6-16 spinto fino alla profondità di 12.0 m. il foro è stato effettuato sul basamento di valle della diga a circa 18 m dal sondaggio S2-05 verso la sponda destra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti num. 3 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore *Shelby*.

Non sono state eseguite prove in foro.

La stratigrafica del carotaggio effettuato risulta in linea con le indagini precedenti, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

Alla profondità di 7.5 m è stato ritenuto che inizi il basamento con la presenza di livelli siltitici e Pietraforte.

Nella Tabella 2-5 sono riportati i risultati del sondaggio S6-16bis spinto fino alla profondità di 5.4 m. il foro è stato effettuato sul basamento di valle della diga a circa 12.9 m dal sondaggio S2-05 verso la sponda destra e a circa 5.0 m dal sondaggio S6-16 verso la sponda sinistra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti num. 5 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore *Shelby*.

Non sono state eseguite prove in foro.

La stratigrafica del carotaggio effettuato risulta in linea con le indagini precedenti, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

3 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Dal punto di vista geotecnico lo sbarramento della diga nello stato di progetto è suddiviso nelle seguenti unità:

- unità 1 – corpo diga;
- unità 2 – fondazione che rappresenta il substrato roccioso;
- unità 3 – terreno di riporto.

Osservando i valori dei parametri geotecnici dei campioni di terreno riportati nelle precedenti tabelle (Tabella 2-1; Tabella 2-2; Tabella 2-3; Tabella 2-4; Tabella 2-5), non si evidenzia alcun trend di variazione in funzione della profondità di prelievo.

Per tale motivo il corpo diga è considerato come un'unica unità geotecnica i cui parametri caratteristici sono considerati pari ai valori medi su vari campioni.

Dato che il terreno per il rinterro viene prelevato all'interno del bacino della diga, i parametri geotecnici adottati per tale unità sono assunti analoghi a quelli utilizzati per il corpo diga.

I parametri geotecnici caratteristici impiegati nelle verifiche di stabilità sono riassunti nella Tabella 3-1.

Parametri geotecnici	Unità di misura	Unità 1 Corpo diga	Unità 2 Fondazione	Unità 3 Rinterro
Peso di volume	kg/m ³	2083	2000	2083
Peso di volume saturo	kg/m ³	2094	2400	2094
ϕ'	(°)	28.7	45	28.7
c'	kPa	8.1	0	8.1
ϕ_u	(°)	0	45	0
c_u	kPa	68.9	0	68.9

Tabella 3-1 – Parametri geotecnici caratteristici.

4 PROFILO DELLA FALDA FREATICA

Dall'esame del progetto originale della diga e dalle indagini svolte dal Dott. Geol. Gianfranco Censini si può desumere di fatto la presenza di un dreno a valle, che si estende dal piede del rilevato verso l'interno per almeno 11.0 m.

Tale lunghezza sembrerebbe inferiore rispetto a quella ricavabile da uno degli elaborati progettuali, da cui risulta esteso per una lunghezza di circa 20.0 m a.

Nel corso della presente progettazione il dreno è assunto caratterizzato da una lunghezza di 11.0 m.

Lo studio dell'andamento della linea di filtrazione è condotta nell'ipotesi di regime di moto permanente. Tale trattazione è ritenuta più che sufficiente per procedere alla verifica delle condizioni di stabilità del rilevato dello sbarramento.

La determinazione della superficie freatica all'interno del corpo diga è calcolata considerando un livello idrometrico costante all'interno del serbatoio pari alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m..

Dato che sulla fondazione di valle è presente un drenaggio, la costruzione del profilo di filtrazione a regime è ottenuta secondo le ipotesi di A. Casagrande a partire da un punto posto sulla superficie libera ad una distanza di $0.3h_0/tg\alpha$ dal paramento di monte, avendo indicato con h_0 l'altezza d'acqua rispetto la fondazione e con α è l'inclinazione del paramento di monte.

Il profilo di forma parabolica è tracciato calcolando l'ordinata z della superficie libera a partire dall'intercetta a sull'asse Z utilizzando le seguenti espressioni:

$$L_0 = L - f - 0.7h_0/tg\alpha$$

$$a = \sqrt{h_0^2 + L_0^2} - L_0$$

$$z = \sqrt{2as + a^2}$$

in cui L_0 è la lunghezza totale del corpo diga compresa tra il ciglio di monte e quello di valle e s l'ascissa orizzontale.

Si ritiene il procedimento proposto cautelativo e non si considera necessario trattare il problema del processo di filtrazione dello stato di piena millenario in moto vario, in quanto di breve durata rispetto al tempo necessario ad imbibire il rilevato.

Il terreno di rinfiacco sul paramento di valle sarà realizzato al disopra di un dreno che si estenderà su tutta l'area compresa tra il ciglio di valle e il muro di monte della vasca di dissipazione, raccordandosi a quello esistente.

La sezione in cui sono condotte le verifiche di stabilità e, quindi, il calcolo della superficie freatica corrisponde a quella di massima altezza ubicata in corrispondenza del pozzetto di uscita della condotta di scarico.

In tale sezione il dreno è posto alla quota di 163.96 m s.l.m.. ed è esteso, come già detto, per 11.0 m all'interno del corpo arginale a partire dall'unghia di valle del paramento attuale. La parabola intercetta il dreno circa 1.75 m a valle della sua origine.

Nella Figura 4-1 è riportata la linea di filtrazione a moto permanente.

STATO DI PROGETTO Diga di "Drove di Cepparello" - Linea di filtrazione a moto permanente nel corpo diga
Condizione di monte 185.0 m s.l.m. e condizione di valle 163.96 m s.l.m.

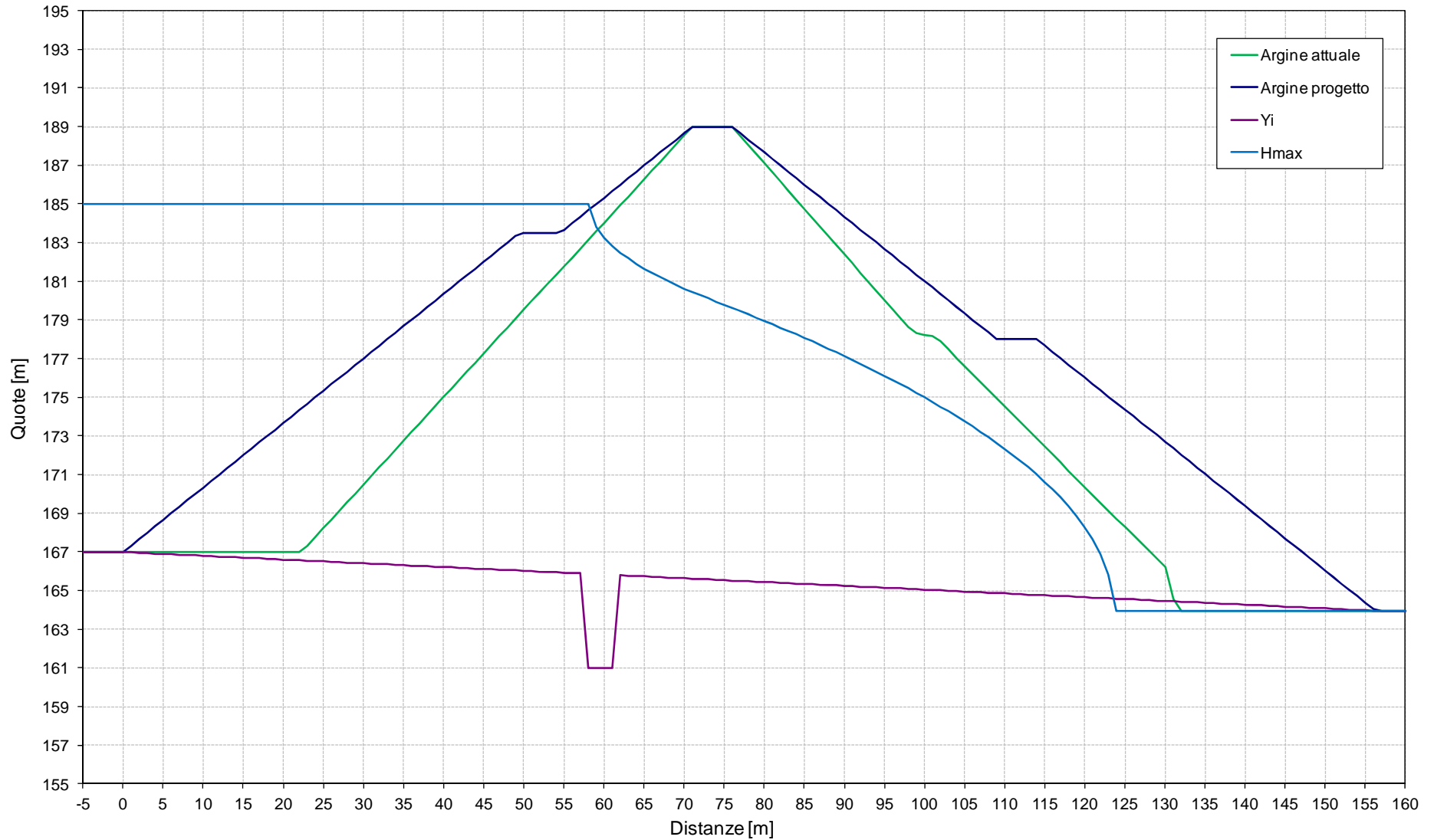


Figura 4-1 – Superficie freatica all'interno del corpo diga della diga di Cepparello.

5 PARAMETRI SISMICI

I parametri sismici del sito sono calcolati in base a quanto prescritto dal D.M. del 26 Giugno 2014 relativamente agli interventi eseguiti su dighe esistenti come indicato nel cap. H.3.4.1.

Per la definizione della azioni sismiche, l'invaso di Cepparello è considerato come una **diga strategica**.

La **vita nominale** V_N è assunta pari a **50 anni** e il coefficiente d'uso C_U pari a 2, di conseguenza la **vita di riferimento** V_R è pari a **100 anni** in coerenza con le tabelle H.1 e H.2 del succitato Decreto (Tabella 5-1).

I parametri a_g , F_0 e T_c sono ricavati per le seguenti coordinate nella proiezione di *Gauss-Boaga*:

- Longitudine : 1'677'154.96
- Latitudine: 4'817'533.19

Il suolo assunto è in **classe A** (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m), mentre la **categoria topografica** impiegata è **T1** (superficie pianeggiante).

I parametri sismici risultanti sono riassunti nelle tabelle seguenti (Tabella 5-2, Tabella 5-3 e Tabella 5-4).

Tipo Opera

Tipo di costruzione

Opere provvisorie

Opere ordinarie, opere infrastrutturali di importanza normale

Grandi opere di importanza strategica

Vita Nominale - V_N anni

Classe d'uso

I - Presenza occasionale di persone

II - Normali affollamenti, industrie non pericolose

III - Affollamenti significativi, industrie pericolose

IV - Opere strategiche, industrie molto pericolose

Vita di Riferimento - V_R anni

Tabella 5-1 – Vita nominale e vita di riferimento relativamente all'invaso di Cepparello.

Parametri sismici				
	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	60	0.585	2.555	0.259
SLD	101	0.722	2.536	0.266
SLV	949	1.603	2.518	0.286
SLC	1950	1.972	2.534	0.292

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px; height: 20px; background-color: green; border-radius: 50%; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px; height: 20px; background-color: white; border-radius: 50%; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px; height: 20px; background-color: white; border-radius: 50%; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px; height: 20px; background-color: white; border-radius: 50%; margin-bottom: 5px;"></div>	ID Punto 1 = 21168 ID Punto 2 = 21167 ID Punto 3 = 21389 ID Punto 4 = 21390 Dati sismici rilevati correttamente.	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: 150px; height: 100px; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 5px; left: 5px;">21167</div> <div style="position: absolute; top: 5px; right: 5px;">21168</div> <div style="position: absolute; bottom: 5px; left: 5px;">21389</div> <div style="position: absolute; bottom: 5px; right: 5px;">21390</div> </div>
---	---	--

Tabella 5-2 – Parametri sismici SLO, SLD, SLV e SLC.

N.T.C. 2008		
Accelerazione al suolo a_g [m/s ²] ag/g = 0,163		1,603
Massimo fattore amplificazione spettro orizz. F0		2,518
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,286
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S _s	Tipo A	1,000
Coeff. amplificazione topografica S _T	T1	1,00
Coefficiente di riduzione (β _s)		1,00
Coeff. di intensità sismica orizzontale - Kh [%] = 16,34		
Intensità sismica verticale/Orizzontale		0,50

Tabella 5-3 – Parametri sismici SLV.

N.T.C. 2008		
Accelerazione al suolo a_g [m/s ²] ag/g = 0,201		1,972
Massimo fattore amplificazione spettro orizz. F0		2,534
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,292
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S _s	Tipo A	1,000
Coeff. amplificazione topografica S _T	T1	1,00
Coefficiente di riduzione (β _s)		1,00
Coeff. di intensità sismica orizzontale - Kh [%] = 20,11		
Intensità sismica verticale/Orizzontale		0,50

Tabella 5-4 – Parametri sismici SLC.

6 AZIONI INERZIALI DELL'ACQUA CONTENUTA NEL SERBATOIO

Nelle verifiche sismiche è introdotto sul paramento di monte un carico aggiuntivo che rappresenta l'azione inerziale dell'acqua definito in coerenza con il cap. C.7.7.3 del D.M. 26 Giugno 2014.

Le azioni di inerzia dell'acqua sono calcolate assimilandole ad una distribuzione di pressione sul paramento di monte secondo la seguente espressione:

$$p = a \cdot \rho \cdot c \cdot y_0$$

dove a è l'accelerazione massima al sito, ρ la massa per unità di volume dell'acqua, y_0 la differenza di quota dell'acqua presente nella combinazione sismica e la quota del punto più depresso dell'alveo naturale al piede del paramento e il parametro c è calcolato tramite l'espressione:

$$c = \frac{c_m}{2} \left[\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right) + \sqrt{\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right)} \right]$$

in cui y è la differenza di quota dell'acqua presente nella combinazione sismica e la quota del punto generico del paramento a cui è associata la pressione p , mentre $c_m = -0.0073\alpha + 0.7412$ avendo indicato con α l'inclinazione del paramento rispetto alla verticale espresso in gradi sessagesimali. Per $\alpha \geq 60^\circ$ viene assunto $c_m = 0.3$.

La determinazione delle azioni sul paramento del corpo diga è calcolata considerando il livello idrometrico associato alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m. nelle verifiche sismiche con invaso pieno e quello associato alla quota di minimo invaso di 172.0 m s.l.m. nelle verifiche di svasso rapido.

y [m]	c	p SLV [kg/m ²]	p_x SLV [kg/m ²]	p_y SLV [kg/m ²]	p SLC [kg/m ²]	p_x SLC [kg/m ²]	p_y SLC [kg/m ²]
0.0	0.00	0	0	0	0	0	0
4.5	0.16	485	460	153	596	566	189
9.0	0.24	713	676	225	877	832	277
13.5	0.29	841	798	266	1034	981	327
18.0	0.30	882	837	279	1086	1030	343

Tabella 6-1 – Azioni inerziali verifiche sismiche con invaso pieno.

y [m]	c	p SLV [kg/m ²]	p_x SLV [kg/m ²]	p_y SLV [kg/m ²]	p SLC [kg/m ²]	p_x SLC [kg/m ²]	p_y SLC [kg/m ²]
0.0	0.00	0	0	0	0	0	0
5.0	0.30	245	233	78	302	286	95

Tabella 6-2 – Azioni inerziali verifiche sismiche di svasso rapido.

7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutte le verifiche sono condotte nel rispetto della normativa vigente:

- **Legge n. 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. 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)**
- **Circolare 617 del 02/02/2009**
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

8 DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità sono condotte con il programma STAP 12.0 prodotto dalla Aztec Informatica.

Le verifiche di stabilità sono eseguite sia con il metodo di *Fellenius* sia con quello di *Bishop*.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adatterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b = l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

8.1 METODO DI FELLENIUS (metodo svedese)

Il coefficiente di sicurezza fornito da *Fellenius* si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum_i \left[\frac{c_i b_i}{\cos(\alpha_i)} + (W_i \cos(\alpha_i) - u_i l_i) \cdot \operatorname{tg}(\phi_i) \right]}{\sum_i W_i \sin(\alpha_i)}$$

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

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava F . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza del pendio il minimo dei coefficienti così determinati.

8.2 METODO DI BISHOP

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di *Bishop* semplificato è espresso secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum_i \left[\frac{c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \tan(\phi_i)}{m} \right]}{\sum_i W_i \sin(\alpha_i)}$$

dove il termine m è espresso da:

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

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

L'espressione del coefficiente di sicurezza di *Bishop* semplificato contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F .

Quindi, essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

8.3 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI

La stima degli spostamenti è condotta applicando l'analisi semplificata con il metodo di *Newmark*.

Il metodo di *Newmark* permette di calcolare lo spostamento residuo di una scarpata sottoposta a sisma.

Secondo il metodo originario di *Newmark*, la valutazione dello spostamento permanente della superficie di scorrimento rispetto alla formazione di base, dovuto ad un evento sismico, viene ottenuto mediante doppia integrazione dell'equazione del moto.

L'integrazione dell'accelerazione $a(t)$ viene effettuata negli intervalli temporali nei quali essa supera l'accelerazione critica K_c . L'accelerazione critica viene determinata utilizzando i metodi pseudo statici dell'equilibrio limite e corrisponde al valore minimo per il quale il fattore di sicurezza è unitario ($F_s = 1$).

Nelle ipotesi di *Newmark* l'accelerazione $a(t)$ è assunta costante lungo la superficie di scorrimento, mentre l'accelerazione critica è assunta costante nel tempo.

Lo spostamento finale della superficie (corpo di frana) è ottenuto per sommatoria degli spostamenti parziali calcolati negli intervalli temporali sopra menzionati ($a(t) > K_c$).

L'accelerogramma da utilizzare per il calcolo dello spostamento residuo secondo *Newmark*, deve essere rappresentativo del sito oggetto di analisi. Di seguito si riporta la metodologia adottata per determinare tali accelerogrammi.

8.3.1 ACCELEROGRAMMI SPETTRO COMPATIBILI (SPETTRO DI RISPOSTA)

Nel modello di calcolo *Aztec* sono generati accelerogrammi compatibili con assegnati spettri di risposta denominati "target" attraverso manipolazioni nel dominio delle frequenze ed è determinato lo spettro di risposta di progetto per lo Stato Limite Ultimo (SLU), per lo Stato Limite di Danno (SLD) e lo spettro elastico secondo le indicazioni delle Norme Tecniche 2008.

Tali spettri di risposta possono essere visualizzati con *Aztec* nella componente di accelerazione.

Per poter definire l'azione sismica di progetto le norme stabiliscono num. 5 categorie di riferimento del suolo di fondazione e num. 2 categorie aggiuntive come riportato nella Tabella 8-1 (le profondità del suolo sono riferite al piano di posa delle fondazioni).

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima ($a_{max} = a_g \times S$) del terreno che caratterizza il sito.

Categoria sottosuolo	Descrizione	$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT} [colpi/30cm]	C_u [kPa]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	> 800	–	–
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)	300÷800	> 50	> 250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	180÷360	> 50	70÷250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)	< 180	< 15	< 70
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)	–	–	–
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	< 100	–	10÷20
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti	–	–	–

Tabella 8-1 – Categorie di sottosuolo.

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

dove:

T periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice

S_e accelerazione spettrale orizzontale

S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche $S = S_5 \times S_7$

S_S	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	coefficiente di amplificazione topografica
η	fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5% $\eta = a\sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55$
ξ	(espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione
F_0	fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2
T_C	periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro $T_C = C_C \times T_C^*$
T_C^*	coefficiente funzione della categoria di sottosuolo
T_B	periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante $T_B = T_C / 3$
T_D	periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro $TD = 4(a_g/g) + 1.6$

I coefficienti di amplificazione stratigrafica per il suolo di fondazione di categoria A valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 8-2, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T è riportato nella Tabella 8-3, in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.0	1.0
B	$1.0 \leq 1.4 - 0.4F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.2$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.2}$
C	$1.0 \leq 1.7 - 0.6F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.5$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.9 \leq 2.4 - 1.5F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.8$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.5}$
E	$1.0 \leq 2.0 - 1.1F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.6$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.4}$

Tabella 8-2 – Espressioni di S_S e C_C (Tabella 3.2.V NTC 2008).

Categoria topografica	Ubicazione opera o intervento	S_T
T1	–	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 8-3 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T (Tabella 3.2.VI NTC 2008).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_V} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale verticale e F_V è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

I valori di a_g , F_0 , S , η sono definiti per le componenti orizzontali, mentre i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tabella 8-4.

Categoria sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 8-4 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale (Tabella 3.2.VII NTC 2008).

Lo spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali $S_{De}(T)$ si ricava dalla corrispondente risposta in accelerazione $S_e(T)$ mediante la seguente espressione:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2$$

purché il periodo di vibrazione T non ecceda i valori T_E indicati nella Tabella 8-5.

Per periodi di vibrazione eccedenti T_E , le ordinate dello spettro possono essere ottenute dalle formule seguenti:

$$\text{per } T_E < T \leq T_F \quad S_{De}(T) = 0.25 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot \left[F_0 \cdot \eta + (1 - F_0 \cdot \eta) \frac{1}{\eta F_V} \left(\frac{T - T_E}{T_F - T_E} \right) \right]$$

$$\text{per } T_F \leq T \quad S_{De}(T) = d_g$$

dove d_g è lo spostamento orizzontale massimo del terreno $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$.

Categoria sottosuolo	T_E [s]	T_F [s]
A	4.5	10.0
B	5.0	10.0
C, D, E	6.0	10.0

Tabella 8-5 – Valori dei parametri T_E e T_F (Tabella 3.2.VIII NTC 2008).

9 CONDIZIONI DI VERIFICA

Le verifiche di stabilità sono condotte per entrambi i paramenti di monte e di valle dello sbarramento.

Le condizioni indagate sono le seguenti:

- **Verifica 01:**
 - verifica paramento di valle;
 - verifica a lungo termine tensioni efficaci;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - senza sisma;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m..
- **Verifica 02:**
 - verifica paramento di valle;
 - verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLV;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m.;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.
- **Verifica 03:**
 - verifica paramento di valle;
 - Verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLC;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m.;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.
- **Verifica 04:**
 - verifica paramento di monte;
 - verifica a lungo termine tensioni efficaci;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - senza sisma;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m..
- **Verifica 05:**
 - verifica paramento di monte;
 - verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLV;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m.;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.
- **Verifica 06:**
 - verifica paramento di monte;
 - Verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLC;
 - con vaso pieno alla quota di massima regolazione di 185.0 m s.l.m.;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.
- **Verifica 07:**
 - verifica paramento di monte;
 - verifica a breve termine tensioni totali;

- sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
- senza sisma;
- svaso rapido.
- **Verifica 08:**
 - verifica paramento di monte;
 - verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLV;
 - svaso rapido;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.
- **Verifica 09:**
 - verifica paramento di monte;
 - Verifica a breve termine tensioni totali;
 - sovraccarico coronamento 1000 kg/m²;
 - con sisma SLC;
 - svaso rapido;
 - con azioni inerziali sul paramento di monte.

10 RISULTATI VERIFICHE DELLO STATO ATTUALE

La diga nella configurazione attuale (Figura 10-1) è stata verificata nel "Progetto dell'intervento di miglioramento della diga di Cepparello nel Comune di Poggibonsi - Fase1: verifiche di stabilità della diga ai sensi del D.M. 26/06/2014", redatto dagli scriventi nel luglio 2016.

I calcoli per la verifica della stabilità del corpo diga, condotti secondo i criteri di cui alle NTC 2008 e al D.M. del 26/06/2014, hanno fornito i risultati riassunti nella Tabella 10-1.

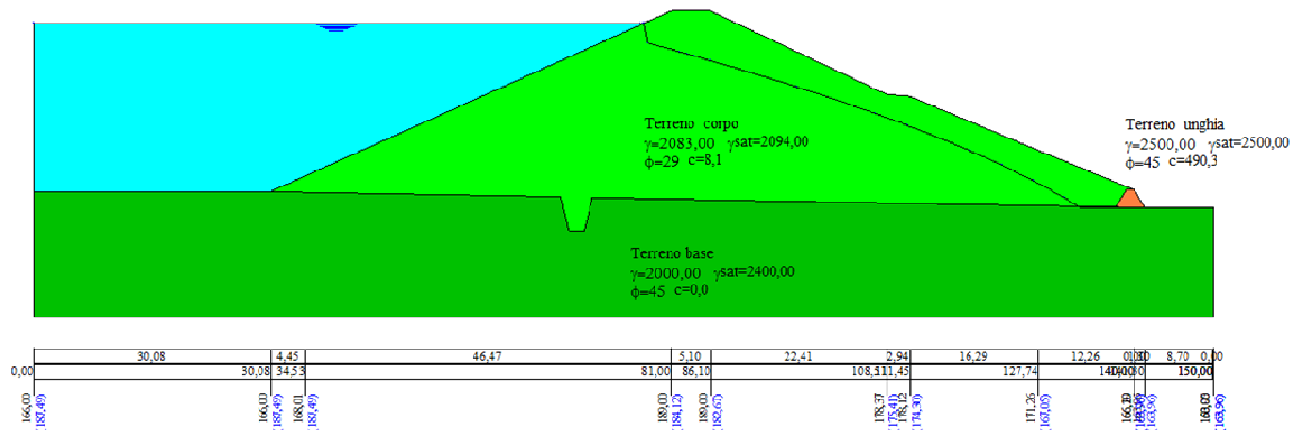


Figura 10-1 – Rappresentazione della sezione tipo dell'invaso di Cepparello nello stato attuale.

n.	Area	Cond. idrauliche	Sisma	Condizioni	Coefficienti di sicurezza			Newmark		D.M. 2014
					Fellenius	Bishop	Medio	Vel. max [m/s]	Spost. max [m]	γ_R
01	Valle	Invaso Pieno	Senza	Drenate	1.010	1.121	1.066	–	–	1.2
02	Valle	Invaso Pieno	SLV	Non drenate	0.561	0.561	0.561	0.24 (sup. 75)	2.01 (sup. 75)	-
03	Valle	Invaso Pieno	SLC	Non drenate	0.514	0.514	0.514	0.27 (sup. 41)	1.79 (sup. 41)	-
04	Monte	Invaso Pieno	Senza	Drenate	1.032	1.413	1.223	–	–	1.2
05	Monte	Invaso Pieno	SLV	Non drenate	0.797	0.797	0.797	0.016 (sup critica)	0.001 (sup critica)	
06	Monte	Invaso Pieno	SLC	Non drenate	0.703	0.703	0.703	0.038 (sup. critica)	0.005 (sup. critica)	
07	Monte	Svaso Rapido	Senza	Non drenate	0.883	0.883	0.883	–	–	1.1
08	Monte	Svaso Rapido	SLV	Non drenate	0.576	0.576	0.576	0.23 (sup. 87)	1.70 (sup. 87)	
09	Monte	Svaso Rapido	SLC	Non drenate	0.530	0.530	0.530	0.30 (sup. 68)	2.46 (sup. 68)	

Tabella 10-1 – Verifiche di stabilità dello stato attuale condotte secondo D.M. 26/06/2014.

Dai risultati si evidenziano le seguenti criticità:

- **paramento di valle:** il paramento di valle in condizioni drenate e senza sisma, sebbene evidenzi valori dei coefficienti di sicurezza maggiori di 1, non raggiunge il coefficiente di sicurezza di 1.2 previsto da normativa. In condizioni non drenate con sisma (SLV e SLC) si evidenziamo coefficienti di sicurezza inferiori a 0.6 con spostamenti inammissibili dell'ordine dei 2 metri;

- **paramento di monte:** le criticità maggiori per il paramento di monte si evidenziano nelle condizioni di svasso rapido, in cui il coefficiente di sicurezza calcolato risulta inferiore a 0.9. Al contrario, in condizioni di invaso pieno, in condizioni drenate e senza sisma, si raggiunge un coefficiente di sicurezza medio maggiore di 1.2 (limite normativo), mentre in condizioni non drenate e con sisma (SLV e SLC) i coefficienti di sicurezza risultano sempre inferiori a 0.8 ma con spostamenti di lieve entità (dell'ordine dei millimetri).

11 VERIFICHE DELLO STATO DI PROGETTO

Gli interventi volti a garantire la stabilità del corpo diga prevedono il ricarico dei paramenti di monte e di valle, in modo da addolcire il pendio ed appesantire il corpo diga al piede.

In particolare, si prevede di:

- realizzare sul paramento di monte un riporto con pendenza 1:3 con una banca intermedia alla quota delle soglie sfioranti pari a 183.5 m s.l.m.;
- realizzare sul paramento di valle un rinfianco fino al coronamento, con banca intermedia alla quota di 178 m s.l.m., per ottenere una pendenza costante di 1:3.

Per i paramenti di monte e di valle sono eseguite le verifiche di stabilità in analogia con quelle svolte per lo stato attuale, i cui risultati sono riepilogati nella Tabella 11-1.

Dall'analisi dei risultati si evince che **a seguito degli interventi il corpo diga rispetta i coefficienti di sicurezza previsti dal D.M. del 26 giugno 2014.**

Nelle condizioni sismiche (SLV e SLC) si verificano spostamenti complessivamente contenuti. I valori più elevati si evidenziano per ogni paramento nelle verifiche in condizioni sismiche SLC e risultano dell'ordine di 20 centimetri.

n.	Area	Cond. idrauliche	Sisma	Condizioni	Coefficienti di sicurezza			Newmark		D.M. 2014
					Fellenius	Bishop	Medio	Vel. max [m/s]	Spost. max [m]	γ_R
01	Valle	Invaso Pieno	Senza	Drenate	1.538	1.628	1.583	–	–	1.2
02	Valle	Invaso Pieno	SLV	Non drenate	0.630	0.630	0.630	0.090903 (sup. 27)	0.12002 (sup. 27)	-
03	Valle	Invaso Pieno	SLC	Non drenate	0.571	0.571	0.571	0.135346 (sup. 110)	0.214503 (sup. 110)	-
04	Monte	Invaso Pieno	Senza	Drenate	1.471	1.883	1.677	–	–	1.2
05	Monte	Invaso Pieno	SLV	Non drenate	0.799	0.799	0.799	0.015133 (sup. 2)	0.000882 (sup. 2)	
06	Monte	Invaso Pieno	SLC	Non drenate	0.705	0.705	0.705	0.033377 (sup. 9)	0.003648 (sup. 9)	
07	Monte	Svaso Rapido	Senza	Non drenate	1.109	1.109	1.109	–	–	1.1
08	Monte	Svaso Rapido	SLV	Non drenate	0.642	0.642	0.642	0.086156 (sup. 47)	0.10562 (sup. 47)	
09	Monte	Svaso Rapido	SLC	Non drenate	0.582	0.582	0.582	0.120942 (sup. 61)	0.173625 (sup. 61)	

Tabella 11-1 – Verifiche di stabilità dello stato di progetto condotte secondo D.M. 26/06/2014.

A. APPENDICE

TABULATI VERIFICHE DI STABILITÀ

DATI

Dati normativa

Normativa: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.60	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine 43.490589
 Longitudine 11.191480
 Punti di interpolazione del reticolo 21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 100 anni

Stato limite SLV

Accelerazione al suolo $a_g = 1.603$ [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_s) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 16.34$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 8.17$

Stato limite SLC

Accelerazione al suolo $a_g = 1.745$ [m/s²]
 Accelerazione al suolo $a_g = 1.972$ [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_s) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 20.10$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 10.05$

Descrizione terreno

Condizioni drenate:

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	Terreno base	2000	2400	45.00	0.0
3	Terreno corpo	2083	2094	28.70	8.1
4	Terreno riporto	2083	2094	28.70	8.1

Condizioni non drenate:

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ_u [°]	c_u [kPa]
1	Terreno base	2000	2400	45.00	0.0
3	Terreno corpo	2083	2094	0.00	68.9
4	Terreno riporto	2083	2094	0.00	68.9

Paramento di valleProfilo del piano campagna

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	163.96
2	19.78	163.96
3	61.92	178.00
4	66.92	178.00
5	100.00	189.00
6	105.00	189.00
7	121.49	183.50
8	126.49	183.50
9	176.00	167.00
10	196.00	167.00

Descrizione stratigrafia

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Terreno base)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	176.00	167.00
2	165.35	167.00
3	156.17	166.00
4	154.86	166.00
5	118.87	165.32
6	117.87	161.00
7	115.87	161.00
8	114.87	165.12
9	44.63	163.96
10	40.62	163.54
11	22.20	163.96
12	19.78	163.96
13	0.00	163.96
14	0.00	150.00
15	196.00	150.00
16	196.00	167.00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 3 (Terreno corpo)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	100.00	189.00
2	77.49	178.37
3	74.56	178.12
4	46.02	166.20
5	44.63	163.96
6	114.87	165.12
7	115.87	161.00
8	117.87	161.00
9	118.87	165.32
10	154.86	166.00
11	105.00	189.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 4 (Terreno riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	105.00	189.00
2	154.86	166.00
3	156.17	166.00
4	165.35	167.00
5	176.00	167.00
6	126.49	183.50
7	121.49	183.50

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (Terreno riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	44.63	163.96
2	46.02	166.20
3	74.56	178.12
4	77.49	178.37
5	100.00	189.00
6	66.92	178.00
7	61.92	178.00
8	19.78	163.96
9	22.20	163.96
10	40.62	163.54

Descrizione falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	163.96
2	52.00	163.96
3	53.00	165.81
4	54.00	166.89
5	55.00	167.67
6	56.00	168.31
7	57.00	168.86
8	58.00	169.36
9	59.00	169.82
10	60.00	170.24
11	61.00	170.64
12	63.00	171.37
13	66.00	172.35
14	70.00	173.50
15	73.00	174.28
16	76.00	175.00
17	80.00	175.90
18	84.00	176.73
19	89.00	177.70
20	93.00	178.43
21	99.00	179.46
22	104.00	180.27
23	106.00	180.61
24	108.00	181.00
25	110.00	181.42
26	111.00	181.66
27	112.00	181.91
28	113.00	182.18
29	114.00	182.49
30	115.00	182.83
31	116.00	183.24
32	116.48	183.74
33	116.82	184.33
34	117.00	185.00
35	196.00	185.00

Impostazioni delle superfici di rotturaSuperfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 23.00$	$Y_0 = 190.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 2.00$	$dY = 2.00$
Numero passi		$Nx = 39$	$Ny = 35$
Raggio	[m]	$R = 20.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1.00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 80Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	50.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	10.00	m
- ascissa di intersezione a valle maggiore di	110.00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	10.00	m
- ascissa di intersezione a monte maggiore di	135.00	m

Paramento di monte

Profilo del piano campagna

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	167.00
2	20.00	167.00
3	69.51	183.50
4	74.51	183.50
5	91.00	189.00
6	96.00	189.00
7	129.08	178.00
8	134.08	178.00
9	176.22	163.96
10	196.00	163.96

Descrizione stratigrafia

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Terreno base)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	20.00	167.00
2	0.00	167.00
3	0.00	150.00
4	196.00	150.00
5	196.00	163.96
6	176.22	163.96
7	173.80	163.96
8	155.38	163.54
9	151.37	163.96
10	81.13	165.12
11	80.13	161.00
12	78.13	161.00
13	77.13	165.32
14	41.14	166.00
15	39.83	166.00
16	30.65	167.00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 3 (Terreno corpo)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	96.00	189.00
2	91.00	189.00
3	41.14	166.00
4	77.13	165.32
5	78.13	161.00
6	80.13	161.00
7	81.13	165.12
8	151.37	163.96
9	149.98	166.20
10	121.44	178.12
11	118.51	178.37

Strato N° 3 costituito da terreno n° 4 (Terreno riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	91.00	189.00
2	74.51	183.50
3	69.51	183.50
4	20.00	167.00
5	30.65	167.00
6	39.83	166.00
7	41.14	166.00

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (Terreno riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	151.37	163.96
2	155.38	163.54
3	173.80	163.96
4	176.22	163.96
5	134.08	178.00
6	129.08	178.00
7	96.00	189.00

n°	X	Y
	[m]	[m]
8	118.51	178.37
9	121.44	178.12
10	149.98	166.20

Descrizione falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	185.00
2	79.00	185.00
3	79.18	184.33
4	79.52	183.74
5	80.00	183.24
6	81.00	182.83
7	82.00	182.49
8	83.00	182.18
9	84.00	181.91
10	85.00	181.66
11	86.00	181.42
12	88.00	181.00
13	90.00	180.61
14	92.00	180.27
15	97.00	179.46
16	103.00	178.43
17	107.00	177.70
18	112.00	176.73
19	116.00	175.90
20	120.00	175.00
21	123.00	174.28
22	126.00	173.50
23	130.00	172.35
24	133.00	171.37
25	135.00	170.64
26	136.00	170.24
27	137.00	169.82
28	138.00	169.36
29	139.00	168.86
30	140.00	168.31
31	141.00	167.67
32	142.00	166.89
33	143.00	165.81
34	144.00	163.96
35	196.00	163.96

Impostazioni delle superfici di rottura*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 22.00$	$Y_0 = 190.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 2.00$	$dY = 2.00$
Numero passi		$N_x = 35$	$N_y = 35$
Raggio	[m]	$R = 20.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1.00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 80

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	50.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	10.00	m
- ascissa di intersezione a valle maggiore di	110.00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	10.00	m
- ascissa di intersezione a monte maggiore di	120.00	m

VERIFICA DI STABILITÀ 01

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{yi} [kg/m]	V _{yf} [kg/m]	V _{xi} [kg/m]	V _{xf} [kg/m]
1	Carico coronamento	105.00	100.00	1000	1000	0	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	38246
Coefficiente di sicurezza minimo	1.538
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	43	
Coordinate del centro	X[m]= 57.00	Y[m]= 226.00
Raggio del cerchio	R[m]= 61.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 35.10	Y _v [m]= 169.07
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 105.40	Y _m [m]= 188.87
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.538	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _r [m]	Y _r [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	35.10	169.07	169.07	37.29	169.79	168.27	36.56	169.04	2.32	-19.95	23.65	6
2	37.29	169.79	168.27	39.47	170.52	167.57	38.49	169.04	2.29	-17.78	23.65	6
3	39.47	170.52	167.57	41.65	171.25	166.96	40.63	169.08	2.27	-15.64	23.65	6
4	41.65	171.25	166.96	43.84	171.97	166.44	42.79	169.16	2.25	-13.52	23.65	6
5	43.84	171.97	166.44	46.02	172.70	166.00	44.96	169.28	2.23	-11.42	23.65	6
6	46.02	172.70	166.00	48.35	173.48	165.62	47.21	169.45	2.36	-9.26	23.65	6
7	48.35	173.48	165.62	50.67	174.25	165.33	49.53	169.67	2.34	-7.06	23.65	6
8	50.67	174.25	165.33	53.00	175.03	165.13	51.86	169.94	2.34	-4.86	23.65	6
9	53.00	175.03	165.13	54.00	175.36	165.07	53.50	170.15	1.00	-3.29	23.65	6
10	54.00	175.36	165.07	55.00	175.69	165.03	54.50	170.29	1.00	-2.35	23.65	6
11	55.00	175.69	165.03	56.00	176.03	165.01	55.50	170.44	1.00	-1.41	23.65	6
12	56.00	176.03	165.01	57.00	176.36	165.00	56.50	170.60	1.00	-0.47	23.65	6
13	57.00	176.36	165.00	58.00	176.69	165.01	57.50	170.77	1.00	0.47	23.65	6
14	58.00	176.69	165.01	59.00	177.03	165.03	58.50	170.94	1.00	1.41	23.65	6
15	59.00	177.03	165.03	60.00	177.36	165.07	59.50	171.12	1.00	2.35	23.65	6
16	60.00	177.36	165.07	61.00	177.69	165.13	60.50	171.32	1.00	3.29	23.65	6
17	61.00	177.69	165.13	61.92	178.00	165.20	61.46	171.51	0.92	4.19	23.65	6
18	61.92	178.00	165.20	63.00	178.00	165.30	62.46	171.62	1.08	5.14	23.65	6
19	63.00	178.00	165.30	64.50	178.00	165.46	63.75	171.69	1.51	6.35	23.65	6
20	64.50	178.00	165.46	66.00	178.00	165.67	65.25	171.78	1.51	7.77	23.65	6
21	66.00	178.00	165.67	66.92	178.00	165.81	66.46	171.87	0.93	8.92	23.65	6
22	66.92	178.00	165.81	68.46	178.51	166.09	67.69	172.10	1.56	10.09	23.65	6
23	68.46	178.51	166.09	70.00	179.02	166.40	69.23	172.51	1.57	11.57	23.65	6
24	70.00	179.02	166.40	71.50	179.52	166.75	70.75	172.92	1.54	13.03	23.65	6
25	71.50	179.52	166.75	73.00	180.02	167.14	72.25	173.36	1.55	14.48	23.65	6
26	73.00	180.02	167.14	74.50	180.52	167.56	73.75	173.81	1.56	15.94	23.65	6
27	74.50	180.52	167.56	76.00	181.02	168.03	75.25	174.28	1.57	17.41	23.65	6
28	76.00	181.02	168.03	78.00	181.68	168.73	77.00	174.87	2.12	19.14	23.65	6
29	78.00	181.68	168.73	80.00	182.35	169.50	79.00	175.57	2.14	21.14	23.65	6
30	80.00	182.35	169.50	82.00	183.01	170.36	81.00	176.31	2.18	23.17	23.65	6
31	82.00	183.01	170.36	84.00	183.68	171.30	83.00	177.09	2.21	25.23	23.65	6
32	84.00	183.68	171.30	85.67	184.23	172.16	84.83	177.84	1.87	27.15	23.65	6
33	85.67	184.23	172.16	87.33	184.79	173.08	86.50	178.56	1.90	28.93	23.65	6
34	87.33	184.79	173.08	89.00	185.34	174.07	88.16	179.32	1.94	30.73	23.65	6
35	89.00	185.34	174.07	91.00	186.01	175.35	89.99	180.19	2.38	32.76	23.65	6
36	91.00	186.01	175.35	93.00	186.67	176.76	91.99	181.19	2.44	35.02	23.65	6

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
37	93.00	186.67	176.76	95.33	187.45	178.55	94.15	182.34	2.94	37.55	23.65	6
38	95.33	187.45	178.55	97.67	188.22	180.53	96.47	183.67	3.06	40.37	23.65	6
39	97.67	188.22	180.53	100.00	189.00	182.73	98.79	185.10	3.21	43.32	23.65	6
40	100.00	189.00	182.73	101.67	189.00	184.46	100.79	186.27	2.40	45.95	23.65	6
41	101.67	189.00	184.46	103.33	189.00	186.32	102.43	187.15	2.50	48.25	23.65	6
42	103.33	189.00	186.32	105.00	189.00	188.36	104.00	188.07	2.63	50.66	23.65	6
43	105.00	189.00	188.36	105.40	188.87	188.87	105.13	188.74	0.65	52.20	23.65	6

Forze applicate sulle strisce [FELLENIOUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	3455	0	3247	1922	0	0	0	0	0	
2	10154	0	9669	3737	0	0	0	0	0	
3	16442	0	15834	5481	0	0	0	0	0	
4	22332	0	21713	7146	0	0	0	0	0	
5	27834	0	27283	8724	0	0	0	0	0	
6	35304	0	34843	10932	0	0	0	0	0	
7	40681	0	40373	12501	0	0	0	0	0	
8	45773	0	45609	13988	0	0	0	0	0	
9	21100	0	20489	6263	577	0	0	0	0	
10	21907	0	20503	6267	1386	0	0	0	0	
11	22676	0	20562	6283	2107	0	0	0	0	
12	23410	0	20660	6311	2749	0	0	0	0	
13	24109	0	20823	6358	3285	0	0	0	0	
14	24773	0	20993	6406	3773	0	0	0	0	
15	25402	0	21147	6450	4234	0	0	0	0	
16	25997	0	21345	6507	4609	0	0	0	0	
17	24412	0	19754	6020	4593	0	0	0	0	
18	28818	0	23032	7023	5670	0	0	0	0	
19	39609	0	30862	9434	8504	0	0	0	0	
20	39023	0	29718	9111	8946	0	0	0	0	
21	23596	0	17511	5385	5800	0	0	0	0	
22	39646	0	29082	8951	9950	0	0	0	0	
23	40344	0	29310	9020	10214	0	0	0	0	
24	39840	0	28546	8788	10268	0	0	0	0	
25	40249	0	28606	8809	10365	0	0	0	0	
26	40531	0	28485	8779	10487	0	0	0	0	
27	40685	0	28386	8756	10436	0	0	0	0	
28	54251	0	37461	11574	13790	0	0	0	0	
29	53956	0	36936	11436	13388	0	0	0	0	
30	53318	0	36132	11221	12884	0	0	0	0	
31	52325	0	35265	10989	12067	0	0	0	0	
32	42587	0	28573	8939	9321	0	0	0	0	
33	41414	0	27808	8734	8440	0	0	0	0	
34	40003	0	26975	8512	7412	0	0	0	0	
35	45776	0	31196	9903	7300	0	0	0	0	
36	42919	0	29966	9580	5182	0	0	0	0	
37	45770	0	33492	10799	2795	0	0	0	0	
38	40329	0	30725	10062	0	0	0	0	0	
39	33919	0	24678	8403	0	0	0	0	0	
40	18765	0	13047	4744	0	0	0	0	0	
41	12533	0	8346	3451	0	0	0	0	0	
42	5762	0	3653	2169	0	0	0	0	0	
43	265	0	163	324	0	0	0	0	0	

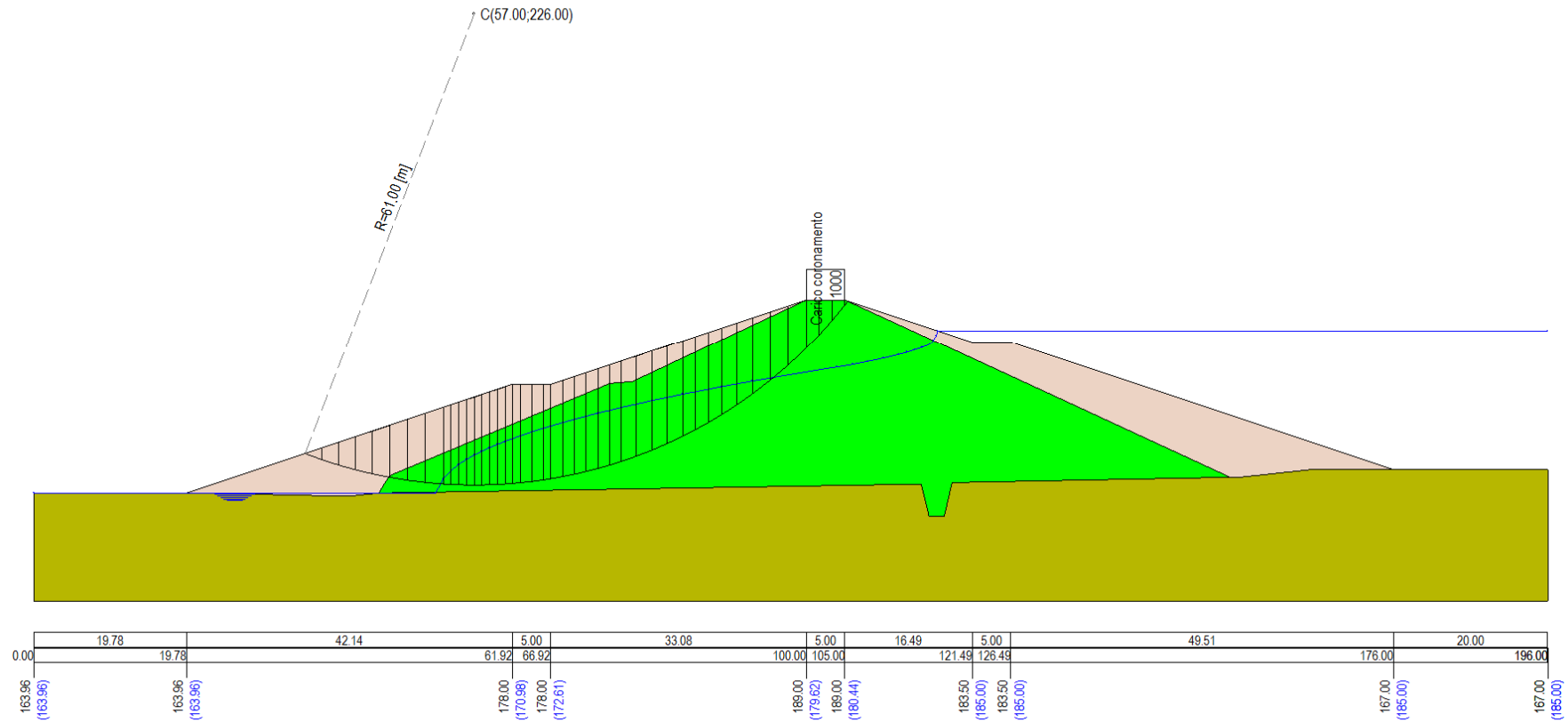


Figura A-1 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 01.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	38246
Coefficiente di sicurezza minimo	1.628
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	45	
Coordinate del centro	X[m]= 43.00	Y[m]= 258.00
Raggio del cerchio	R[m]= 94.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 25.08	Y _v [m]= 165.72
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 106.35	Y _m [m]= 188.55
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.628	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	25.08	165.72	165.72	27.67	166.59	165.26	26.80	165.86	2.63	-10.19	23.65	6
2	27.67	166.59	165.26	30.26	167.45	164.87	29.10	166.05	2.62	-8.59	23.65	6
3	30.26	167.45	164.87	32.85	168.31	164.55	31.63	166.30	2.61	-6.99	23.65	6
4	32.85	168.31	164.55	35.44	169.18	164.30	34.20	166.59	2.60	-5.41	23.65	6
5	35.44	169.18	164.30	38.03	170.04	164.13	36.78	166.92	2.60	-3.82	23.65	6
6	38.03	170.04	164.13	40.62	170.90	164.03	39.36	167.28	2.59	-2.24	23.65	6
7	40.62	170.90	164.03	42.63	171.57	164.00	41.64	167.63	2.00	-0.84	23.65	6
8	42.63	171.57	164.00	44.63	172.24	164.01	43.64	167.96	2.00	0.38	23.65	6
9	44.63	172.24	164.01	47.09	173.06	164.09	45.88	168.35	2.46	1.74	23.65	6
10	47.09	173.06	164.09	49.54	173.88	164.23	48.33	168.82	2.46	3.24	23.65	6
11	49.54	173.88	164.23	52.00	174.69	164.43	50.78	169.31	2.47	4.74	23.65	6
12	52.00	174.69	164.43	53.00	175.03	164.53	52.50	169.67	1.01	5.80	23.65	6
13	53.00	175.03	164.53	54.00	175.36	164.65	53.50	169.89	1.01	6.41	23.65	6
14	54.00	175.36	164.65	55.00	175.69	164.77	54.50	170.12	1.01	7.03	23.65	6
15	55.00	175.69	164.77	56.00	176.03	164.90	55.50	170.35	1.01	7.64	23.65	6
16	56.00	176.03	164.90	57.00	176.36	165.05	56.50	170.59	1.01	8.26	23.65	6
17	57.00	176.36	165.05	58.00	176.69	165.20	57.50	170.83	1.01	8.87	23.65	6
18	58.00	176.69	165.20	59.00	177.03	165.37	58.50	171.07	1.01	9.49	23.65	6
19	59.00	177.03	165.37	60.00	177.36	165.55	59.50	171.33	1.02	10.11	23.65	6
20	60.00	177.36	165.55	61.00	177.69	165.74	60.50	171.59	1.02	10.73	23.65	6
21	61.00	177.69	165.74	61.92	178.00	165.92	61.46	171.84	0.94	11.33	23.65	6
22	61.92	178.00	165.92	63.00	178.00	166.15	62.46	172.02	1.10	11.95	23.65	6
23	63.00	178.00	166.15	64.50	178.00	166.49	63.75	172.16	1.54	12.75	23.65	6
24	64.50	178.00	166.49	66.00	178.00	166.86	65.25	172.34	1.54	13.69	23.65	6
25	66.00	178.00	166.86	66.92	178.00	167.09	66.46	172.49	0.95	14.45	23.65	6
26	66.92	178.00	167.09	68.46	178.51	167.51	67.69	172.78	1.60	15.23	23.65	6
27	68.46	178.51	167.51	70.00	179.02	167.96	69.23	173.25	1.60	16.20	23.65	6
28	70.00	179.02	167.96	71.50	179.52	168.42	70.75	173.73	1.57	17.17	23.65	6
29	71.50	179.52	168.42	73.00	180.02	168.92	72.25	174.22	1.58	18.13	23.65	6
30	73.00	180.02	168.92	74.50	180.52	169.44	73.75	174.72	1.59	19.10	23.65	6
31	74.50	180.52	169.44	76.00	181.02	169.98	75.25	175.24	1.60	20.07	23.65	6
32	76.00	181.02	169.98	78.00	181.68	170.76	77.00	175.86	2.15	21.21	23.65	6
33	78.00	181.68	170.76	80.00	182.35	171.59	79.00	176.59	2.17	22.52	23.65	6
34	80.00	182.35	171.59	82.00	183.01	172.47	81.00	177.35	2.19	23.85	23.65	6
35	82.00	183.01	172.47	84.00	183.68	173.41	83.00	178.14	2.21	25.19	23.65	6
36	84.00	183.68	173.41	86.50	184.51	174.67	85.24	179.06	2.80	26.71	23.65	6
37	86.50	184.51	174.67	89.00	185.34	176.02	87.74	180.13	2.84	28.43	23.65	6
38	89.00	185.34	176.02	91.00	186.01	177.18	89.99	181.13	2.31	30.00	23.65	6
39	91.00	186.01	177.18	93.00	186.67	178.40	91.99	182.06	2.34	31.42	23.65	6
40	93.00	186.67	178.40	95.33	187.45	179.92	94.15	183.10	2.78	32.98	23.65	6
41	95.33	187.45	179.92	97.67	188.22	181.53	96.48	184.27	2.84	34.70	23.65	6
42	97.67	188.22	181.53	100.00	189.00	183.25	98.80	185.49	2.90	36.44	23.65	6
43	100.00	189.00	183.25	102.50	189.00	185.23	101.16	186.59	3.19	38.30	23.65	6
44	102.50	189.00	185.23	105.00	189.00	187.35	103.59	187.57	3.28	40.27	23.65	6
45	105.00	189.00	187.35	106.35	188.55	188.55	105.45	188.30	1.81	41.82	23.65	6

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	3586	0	4031	2153	0	0	2832	0	0	
2	10557	0	11297	4103	0	2832	8576	0	0	
3	17130	0	17982	5898	0	8576	16620	0	0	
4	23308	0	24127	7548	0	16620	26407	0	0	
5	29096	0	29766	9062	0	26407	37433	0	0	
6	34495	0	34930	10450	0	37433	49240	0	0	
7	30150	0	30284	8961	0	49240	58644	0	0	
8	32970	0	32906	9667	0	58644	68091	0	0	
9	43994	0	43627	12735	0	68091	79493	0	0	
10	47635	0	46939	13628	0	79493	90445	0	0	
11	50946	0	49923	14432	0	90445	100700	0	0	
12	21690	0	21092	6083	91	100700	104611	0	0	
13	22174	0	20821	6010	818	104611	108166	0	0	
14	22631	0	20462	5914	1612	108166	111335	0	0	
15	23062	0	20226	5851	2257	111335	114145	0	0	
16	23469	0	20072	5810	2800	114145	116610	0	0	
17	23853	0	20012	5795	3225	116610	118751	0	0	
18	24213	0	19981	5787	3600	118751	120571	0	0	
19	24549	0	19960	5782	3945	120571	122067	0	0	
20	24861	0	19998	5794	4207	122067	123253	0	0	
21	23128	0	18400	5331	4120	123253	124058	0	0	
22	27030	0	21318	6184	5002	124058	124659	0	0	
23	36648	0	28351	8252	7355	124659	124825	0	0	
24	35538	0	27075	7911	7576	124825	124309	0	0	
25	21215	0	15876	4657	4832	124309	123651	0	0	
26	35277	0	26303	7724	8155	123651	122053	0	0	
27	35527	0	26526	7788	8208	122053	119838	0	0	
28	34758	0	25935	7615	8091	119838	117069	0	0	
29	34821	0	26124	7669	8005	117069	113737	0	0	
30	34797	0	26226	7700	7932	113737	109839	0	0	
31	34687	0	26382	7746	7717	109839	105416	0	0	
32	45919	0	35318	10373	9911	105416	98726	0	0	
33	45337	0	35481	10425	9276	98726	91213	0	0	
34	44523	0	35515	10443	8548	91213	82951	0	0	
35	43476	0	35540	10459	7586	82951	74063	0	0	
36	52490	0	44289	13052	7905	74063	62260	0	0	
37	49987	0	44025	12999	5781	62260	49977	0	0	
38	37857	0	34890	10325	2862	49977	40040	0	0	
39	35653	0	34491	10231	1037	40040	30249	0	0	
40	38428	0	38377	11454	0	30249	18966	0	0	
41	34572	0	34774	10508	0	18966	7811	0	0	
42	30230	0	30626	9417	0	7811	-2807	0	0	
43	24783	0	25203	8074	0	-2807	-12090	0	0	
44	14128	0	14162	5140	0	-12090	-17322	0	0	
45	2320	0	1980	1266	0	-17322	-17699	0	0	

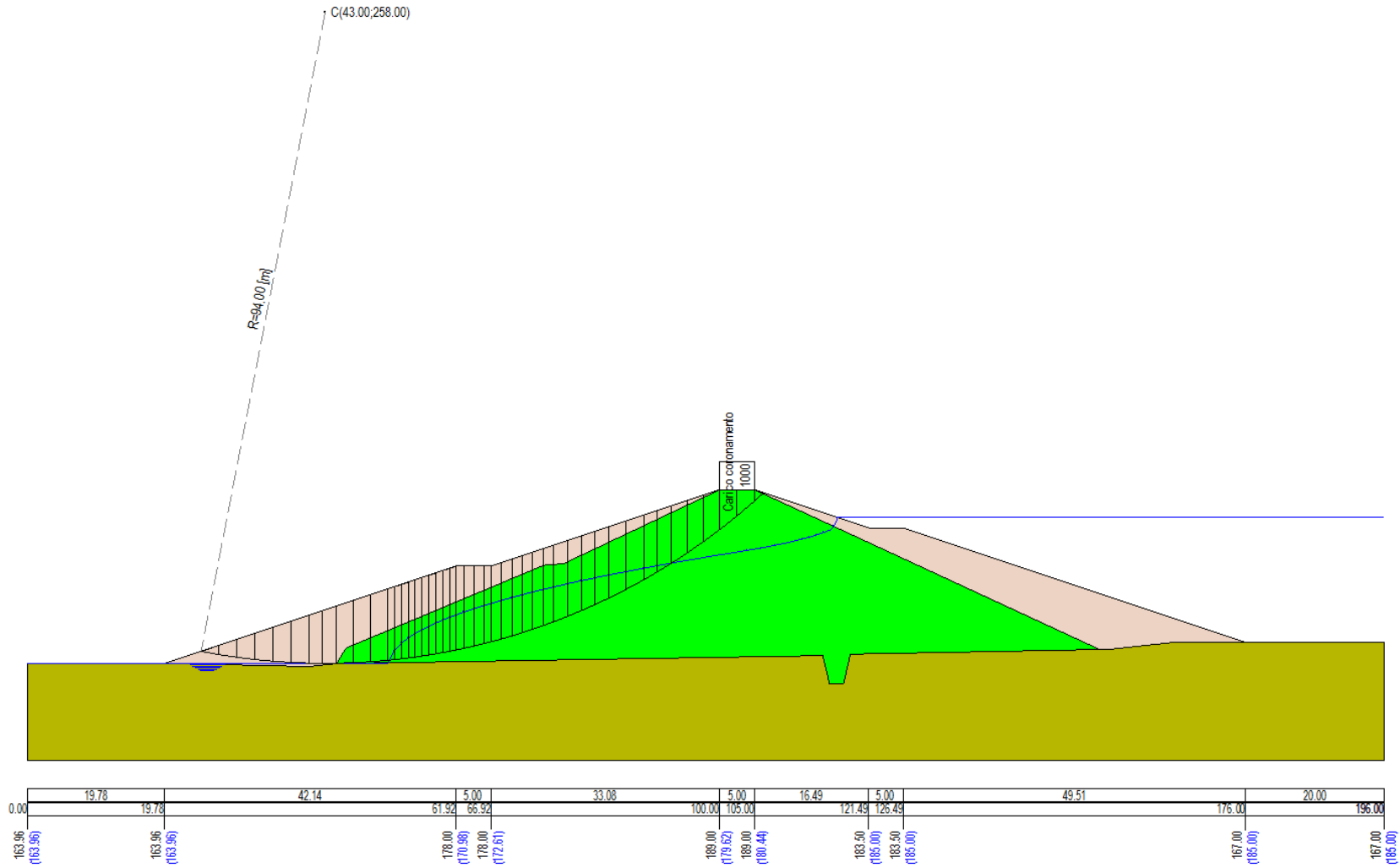


Figura A-2 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 01.

VERIFICA DI STABILITÀ 02

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{yi} [kg/m]	V _{yf} [kg/m]	V _{xi} [kg/m]	V _{xf} [kg/m]
1	Carico coronamento	105.00	100.00	1000	1000	0	0
2	Azione inerziale acqua 1/4	162.50	176.00	798	837	-266	-279
3	Azione inerziale acqua 2/4	149.00	162.50	676	798	-225	-266
4	Azione inerziale acqua 3/4	135.50	149.00	460	676	-153	-225
5	Azione inerziale acqua 4/4	122.00	135.50	0	460	0	-153

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	76492
Coefficiente di sicurezza minimo	0.630
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	65.00	244.00	79.00	37.61	117.39	914.40	0.630 (F)	[A2M2]	H-V
27	C	65.00	236.00	71.00	38.41	115.06	867.90	0.632 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	54
Coordinate del centro	X[m]= 65.00 Y[m]= 244.00
Raggio del cerchio	R[m]= 79.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 37.61 Y _v [m]= 169.90
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 117.39 Y _m [m]= 184.87
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.630

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{sd} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _{sg} [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	37.61	169.90	169.90	39.71	170.60	169.16	39.01	169.89	2.23	-19.48	0.00	49
2	39.71	170.60	169.16	41.81	171.30	168.48	40.88	169.89	2.21	-17.87	0.00	49
3	41.81	171.30	168.48	43.92	172.00	167.87	42.93	169.91	2.19	-16.27	0.00	49
4	43.92	172.00	167.87	46.02	172.70	167.31	45.01	169.97	2.17	-14.69	0.00	49
5	46.02	172.70	167.31	48.35	173.48	166.78	47.22	170.07	2.39	-13.04	0.00	49
6	48.35	173.48	166.78	50.67	174.25	166.31	49.54	170.21	2.37	-11.31	0.00	49
7	50.67	174.25	166.31	53.00	175.03	165.92	51.86	170.38	2.36	-9.59	0.00	49
8	53.00	175.03	165.92	54.00	175.36	165.77	53.50	170.52	1.01	-8.37	0.00	49
9	54.00	175.36	165.77	55.00	175.69	165.64	54.50	170.62	1.01	-7.64	0.00	49
10	55.00	175.69	165.64	56.00	176.03	165.51	55.50	170.72	1.01	-6.91	0.00	49
11	56.00	176.03	165.51	57.00	176.36	165.41	56.50	170.83	1.01	-6.18	0.00	49
12	57.00	176.36	165.41	58.00	176.69	165.31	57.50	170.94	1.00	-5.45	0.00	49
13	58.00	176.69	165.31	59.00	177.03	165.23	58.50	171.07	1.00	-4.72	0.00	49
14	59.00	177.03	165.23	60.00	177.36	165.16	59.50	171.19	1.00	-3.99	0.00	49
15	60.00	177.36	165.16	61.00	177.69	165.10	60.50	171.33	1.00	-3.27	0.00	49
16	61.00	177.69	165.10	61.92	178.00	165.06	61.46	171.46	0.92	-2.57	0.00	49
17	61.92	178.00	165.06	63.00	178.00	165.03	62.46	171.52	1.08	-1.84	0.00	49
18	63.00	178.00	165.03	64.50	178.00	165.00	63.75	171.51	1.50	-0.91	0.00	49
19	64.50	178.00	165.00	66.00	178.00	165.01	65.25	171.50	1.50	0.18	0.00	49
20	66.00	178.00	165.01	66.92	178.00	165.02	66.46	171.51	0.92	1.06	0.00	49
21	66.92	178.00	165.02	68.46	178.51	165.08	67.69	171.65	1.54	1.95	0.00	49
22	68.46	178.51	165.08	70.00	179.02	165.16	69.23	171.94	1.54	3.07	0.00	49
23	70.00	179.02	165.16	71.50	179.52	165.27	70.75	172.24	1.50	4.17	0.00	49
24	71.50	179.52	165.27	73.00	180.02	165.41	72.25	172.56	1.51	5.27	0.00	49
25	73.00	180.02	165.41	74.50	180.52	165.57	73.75	172.88	1.51	6.36	0.00	49
26	74.50	180.52	165.57	76.00	181.02	165.77	75.25	173.22	1.51	7.46	0.00	49
27	76.00	181.02	165.77	78.00	181.68	166.08	77.00	173.64	2.02	8.74	0.00	49

N°	X _i [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
28	78.00	181.68	166.08	80.00	182.35	166.44	79.00	174.14	2.03	10.21	0.00	49
29	80.00	182.35	166.44	82.00	183.01	166.85	81.00	174.66	2.04	11.69	0.00	49
30	82.00	183.01	166.85	84.00	183.68	167.32	83.00	175.22	2.05	13.17	0.00	49
31	84.00	183.68	167.32	86.50	184.51	167.98	85.25	175.87	2.59	14.85	0.00	49
32	86.50	184.51	167.98	89.00	185.34	168.73	87.75	176.64	2.61	16.74	0.00	49
33	89.00	185.34	168.73	91.00	186.01	169.40	90.00	177.37	2.11	18.45	0.00	49
34	91.00	186.01	169.40	93.00	186.67	170.13	92.00	178.05	2.13	19.99	0.00	49
35	93.00	186.67	170.13	95.00	187.34	170.92	94.00	178.76	2.15	21.54	0.00	49
36	95.00	187.34	170.92	97.00	188.00	171.77	96.00	179.51	2.17	23.11	0.00	49
37	97.00	188.00	171.77	99.00	188.67	172.69	98.00	180.28	2.20	24.69	0.00	49
38	99.00	188.67	172.69	100.00	189.00	173.18	99.50	180.88	1.11	25.89	0.00	49
39	100.00	189.00	173.18	102.00	189.00	174.20	100.99	181.34	2.25	27.11	0.00	49
40	102.00	189.00	174.20	104.00	189.00	175.30	102.99	181.87	2.28	28.75	0.00	49
41	104.00	189.00	175.30	105.00	189.00	175.88	104.50	182.29	1.15	30.00	0.00	49
42	105.00	189.00	175.88	106.00	188.67	176.47	105.49	182.50	1.16	30.84	0.00	49
43	106.00	188.67	176.47	108.00	188.00	177.73	106.97	182.71	2.36	32.12	0.00	49
44	108.00	188.00	177.73	110.00	187.33	179.07	108.96	183.03	2.41	33.85	0.00	49
45	110.00	187.33	179.07	111.00	187.00	179.77	110.49	183.29	1.22	35.17	0.00	49
46	111.00	187.00	179.77	112.00	186.67	180.50	111.49	183.48	1.24	36.06	0.00	49
47	112.00	186.67	180.50	113.00	186.33	181.25	112.48	183.68	1.25	36.96	0.00	49
48	113.00	186.33	181.25	114.00	186.00	182.03	113.48	183.90	1.27	37.88	0.00	49
49	114.00	186.00	182.03	115.00	185.66	182.84	114.47	184.13	1.28	38.80	0.00	49
50	115.00	185.66	182.84	116.00	185.33	183.67	115.46	184.36	1.30	39.74	0.00	49
51	116.00	185.33	183.67	116.48	185.17	184.08	116.22	184.56	0.63	40.44	0.00	49
52	116.48	185.17	184.08	116.82	185.06	184.37	116.64	184.67	0.45	40.83	0.00	49
53	116.82	185.06	184.37	117.00	185.00	184.53	116.90	184.74	0.24	41.08	0.00	49
54	117.00	185.00	184.53	117.39	184.87	184.87	117.13	184.80	0.52	41.35	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENIIUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	3161	0	3396	17760	0	0	0	0	0	
2	9340	0	10085	17592	0	0	0	0	0	
3	15235	0	16517	17442	0	0	0	0	0	
4	20852	0	22683	17309	0	0	0	0	0	
5	29303	0	31960	19025	0	0	0	0	0	
6	35495	0	38788	18902	0	0	0	0	0	
7	41335	0	45213	18798	0	0	0	0	0	
8	19549	0	21387	8050	0	0	0	0	0	
9	20547	0	22475	8036	0	0	0	0	0	
10	21515	0	23527	8023	0	0	0	0	0	
11	22455	0	24544	8011	0	0	0	0	0	
12	23367	0	25525	8001	0	0	0	0	0	
13	24252	0	26470	7992	0	0	0	0	0	
14	25109	0	27381	7984	0	0	0	0	0	
15	25939	0	28255	7977	0	0	0	0	0	
16	24575	0	26736	7335	0	0	0	0	0	
17	29281	0	31811	8606	0	0	0	0	0	
18	40758	0	44188	11948	0	0	0	0	0	
19	40785	0	44097	11947	0	0	0	0	0	
20	24993	0	26955	7329	0	0	0	0	0	
21	42547	0	45760	12272	0	0	0	0	0	
22	43977	0	47117	12283	0	0	0	0	0	
23	44117	0	47071	11979	0	0	0	0	0	
24	45291	0	48106	11997	0	0	0	0	0	
25	46374	0	49015	12021	0	0	0	0	0	
26	47369	0	49802	12049	0	0	0	0	0	
27	64546	0	67408	16116	0	0	0	0	0	
28	65927	0	68276	16185	0	0	0	0	0	
29	67081	0	68838	16266	0	0	0	0	0	
30	68008	0	69097	16359	0	0	0	0	0	
31	85950	0	86265	20600	0	0	0	0	0	
32	86579	0	85610	20792	0	0	0	0	0	
33	69411	0	67633	16792	0	0	0	0	0	
34	69263	0	66541	16950	0	0	0	0	0	
35	68859	0	65153	17125	0	0	0	0	0	
36	68191	0	63472	17318	0	0	0	0	0	
37	67250	0	61502	17532	0	0	0	0	0	
38	33194	0	29932	8853	0	0	0	0	0	
39	63923	0	56787	17896	0	0	0	0	0	
40	59683	0	51907	18170	0	0	0	0	0	
41	28088	0	24017	9197	0	0	0	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
42	26509	0	22399	9276	0	0	0	0	0	
43	47043	0	39010	18808	0	0	0	0	0	
44	38811	0	31333	19180	0	0	0	0	0	
45	16216	0	12813	9743	0	0	0	0	0	
46	14017	0	10909	9852	0	0	0	0	0	
47	11769	0	9016	9968	0	0	0	0	0	
48	9468	0	7134	10090	0	0	0	0	0	
49	7092	0	5253	10220	0	0	0	0	0	
50	4678	0	3403	10357	0	0	0	0	0	
51	1379	0	989	5023	0	0	0	0	0	
52	631	0	449	3579	0	0	0	0	0	
53	217	0	154	1902	0	0	0	0	0	
54	191	26	148	4111	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u [m]
1	0.086686
2	0.057166
3	0.074997
4	0.073476
5	0.060673
6	0.072029
7	0.073869
8	0.079967
9	0.061400
10	0.098823
11	0.069961
12	0.074544
13	0.069907
14	0.080659
15	0.059630

Accelerazione sismica critica

Spostamento massimo

Velocità massima

$K_c = 0.030$

$U_{max} = 0.098823 \text{ [m]}$

$V_{max} = 0.083680 \text{ [m/s]}$

Superficie n° 27

n°	u [m]
1	0.110763
2	0.072845
3	0.097416
4	0.093150
5	0.078095
6	0.088617
7	0.095589
8	0.098454
9	0.079844
10	0.120020
11	0.089300
12	0.093035
13	0.088558
14	0.103739
15	0.074653

Accelerazione sismica critica

Spostamento massimo

Velocità massima

$K_c = 0.026$

$U_{max} = 0.120020 \text{ [m]}$

$V_{max} = 0.090903 \text{ [m/s]}$

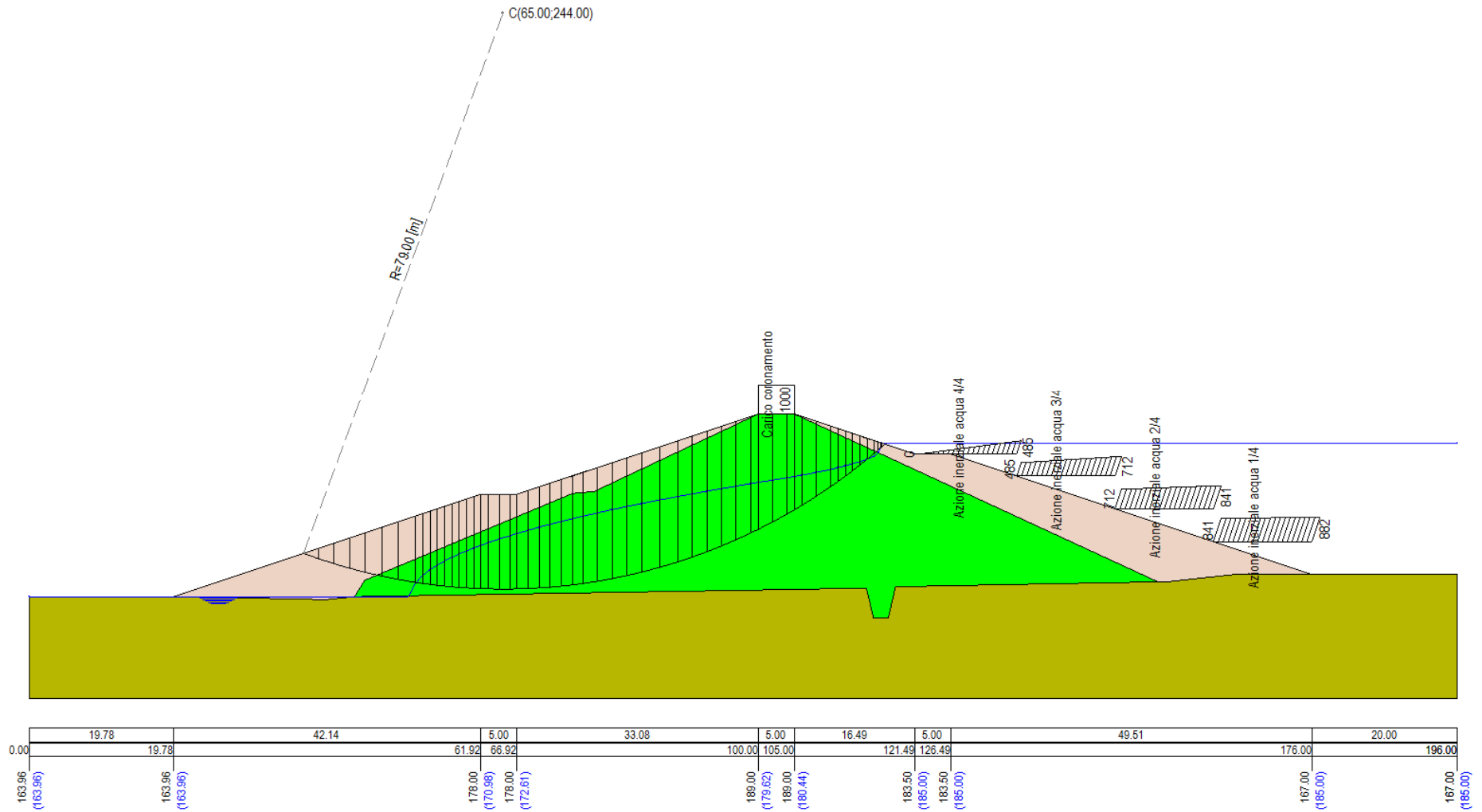


Figura A-3 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 02.

$U_{max}=0.120020 \text{ m}$ $V_{max}=0.090903 \text{ m/s}$

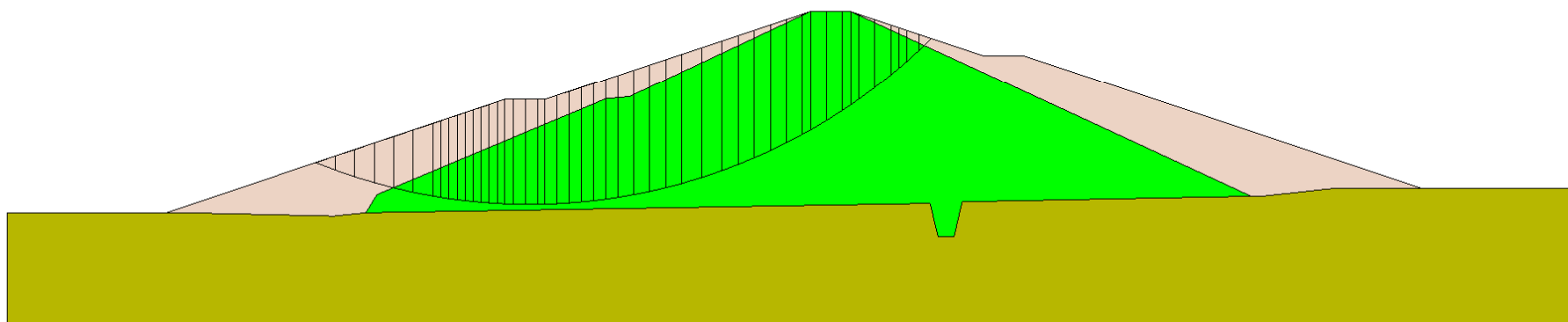


Figura A-4 – Superficie critica num. 27 FELLENIUS verifica di stabilità 02.

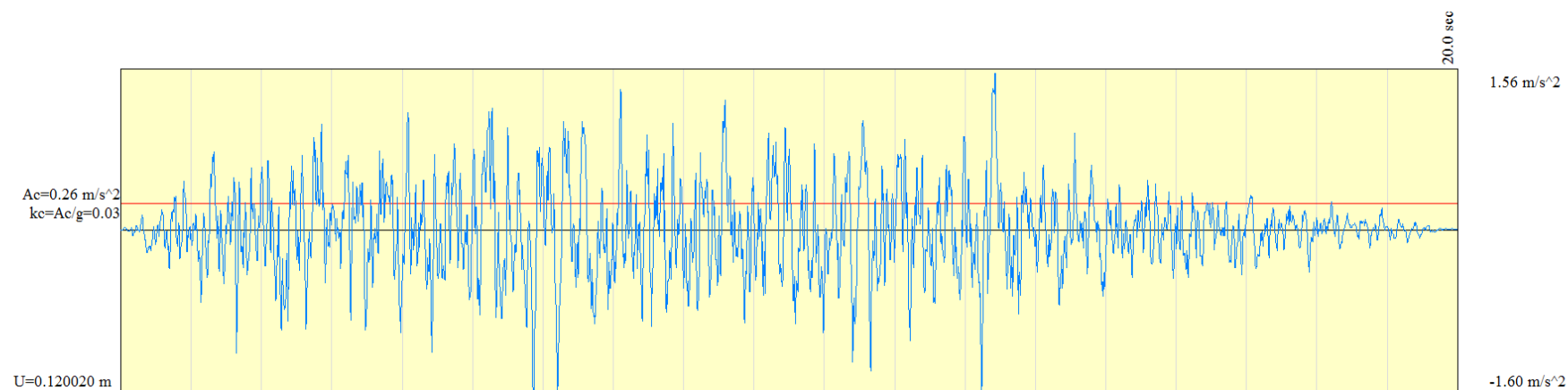


Figura A-5 – Accelerogramma superficie critica num. 27 FELLENIUS verifica di stabilità 02.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate 76492
 Coefficiente di sicurezza minimo 0.630
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	65.00	244.00	79.00	37.61	117.39	914.40	0.630 (B)	[A2M2]	H-V
27	C	65.00	236.00	71.00	38.41	115.06	867.90	0.632 (B)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce 54
 Coordinate del centro X[m]= 65.00 Y[m]= 244.00
 Raggio del cerchio R[m]= 79.00
 Intersezione a valle con il profilo topografico X_v[m]= 37.61 Y_v[m]= 169.90
 Intersezione a monte con il profilo topografico X_m[m]= 117.39 Y_m[m]= 184.87
 Coefficiente di sicurezza F_s= 0.630

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{di} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	37.61	169.90	169.90	39.71	170.60	169.16	39.01	169.89	2.23	-19.48	0.00	49
2	39.71	170.60	169.16	41.81	171.30	168.48	40.88	169.89	2.21	-17.87	0.00	49
3	41.81	171.30	168.48	43.92	172.00	167.87	42.93	169.91	2.19	-16.27	0.00	49
4	43.92	172.00	167.87	46.02	172.70	167.31	45.01	169.97	2.17	-14.69	0.00	49
5	46.02	172.70	167.31	48.35	173.48	166.78	47.22	170.07	2.39	-13.04	0.00	49
6	48.35	173.48	166.78	50.67	174.25	166.31	49.54	170.21	2.37	-11.31	0.00	49
7	50.67	174.25	166.31	53.00	175.03	165.92	51.86	170.38	2.36	-9.59	0.00	49
8	53.00	175.03	165.92	54.00	175.36	165.77	53.50	170.52	1.01	-8.37	0.00	49
9	54.00	175.36	165.77	55.00	175.69	165.64	54.50	170.62	1.01	-7.64	0.00	49
10	55.00	175.69	165.64	56.00	176.03	165.51	55.50	170.72	1.01	-6.91	0.00	49
11	56.00	176.03	165.51	57.00	176.36	165.41	56.50	170.83	1.01	-6.18	0.00	49
12	57.00	176.36	165.41	58.00	176.69	165.31	57.50	170.94	1.00	-5.45	0.00	49
13	58.00	176.69	165.31	59.00	177.03	165.23	58.50	171.07	1.00	-4.72	0.00	49
14	59.00	177.03	165.23	60.00	177.36	165.16	59.50	171.19	1.00	-3.99	0.00	49
15	60.00	177.36	165.16	61.00	177.69	165.10	60.50	171.33	1.00	-3.27	0.00	49
16	61.00	177.69	165.10	61.92	178.00	165.06	61.46	171.46	0.92	-2.57	0.00	49
17	61.92	178.00	165.06	63.00	178.00	165.03	62.46	171.52	1.08	-1.84	0.00	49
18	63.00	178.00	165.03	64.50	178.00	165.00	63.75	171.51	1.50	-0.91	0.00	49
19	64.50	178.00	165.00	66.00	178.00	165.01	65.25	171.50	1.50	0.18	0.00	49
20	66.00	178.00	165.01	66.92	178.00	165.02	66.46	171.51	0.92	1.06	0.00	49
21	66.92	178.00	165.02	68.46	178.51	165.08	67.69	171.65	1.54	1.95	0.00	49
22	68.46	178.51	165.08	70.00	179.02	165.16	69.23	171.94	1.54	3.07	0.00	49
23	70.00	179.02	165.16	71.50	179.52	165.27	70.75	172.24	1.50	4.17	0.00	49
24	71.50	179.52	165.27	73.00	180.02	165.41	72.25	172.56	1.51	5.27	0.00	49
25	73.00	180.02	165.41	74.50	180.52	165.57	73.75	172.88	1.51	6.36	0.00	49
26	74.50	180.52	165.57	76.00	181.02	165.77	75.25	173.22	1.51	7.46	0.00	49
27	76.00	181.02	165.77	78.00	181.68	166.08	77.00	173.64	2.02	8.74	0.00	49
28	78.00	181.68	166.08	80.00	182.35	166.44	79.00	174.14	2.03	10.21	0.00	49
29	80.00	182.35	166.44	82.00	183.01	166.85	81.00	174.66	2.04	11.69	0.00	49
30	82.00	183.01	166.85	84.00	183.68	167.32	83.00	175.22	2.05	13.17	0.00	49
31	84.00	183.68	167.32	86.50	184.51	167.98	85.25	175.87	2.59	14.85	0.00	49
32	86.50	184.51	167.98	89.00	185.34	168.73	87.75	176.64	2.61	16.74	0.00	49
33	89.00	185.34	168.73	91.00	186.01	169.40	90.00	177.37	2.11	18.45	0.00	49
34	91.00	186.01	169.40	93.00	186.67	170.13	92.00	178.05	2.13	19.99	0.00	49
35	93.00	186.67	170.13	95.00	187.34	170.92	94.00	178.76	2.15	21.54	0.00	49
36	95.00	187.34	170.92	97.00	188.00	171.77	96.00	179.51	2.17	23.11	0.00	49
37	97.00	188.00	171.77	99.00	188.67	172.69	98.00	180.28	2.20	24.69	0.00	49
38	99.00	188.67	172.69	100.00	189.00	173.18	99.50	180.88	1.11	25.89	0.00	49
39	100.00	189.00	173.18	102.00	189.00	174.20	100.99	181.34	2.25	27.11	0.00	49
40	102.00	189.00	174.20	104.00	189.00	175.30	102.99	181.87	2.28	28.75	0.00	49
41	104.00	189.00	175.30	105.00	189.00	175.88	104.50	182.29	1.15	30.00	0.00	49
42	105.00	189.00	175.88	106.00	188.67	176.47	105.49	182.50	1.16	30.84	0.00	49
43	106.00	188.67	176.47	108.00	188.00	177.73	106.97	182.71	2.36	32.12	0.00	49
44	108.00	188.00	177.73	110.00	187.33	179.07	108.96	183.03	2.41	33.85	0.00	49
45	110.00	187.33	179.07	111.00	187.00	179.77	110.49	183.29	1.22	35.17	0.00	49
46	111.00	187.00	179.77	112.00	186.67	180.50	111.49	183.48	1.24	36.06	0.00	49
47	112.00	186.67	180.50	113.00	186.33	181.25	112.48	183.68	1.25	36.96	0.00	49
48	113.00	186.33	181.25	114.00	186.00	182.03	113.48	183.90	1.27	37.88	0.00	49
49	114.00	186.00	182.03	115.00	185.66	182.84	114.47	184.13	1.28	38.80	0.00	49
50	115.00	185.66	182.84	116.00	185.33	183.67	115.46	184.36	1.30	39.74	0.00	49
51	116.00	185.33	183.67	116.48	185.17	184.08	116.22	184.56	0.63	40.44	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
52	116.48	185.17	184.08	116.82	185.06	184.37	116.64	184.67	0.45	40.83	0.00	49
53	116.82	185.06	184.37	117.00	185.00	184.53	116.90	184.74	0.24	41.08	0.00	49
54	117.00	185.00	184.53	117.39	184.87	184.87	117.13	184.80	0.52	41.35	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	3161	0	9909	17760	0	0	19531	0	0	
2	9340	0	16287	17592	0	19531	39745	0	0	
3	15235	0	22259	17442	0	39745	60235	0	0	
4	20852	0	27856	17309	0	60235	80635	0	0	
5	29303	0	36941	19025	0	80635	102714	0	0	
6	35495	0	42936	18902	0	102714	123868	0	0	
7	41335	0	48524	18798	0	123868	143735	0	0	
8	19549	0	22559	8050	0	143735	151788	0	0	
9	20547	0	23503	8036	0	151788	159519	0	0	
10	21515	0	24415	8023	0	159519	166903	0	0	
11	22455	0	25299	8011	0	166903	173920	0	0	
12	23367	0	26154	8001	0	173920	180549	0	0	
13	24252	0	26982	7992	0	180549	186770	0	0	
14	25109	0	27784	7984	0	186770	192565	0	0	
15	25939	0	28560	7977	0	192565	197918	0	0	
16	24575	0	26939	7335	0	197918	202436	0	0	
17	29281	0	31967	8606	0	202436	207280	0	0	
18	40758	0	44283	11948	0	207280	213267	0	0	
19	40785	0	44081	11947	0	213267	218409	0	0	
20	24993	0	26904	7329	0	218409	221154	0	0	
21	42547	0	45632	12272	0	221154	224913	0	0	
22	43977	0	46980	12283	0	224913	227475	0	0	
23	44117	0	46975	11979	0	227475	228793	0	0	
24	45291	0	48094	11997	0	228793	228924	0	0	
25	46374	0	49134	12021	0	228924	227850	0	0	
26	47369	0	50100	12049	0	227850	225555	0	0	
27	64546	0	68163	16116	0	225555	220581	0	0	
28	65927	0	69547	16185	0	220581	213410	0	0	
29	67081	0	70734	16266	0	213410	204049	0	0	
30	68008	0	71725	16359	0	204049	192520	0	0	
31	85950	0	90724	20600	0	192520	175127	0	0	
32	86579	0	91544	20792	0	175127	154523	0	0	
33	69411	0	73548	16792	0	154523	135831	0	0	
34	69263	0	73559	16950	0	135831	115298	0	0	
35	68859	0	73318	17125	0	115298	93057	0	0	
36	68191	0	72807	17318	0	93057	69270	0	0	
37	67250	0	72006	17532	0	69270	44127	0	0	
38	33194	0	35615	8853	0	44127	31113	0	0	
39	63923	0	68520	17896	0	31113	5368	0	0	
40	59683	0	63671	18170	0	5368	-19087	0	0	
41	28088	0	29774	9197	0	-19087	-30600	0	0	
42	26509	0	27859	9276	0	-30600	-41250	0	0	
43	47043	0	48277	18808	0	-41250	-58678	0	0	
44	38811	0	37687	19180	0	-58678	-70085	0	0	
45	16216	0	14593	9743	0	-70085	-73176	0	0	
46	14017	0	11583	9852	0	-73176	-74320	0	0	
47	11769	0	8432	9968	0	-74320	-73348	0	0	
48	9468	0	5127	10090	0	-73348	-70079	0	0	
49	7092	0	1627	10220	0	-70079	-64293	0	0	
50	4678	0	-2029	10357	0	-64293	-55796	0	0	
51	1379	0	-2321	5023	0	-55796	-50693	0	0	
52	631	0	-2190	3579	0	-50693	-46656	0	0	
53	217	0	-1346	1902	0	-46656	-44374	0	0	
54	191	26	-3309	4111	0	-44374	-39142	0	0	

VERIFICA DI STABILITÀ 03

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{yi} [kg/m]	V _{yf} [kg/m]	V _{xi} [kg/m]	V _{xf} [kg/m]
1	Carico coronamento	105.00	100.00	1000	1000	0	0
2	Azione inerziale acqua 1/4	162.50	176.00	981	1030	-327	-343
3	Azione inerziale acqua 2/4	149.00	162.50	832	981	-277	-327
4	Azione inerziale acqua 3/4	135.50	149.00	566	832	-189	-277
5	Azione inerziale acqua 4/4	122.00	135.50	0	566	0	-189

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	76492
Coefficiente di sicurezza minimo	0.571
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	67.00	248.00	83.00	38.29	119.89	964.31	0.571 (F)	[A2M2]	H-V
110	C	63.00	232.00	67.00	37.74	112.25	810.04	0.585 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	54
Coordinate del centro	X[m]= 67.00 Y[m]= 248.00
Raggio del cerchio	R[m]= 83.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 38.29 Y _v [m]= 170.13
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 119.89 Y _m [m]= 184.03
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.571

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{sd} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _{sg} [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	38.29	170.13	170.13	40.74	170.94	169.26	39.92	170.11	2.60	-19.34	0.00	49
2	40.74	170.94	169.26	43.19	171.76	168.49	42.10	170.11	2.57	-17.56	0.00	49
3	43.19	171.76	168.49	45.64	172.58	167.79	44.49	170.16	2.55	-15.79	0.00	49
4	45.64	172.58	167.79	48.10	173.39	167.18	46.92	170.24	2.53	-14.04	0.00	49
5	48.10	173.39	167.18	50.55	174.21	166.65	49.36	170.36	2.51	-12.30	0.00	49
6	50.55	174.21	166.65	53.00	175.03	166.19	51.81	170.52	2.49	-10.57	0.00	49
7	53.00	175.03	166.19	54.00	175.36	166.02	53.50	170.65	1.01	-9.36	0.00	49
8	54.00	175.36	166.02	55.00	175.69	165.87	54.50	170.74	1.01	-8.66	0.00	49
9	55.00	175.69	165.87	56.00	176.03	165.73	55.50	170.83	1.01	-7.96	0.00	49
10	56.00	176.03	165.73	57.00	176.36	165.60	56.50	170.93	1.01	-7.27	0.00	49
11	57.00	176.36	165.60	58.00	176.69	165.49	57.50	171.04	1.01	-6.57	0.00	49
12	58.00	176.69	165.49	59.00	177.03	165.39	58.50	171.15	1.01	-5.88	0.00	49
13	59.00	177.03	165.39	60.00	177.36	165.30	59.50	171.27	1.00	-5.18	0.00	49
14	60.00	177.36	165.30	61.00	177.69	165.22	60.50	171.39	1.00	-4.49	0.00	49
15	61.00	177.69	165.22	61.92	178.00	165.16	61.46	171.52	0.92	-3.83	0.00	49
16	61.92	178.00	165.16	63.00	178.00	165.10	62.46	171.56	1.08	-3.14	0.00	49
17	63.00	178.00	165.10	64.50	178.00	165.04	63.75	171.53	1.50	-2.24	0.00	49
18	64.50	178.00	165.04	66.00	178.00	165.01	65.25	171.51	1.50	-1.21	0.00	49
19	66.00	178.00	165.01	66.92	178.00	165.00	66.46	171.50	0.92	-0.37	0.00	49
20	66.92	178.00	165.00	68.46	178.51	165.01	67.69	171.63	1.54	0.48	0.00	49
21	68.46	178.51	165.01	70.00	179.02	165.05	69.23	171.90	1.54	1.54	0.00	49
22	70.00	179.02	165.05	71.50	179.52	165.12	70.75	172.18	1.50	2.59	0.00	49
23	71.50	179.52	165.12	73.00	180.02	165.22	72.25	172.47	1.50	3.63	0.00	49
24	73.00	180.02	165.22	74.50	180.52	165.34	73.75	172.78	1.50	4.66	0.00	49
25	74.50	180.52	165.34	76.00	181.02	165.49	75.25	173.09	1.51	5.70	0.00	49
26	76.00	181.02	165.49	78.00	181.68	165.73	77.00	173.48	2.01	6.92	0.00	49
27	78.00	181.68	165.73	80.00	182.35	166.02	79.00	173.95	2.02	8.31	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
28	80.00	182.35	166.02	82.00	183.01	166.37	81.00	174.44	2.03	9.71	0.00	49
29	82.00	183.01	166.37	84.00	183.68	166.76	83.00	174.96	2.04	11.12	0.00	49
30	84.00	183.68	166.76	86.50	184.51	167.32	85.25	175.57	2.56	12.70	0.00	49
31	86.50	184.51	167.32	89.00	185.34	167.97	87.75	176.29	2.58	14.48	0.00	49
32	89.00	185.34	167.97	91.00	186.01	168.55	90.00	176.97	2.08	16.09	0.00	49
33	91.00	186.01	168.55	93.00	186.67	169.18	92.00	177.60	2.10	17.53	0.00	49
34	93.00	186.67	169.18	95.00	187.34	169.87	94.00	178.26	2.12	18.99	0.00	49
35	95.00	187.34	169.87	97.00	188.00	170.61	96.00	178.95	2.13	20.45	0.00	49
36	97.00	188.00	170.61	99.00	188.67	171.42	98.00	179.67	2.16	21.93	0.00	49
37	99.00	188.67	171.42	100.00	189.00	171.84	99.50	180.23	1.09	23.05	0.00	49
38	100.00	189.00	171.84	102.00	189.00	172.74	100.99	180.64	2.19	24.18	0.00	49
39	102.00	189.00	172.74	104.00	189.00	173.70	102.99	181.11	2.22	25.71	0.00	49
40	104.00	189.00	173.70	105.00	189.00	174.21	104.50	181.48	1.12	26.86	0.00	49
41	105.00	189.00	174.21	106.00	188.67	174.73	105.50	181.65	1.13	27.64	0.00	49
42	106.00	188.67	174.73	108.00	188.00	175.83	106.98	181.81	2.28	28.81	0.00	49
43	108.00	188.00	175.83	110.00	187.33	177.01	108.97	182.04	2.32	30.40	0.00	49
44	110.00	187.33	177.01	111.00	187.00	177.62	110.49	182.24	1.17	31.61	0.00	49
45	111.00	187.00	177.62	112.00	186.67	178.26	111.49	182.38	1.18	32.42	0.00	49
46	112.00	186.67	178.26	113.00	186.33	178.91	112.49	182.54	1.20	33.24	0.00	49
47	113.00	186.33	178.91	114.00	186.00	179.59	113.49	182.71	1.21	34.07	0.00	49
48	114.00	186.00	179.59	115.00	185.66	180.29	114.49	182.88	1.22	34.91	0.00	49
49	115.00	185.66	180.29	116.00	185.33	181.01	115.48	183.07	1.23	35.76	0.00	49
50	116.00	185.33	181.01	116.48	185.17	181.36	116.23	183.22	0.60	36.39	0.00	49
51	116.48	185.17	181.36	116.82	185.06	181.62	116.65	183.30	0.42	36.74	0.00	49
52	116.82	185.06	181.62	117.00	185.00	181.75	116.91	183.35	0.23	36.96	0.00	49
53	117.00	185.00	181.75	118.44	184.52	182.87	117.64	183.52	1.83	37.67	0.00	49
54	118.44	184.52	182.87	119.89	184.03	184.03	118.93	183.81	1.86	38.94	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENIOUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	4286	0	4736	22842	0	0	0	0	0	
2	12642	0	14031	22606	0	0	0	0	0	
3	20570	0	22908	22398	0	0	0	0	0	
4	28082	0	31351	22216	0	0	0	0	0	
5	35188	0	39343	22059	0	0	0	0	0	
6	41897	0	46871	21925	0	0	0	0	0	
7	18998	0	21250	8907	0	0	0	0	0	
8	20033	0	22401	8889	0	0	0	0	0	
9	21040	0	23517	8874	0	0	0	0	0	
10	22019	0	24598	8859	0	0	0	0	0	
11	22972	0	25643	8846	0	0	0	0	0	
12	23899	0	26655	8835	0	0	0	0	0	
13	24800	0	27631	8824	0	0	0	0	0	
14	25674	0	28572	8815	0	0	0	0	0	
15	24371	0	27088	8103	0	0	0	0	0	
16	29092	0	32288	9505	0	0	0	0	0	
17	40590	0	44954	13192	0	0	0	0	0	
18	40729	0	44986	13185	0	0	0	0	0	
19	25016	0	27562	8085	0	0	0	0	0	
20	42686	0	46903	13534	0	0	0	0	0	
21	44246	0	48437	13539	0	0	0	0	0	
22	44510	0	48529	13196	0	0	0	0	0	
23	45817	0	49738	13209	0	0	0	0	0	
24	47038	0	50825	13226	0	0	0	0	0	
25	48176	0	51793	13248	0	0	0	0	0	
26	65855	0	70351	17705	0	0	0	0	0	
27	67514	0	71556	17763	0	0	0	0	0	
28	68959	0	72464	17832	0	0	0	0	0	
29	70193	0	73079	17912	0	0	0	0	0	
30	89138	0	91755	22522	0	0	0	0	0	
31	90305	0	91687	22691	0	0	0	0	0	
32	72804	0	72928	18293	0	0	0	0	0	
33	73046	0	72230	18432	0	0	0	0	0	
34	73054	0	71246	18587	0	0	0	0	0	
35	72823	0	69976	18759	0	0	0	0	0	
36	72347	0	68424	18948	0	0	0	0	0	
37	35924	0	33550	9551	0	0	0	0	0	
38	69773	0	64301	19267	0	0	0	0	0	
39	66079	0	59761	19507	0	0	0	0	0	
40	31501	0	28066	9851	0	0	0	0	0	
41	30073	0	26516	9920	0	0	0	0	0	

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
42	54651	0	47403	20060	0	0	0	0	0	
43	47096	0	39912	20378	0	0	0	0	0	
44	20628	0	17160	10319	0	0	0	0	0	
45	18620	0	15290	10411	0	0	0	0	0	
46	16570	0	13425	10508	0	0	0	0	0	
47	14477	0	11567	10610	0	0	0	0	0	
48	12340	0	9717	10717	0	0	0	0	0	
49	10157	0	7878	10829	0	0	0	0	0	
50	4080	0	3128	5240	0	0	0	0	0	
51	2578	0	1963	3729	0	0	0	0	0	
52	1260	0	956	1980	0	0	0	0	0	
53	7407	352	5749	16042	0	0	0	0	0	
54	2495	1048	2416	16326	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u
	[m]
1	0.114683
2	0.075495
3	0.099403
4	0.097407
5	0.080631
6	0.093092
7	0.097872
8	0.105356
9	0.081749
10	0.129024
11	0.092885
12	0.098754
13	0.091996
14	0.107508
15	0.078430

Accelerazione sismica critica

Spostamento massimo

Velocità massima

 $K_c = 0.036$ $U_{max} = 0.129024$ [m] $V_{max} = 0.105650$ [m/s]

Superficie n° 110

n°	u
	[m]
1	0.209289
2	0.143202
3	0.187476
4	0.177712
5	0.157690
6	0.159559
7	0.190712
8	0.184089
9	0.153260
10	0.214503
11	0.168818
12	0.171540
13	0.170814
14	0.199071
15	0.143911

Accelerazione sismica critica

Spostamento massimo

Velocità massima

 $K_c = 0.025$ $U_{max} = 0.214503$ [m] $V_{max} = 0.135346$ [m/s]

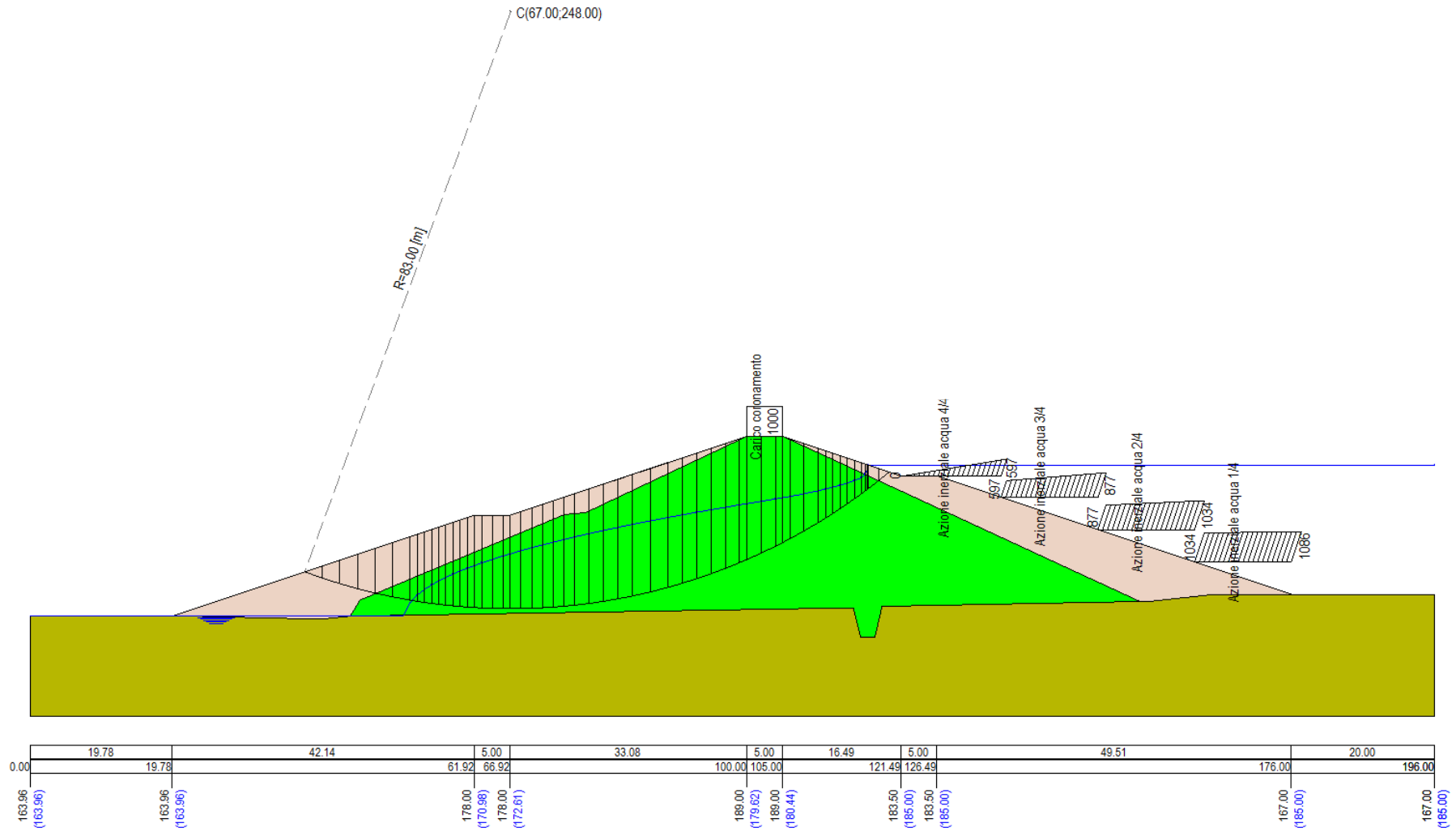


Figura A-6 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 03.

$U_{max}=0.214503 \text{ m}$ $V_{max}=0.135346 \text{ m/s}$

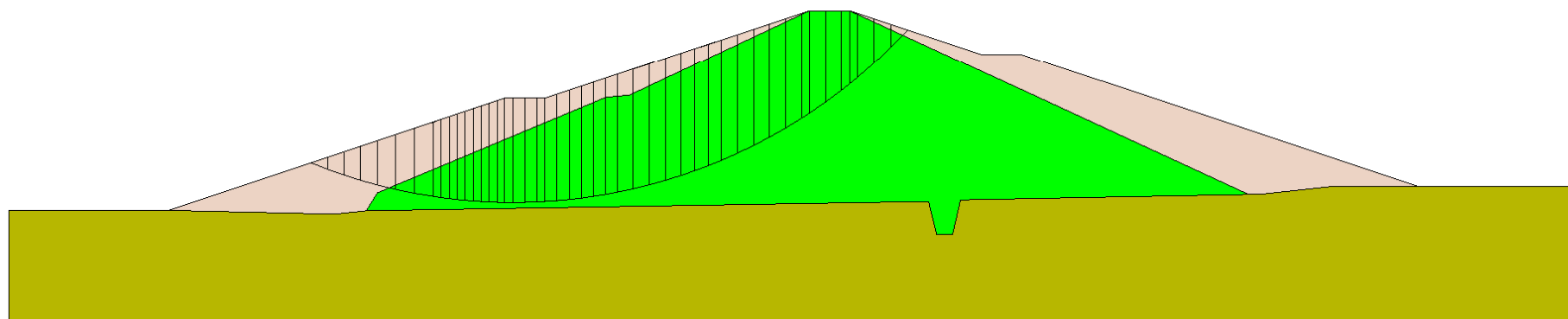


Figura A-7 – Superficie critica num. 110 FELLENIUS verifica di stabilità 03.

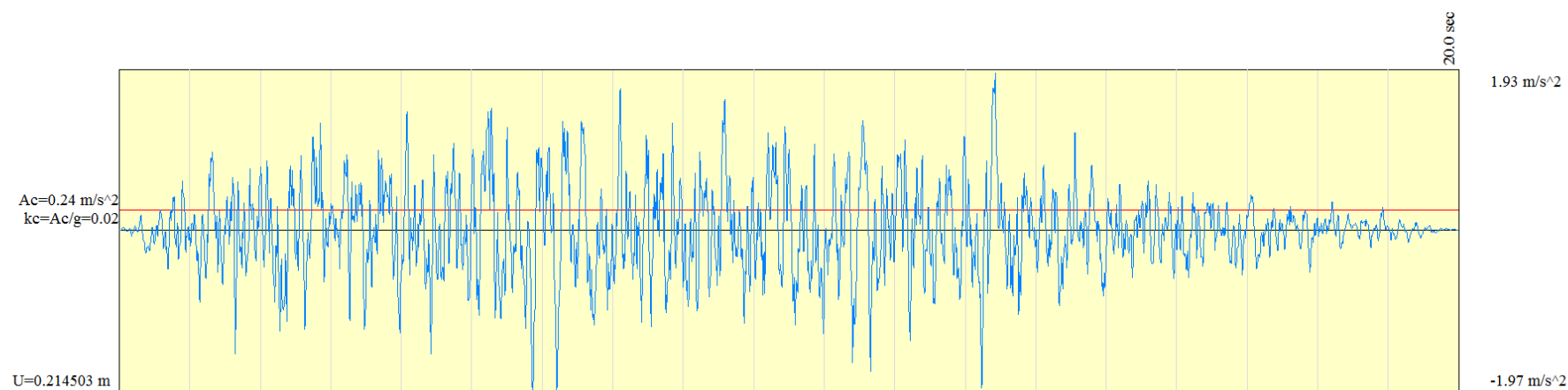


Figura A-8 – Accelerogramma superficie critica num. 110 FELLENIUS verifica di stabilità 03.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	76492
Coefficiente di sicurezza minimo	0.571
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	67.00	248.00	83.00	38.29	119.89	964.31	0.571 (B)	[A2M2]	H-V
110	C	63.00	232.00	67.00	37.74	112.25	810.04	0.585 (B)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	54
Coordinate del centro	X[m]= 67.00 Y[m]= 248.00
Raggio del cerchio	R[m]= 83.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 38.29 Y _v [m]= 170.13
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 119.89 Y _m [m]= 184.03
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.571

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	38.29	170.13	170.13	40.74	170.94	169.26	39.92	170.11	2.60	-19.34	0.00	49
2	40.74	170.94	169.26	43.19	171.76	168.49	42.10	170.11	2.57	-17.56	0.00	49
3	43.19	171.76	168.49	45.64	172.58	167.79	44.49	170.16	2.55	-15.79	0.00	49
4	45.64	172.58	167.79	48.10	173.39	167.18	46.92	170.24	2.53	-14.04	0.00	49
5	48.10	173.39	167.18	50.55	174.21	166.65	49.36	170.36	2.51	-12.30	0.00	49
6	50.55	174.21	166.65	53.00	175.03	166.19	51.81	170.52	2.49	-10.57	0.00	49
7	53.00	175.03	166.19	54.00	175.36	166.02	53.50	170.65	1.01	-9.36	0.00	49
8	54.00	175.36	166.02	55.00	175.69	165.87	54.50	170.74	1.01	-8.66	0.00	49
9	55.00	175.69	165.87	56.00	176.03	165.73	55.50	170.83	1.01	-7.96	0.00	49
10	56.00	176.03	165.73	57.00	176.36	165.60	56.50	170.93	1.01	-7.27	0.00	49
11	57.00	176.36	165.60	58.00	176.69	165.49	57.50	171.04	1.01	-6.57	0.00	49
12	58.00	176.69	165.49	59.00	177.03	165.39	58.50	171.15	1.01	-5.88	0.00	49
13	59.00	177.03	165.39	60.00	177.36	165.30	59.50	171.27	1.00	-5.18	0.00	49
14	60.00	177.36	165.30	61.00	177.69	165.22	60.50	171.39	1.00	-4.49	0.00	49
15	61.00	177.69	165.22	61.92	178.00	165.16	61.46	171.52	0.92	-3.83	0.00	49
16	61.92	178.00	165.16	63.00	178.00	165.10	62.46	171.56	1.08	-3.14	0.00	49
17	63.00	178.00	165.10	64.50	178.00	165.04	63.75	171.53	1.50	-2.24	0.00	49
18	64.50	178.00	165.04	66.00	178.00	165.01	65.25	171.51	1.50	-1.21	0.00	49
19	66.00	178.00	165.01	66.92	178.00	165.00	66.46	171.50	0.92	-0.37	0.00	49
20	66.92	178.00	165.00	68.46	178.51	165.01	67.69	171.63	1.54	0.48	0.00	49
21	68.46	178.51	165.01	70.00	179.02	165.05	69.23	171.90	1.54	1.54	0.00	49
22	70.00	179.02	165.05	71.50	179.52	165.12	70.75	172.18	1.50	2.59	0.00	49
23	71.50	179.52	165.12	73.00	180.02	165.22	72.25	172.47	1.50	3.63	0.00	49
24	73.00	180.02	165.22	74.50	180.52	165.34	73.75	172.78	1.50	4.66	0.00	49
25	74.50	180.52	165.34	76.00	181.02	165.49	75.25	173.09	1.51	5.70	0.00	49
26	76.00	181.02	165.49	78.00	181.68	165.73	77.00	173.48	2.01	6.92	0.00	49
27	78.00	181.68	165.73	80.00	182.35	166.02	79.00	173.95	2.02	8.31	0.00	49
28	80.00	182.35	166.02	82.00	183.01	166.37	81.00	174.44	2.03	9.71	0.00	49
29	82.00	183.01	166.37	84.00	183.68	166.76	83.00	174.96	2.04	11.12	0.00	49
30	84.00	183.68	166.76	86.50	184.51	167.32	85.25	175.57	2.56	12.70	0.00	49
31	86.50	184.51	167.32	89.00	185.34	167.97	87.75	176.29	2.58	14.48	0.00	49
32	89.00	185.34	167.97	91.00	186.01	168.55	90.00	176.97	2.08	16.09	0.00	49
33	91.00	186.01	168.55	93.00	186.67	169.18	92.00	177.60	2.10	17.53	0.00	49
34	93.00	186.67	169.18	95.00	187.34	169.87	94.00	178.26	2.12	18.99	0.00	49
35	95.00	187.34	169.87	97.00	188.00	170.61	96.00	178.95	2.13	20.45	0.00	49
36	97.00	188.00	170.61	99.00	188.67	171.42	98.00	179.67	2.16	21.93	0.00	49
37	99.00	188.67	171.42	100.00	189.00	171.84	99.50	180.23	1.09	23.05	0.00	49
38	100.00	189.00	171.84	102.00	189.00	172.74	100.99	180.64	2.19	24.18	0.00	49
39	102.00	189.00	172.74	104.00	189.00	173.70	102.99	181.11	2.22	25.71	0.00	49
40	104.00	189.00	173.70	105.00	189.00	174.21	104.50	181.48	1.12	26.86	0.00	49
41	105.00	189.00	174.21	106.00	188.67	174.73	105.50	181.65	1.13	27.64	0.00	49
42	106.00	188.67	174.73	108.00	188.00	175.83	106.98	181.81	2.28	28.81	0.00	49
43	108.00	188.00	175.83	110.00	187.33	177.01	108.97	182.04	2.32	30.40	0.00	49
44	110.00	187.33	177.01	111.00	187.00	177.62	110.49	182.24	1.17	31.61	0.00	49
45	111.00	187.00	177.62	112.00	186.67	178.26	111.49	182.38	1.18	32.42	0.00	49
46	112.00	186.67	178.26	113.00	186.33	178.91	112.49	182.54	1.20	33.24	0.00	49
47	113.00	186.33	178.91	114.00	186.00	179.59	113.49	182.71	1.21	34.07	0.00	49
48	114.00	186.00	179.59	115.00	185.66	180.29	114.49	182.88	1.22	34.91	0.00	49
49	115.00	185.66	180.29	116.00	185.33	181.01	115.48	183.07	1.23	35.76	0.00	49
50	116.00	185.33	181.01	116.48	185.17	181.36	116.23	183.22	0.60	36.39	0.00	49
51	116.48	185.17	181.36	116.82	185.06	181.62	116.65	183.30	0.42	36.74	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dil} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
52	116.82	185.06	181.62	117.00	185.00	181.75	116.91	183.35	0.23	36.96	0.00	49
53	117.00	185.00	181.75	118.44	184.52	182.87	117.64	183.52	1.83	37.67	0.00	49
54	118.44	184.52	182.87	119.89	184.03	184.03	118.93	183.81	1.86	38.94	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	4286	0	13018	22842	0	0	25003	0	0	
2	12642	0	21745	22606	0	25003	50575	0	0	
3	20570	0	29859	22398	0	50575	76118	0	0	
4	28082	0	37411	22216	0	76118	101100	0	0	
5	35188	0	44444	22059	0	101100	125047	0	0	
6	41897	0	50997	21925	0	125047	147534	0	0	
7	48998	0	57658	21797	0	147534	169189	0	0	
8	56333	0	64558	21674	0	169189	190999	0	0	
9	63810	0	71661	21556	0	190999	212964	0	0	
10	71429	0	79058	21443	0	212964	235084	0	0	
11	79190	0	86741	21335	0	235084	257359	0	0	
12	87093	0	94700	21232	0	257359	279789	0	0	
13	95138	0	102915	21134	0	279789	302374	0	0	
14	103325	0	111286	21041	0	302374	325114	0	0	
15	111646	0	119913	20953	0	325114	348009	0	0	
16	120101	0	128796	20869	0	348009	371059	0	0	
17	128690	0	137935	20790	0	371059	394264	0	0	
18	137413	0	147330	20715	0	394264	417624	0	0	
19	146270	0	156981	20645	0	417624	441139	0	0	
20	155261	0	166888	20579	0	441139	464809	0	0	
21	164386	0	177051	20517	0	464809	488634	0	0	
22	173645	0	187470	20459	0	488634	512614	0	0	
23	183038	0	198145	20405	0	512614	536749	0	0	
24	192565	0	209076	20355	0	536749	561039	0	0	
25	202226	0	220263	20308	0	561039	585484	0	0	
26	212021	0	231706	20264	0	585484	610084	0	0	
27	221950	0	243405	20223	0	610084	634839	0	0	
28	232013	0	255360	20185	0	634839	659749	0	0	
29	242210	0	267571	20150	0	659749	684814	0	0	
30	252541	0	280038	20117	0	684814	710034	0	0	
31	263006	0	292761	20087	0	710034	735409	0	0	
32	273605	0	305740	20059	0	735409	760939	0	0	
33	284338	0	318975	20033	0	760939	786624	0	0	
34	295205	0	332466	20009	0	786624	812464	0	0	
35	306206	0	346213	19987	0	812464	838459	0	0	
36	317341	0	360216	19967	0	838459	864609	0	0	
37	328610	0	374475	19949	0	864609	890914	0	0	
38	340013	0	388990	19932	0	890914	917374	0	0	
39	351550	0	403761	19917	0	917374	943989	0	0	
40	363221	0	418788	19903	0	943989	970759	0	0	
41	375026	0	434071	19891	0	970759	997684	0	0	
42	386955	0	449610	19880	0	997684	1024764	0	0	
43	399008	0	465405	19870	0	1024764	1051999	0	0	
44	411185	0	481456	19861	0	1051999	1079389	0	0	
45	423486	0	497763	19853	0	1079389	1106934	0	0	
46	435911	0	514326	19846	0	1106934	1134634	0	0	
47	448460	0	531145	19840	0	1134634	1162489	0	0	
48	461133	0	548220	19835	0	1162489	1190499	0	0	
49	473930	0	565551	19831	0	1190499	1218664	0	0	
50	486851	0	583138	19828	0	1218664	1246984	0	0	
51	499896	0	600981	19825	0	1246984	1275459	0	0	
52	513065	0	619080	19823	0	1275459	1304089	0	0	
53	526358	352	637435	19821	0	1304089	1332874	0	0	
54	539775	1048	656046	19820	0	1332874	1361814	0	0	

VERIFICA DI STABILITÀ 04

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	Vy _i [kg/m]	Vy _f [kg/m]	Vx _i [kg/m]	Vx _f [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	28134
Coefficiente di sicurezza minimo	1.471
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	33	
Coordinate del centro	X[m]= 42.00	Y[m]= 206.00
Raggio del cerchio	R[m]= 40.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 26.45	Y _v [m]= 169.15
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 75.24	Y _m [m]= 183.74
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.471	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _r [m]	Y _r [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	26.45	169.15	169.15	27.85	169.62	168.59	27.38	169.12	1.51	-21.80	23.65	6
2	27.85	169.62	168.59	29.25	170.08	168.09	28.62	169.09	1.49	-19.66	23.65	6
3	29.25	170.08	168.09	30.65	170.55	167.64	29.99	169.09	1.47	-17.54	23.65	6
4	30.65	170.55	167.64	32.18	171.06	167.22	31.45	169.12	1.59	-15.35	23.65	6
5	32.18	171.06	167.22	33.71	171.57	166.87	32.97	169.18	1.57	-13.09	23.65	6
6	33.71	171.57	166.87	35.24	172.08	166.58	34.49	169.27	1.56	-10.85	23.65	6
7	35.24	172.08	166.58	36.77	172.59	166.34	36.02	169.40	1.55	-8.62	23.65	6
8	36.77	172.59	166.34	38.30	173.10	166.17	37.55	169.55	1.54	-6.41	23.65	6
9	38.30	173.10	166.17	39.83	173.61	166.06	39.07	169.74	1.53	-4.21	23.65	6
10	39.83	173.61	166.06	41.14	174.05	166.01	40.49	169.93	1.31	-2.17	23.65	6
11	41.14	174.05	166.01	42.72	174.57	166.01	41.94	170.16	1.58	-0.10	23.65	6
12	42.72	174.57	166.01	44.29	175.10	166.07	43.51	170.44	1.58	2.16	23.65	6
13	44.29	175.10	166.07	45.87	175.62	166.19	45.09	170.74	1.58	4.42	23.65	6
14	45.87	175.62	166.19	47.44	176.15	166.37	46.66	171.08	1.59	6.69	23.65	6
15	47.44	176.15	166.37	49.02	176.67	166.62	48.24	171.45	1.60	8.97	23.65	6
16	49.02	176.67	166.62	50.60	177.20	166.93	49.81	171.86	1.61	11.26	23.65	6
17	50.60	177.20	166.93	52.17	177.72	167.32	51.39	172.29	1.62	13.57	23.65	6
18	52.17	177.72	167.32	53.75	178.25	167.76	52.96	172.76	1.64	15.91	23.65	6
19	53.75	178.25	167.76	55.32	178.77	168.28	54.54	173.27	1.66	18.27	23.65	6
20	55.32	178.77	168.28	56.90	179.30	168.88	56.11	173.81	1.68	20.67	23.65	6
21	56.90	179.30	168.88	58.48	179.82	169.55	57.69	174.39	1.71	23.10	23.65	6
22	58.48	179.82	169.55	60.05	180.35	170.31	59.26	175.01	1.75	25.58	23.65	6
23	60.05	180.35	170.31	61.63	180.87	171.15	60.84	175.67	1.79	28.11	23.65	6
24	61.63	180.87	171.15	63.21	181.40	172.08	62.41	176.37	1.83	30.70	23.65	6
25	63.21	181.40	172.08	64.78	181.92	173.12	63.99	177.13	1.89	33.37	23.65	6
26	64.78	181.92	173.12	66.36	182.45	174.27	65.56	177.94	1.95	36.12	23.65	6
27	66.36	182.45	174.27	67.93	182.97	175.55	67.13	178.80	2.03	38.97	23.65	6
28	67.93	182.97	175.55	69.51	183.50	176.96	68.71	179.74	2.12	41.93	23.65	6
29	69.51	183.50	176.96	70.76	183.50	178.20	70.11	180.53	1.76	44.71	23.65	6
30	70.76	183.50	178.20	72.01	183.50	179.55	71.35	181.17	1.84	47.29	23.65	6
31	72.01	183.50	179.55	73.26	183.50	181.04	72.59	181.87	1.94	50.01	23.65	6
32	73.26	183.50	181.04	74.51	183.50	182.70	73.78	182.62	2.07	52.88	23.65	6
33	74.51	183.50	182.70	75.24	183.74	183.74	74.75	183.31	1.27	55.28	23.65	6

Forze applicate sulle strisce [FELLENIIUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1508	21888	-5337	-911	24350	0	0	0	0	
2	4436	21234	-3003	-226	24797	0	0	0	0	
3	7191	20579	-771	431	25184	0	0	0	0	
4	10795	21715	1571	1181	27864	0	0	0	0	
5	13669	20935	3931	1876	28195	0	0	0	0	
6	16341	20155	6113	2520	28468	0	0	0	0	
7	18815	19375	8106	3109	28685	0	0	0	0	
8	21095	18596	9900	3640	28850	0	0	0	0	
9	23183	17816	11487	4110	28965	0	0	0	0	
10	21409	14659	10956	3853	24901	0	0	0	0	
11	27393	16852	14301	4967	29934	0	0	0	0	
12	29034	16024	15316	5270	29910	0	0	0	0	
13	30468	15196	16084	5500	29835	0	0	0	0	
14	31696	14368	16602	5657	29707	0	0	0	0	
15	32714	13540	16869	5740	29524	0	0	0	0	
16	33520	12713	16886	5751	29284	0	0	0	0	
17	34108	11885	16655	5688	28982	0	0	0	0	
18	34472	11057	16181	5555	28615	0	0	0	0	
19	34606	10229	15468	5352	28176	0	0	0	0	
20	34500	9401	14526	5083	27656	0	0	0	0	
21	34143	8573	13366	4750	27047	0	0	0	0	
22	33523	7745	12003	4360	26335	0	0	0	0	
23	32622	6917	10458	3917	25504	0	0	0	0	
24	31422	6090	8756	3431	24534	0	0	0	0	
25	29898	5262	6933	2912	23396	0	0	0	0	
26	28021	4434	5035	2376	22054	0	0	0	0	
27	25754	3606	3128	1842	20456	0	0	0	0	
28	23047	2778	1301	1339	18530	0	0	0	0	
29	15493	1875	-707	580	13050	0	0	0	0	
30	12101	1875	-1805	290	11285	0	0	0	0	
31	8379	1875	-2553	114	9143	0	0	0	0	
32	4267	1875	-2777	103	6484	0	0	0	0	
33	611	1000	-1076	252	2268	0	0	0	0	

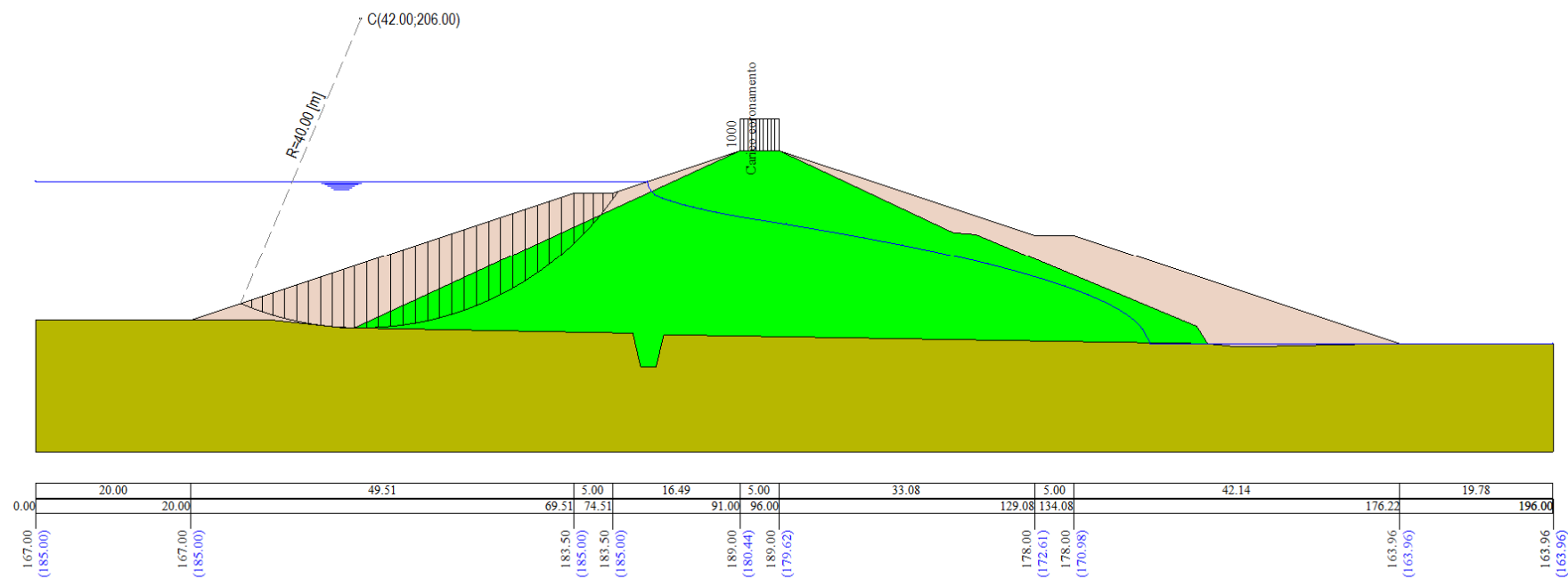


Figura A-9 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 04.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	28134
Coefficiente di sicurezza minimo	1.883
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	40	
Coordinate del centro	X[m]= 36.00	Y[m]= 258.00
Raggio del cerchio	R[m]= 91.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 22.86	Y _v [m]= 167.95
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 95.33	Y _m [m]= 189.00
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.883	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	22.86	167.95	167.95	24.81	168.60	167.69	24.16	168.08	1.96	-7.68	23.65	6
2	24.81	168.60	167.69	26.76	169.25	167.47	25.89	168.27	1.96	-6.45	23.65	6
3	26.76	169.25	167.47	28.70	169.90	167.29	27.79	168.49	1.96	-5.22	23.65	6
4	28.70	169.90	167.29	30.65	170.55	167.16	29.72	168.73	1.95	-3.98	23.65	6
5	30.65	170.55	167.16	32.94	171.31	167.05	31.84	169.02	2.30	-2.65	23.65	6
6	32.94	171.31	167.05	35.24	172.08	167.00	34.13	169.37	2.30	-1.20	23.65	6
7	35.24	172.08	167.00	37.53	172.84	167.01	36.41	169.74	2.29	0.24	23.65	6
8	37.53	172.84	167.01	39.83	173.61	167.08	38.70	170.14	2.30	1.69	23.65	6
9	39.83	173.61	167.08	41.14	174.05	167.15	40.49	170.47	1.31	2.82	23.65	6
10	41.14	174.05	167.15	43.50	174.83	167.31	42.34	170.84	2.37	3.98	23.65	6
11	43.50	174.83	167.31	45.87	175.62	167.54	44.70	171.33	2.38	5.48	23.65	6
12	45.87	175.62	167.54	48.23	176.41	167.83	47.06	171.85	2.38	6.98	23.65	6
13	48.23	176.41	167.83	50.60	177.20	168.18	49.42	172.40	2.39	8.48	23.65	6
14	50.60	177.20	168.18	52.96	177.98	168.59	51.79	172.99	2.40	9.99	23.65	6
15	52.96	177.98	168.59	55.32	178.77	169.08	54.15	173.61	2.41	11.50	23.65	6
16	55.32	178.77	169.08	57.69	179.56	169.62	56.51	174.26	2.43	13.02	23.65	6
17	57.69	179.56	169.62	60.05	180.35	170.24	58.87	174.94	2.44	14.56	23.65	6
18	60.05	180.35	170.24	62.42	181.14	170.92	61.24	175.66	2.46	16.10	23.65	6
19	62.42	181.14	170.92	64.78	181.92	171.67	63.60	176.41	2.48	17.66	23.65	6
20	64.78	181.92	171.67	67.15	182.71	172.50	65.96	177.20	2.50	19.23	23.65	6
21	67.15	182.71	172.50	69.51	183.50	173.39	68.33	178.02	2.53	20.81	23.65	6
22	69.51	183.50	173.39	71.18	183.50	174.07	70.33	178.62	1.80	22.17	23.65	6
23	71.18	183.50	174.07	72.84	183.50	174.79	72.00	178.96	1.81	23.31	23.65	6
24	72.84	183.50	174.79	74.51	183.50	175.55	73.66	179.33	1.83	24.46	23.65	6
25	74.51	183.50	175.55	76.75	184.25	176.64	75.62	179.98	2.49	25.82	23.65	6
26	76.75	184.25	176.64	79.00	185.00	177.80	77.87	180.92	2.53	27.40	23.65	6
27	79.00	185.00	177.80	79.18	185.06	177.90	79.09	181.44	0.20	28.26	23.65	6
28	79.18	185.06	177.90	79.52	185.17	178.08	79.35	181.55	0.39	28.45	23.65	6
29	79.52	185.17	178.08	80.00	185.33	178.34	79.76	181.73	0.55	28.74	23.65	6
30	80.00	185.33	178.34	81.00	185.66	178.91	80.50	182.06	1.15	29.28	23.65	6
31	81.00	185.66	178.91	82.00	186.00	179.48	81.50	182.51	1.15	30.00	23.65	6
32	82.00	186.00	179.48	83.00	186.33	180.08	82.50	182.97	1.16	30.73	23.65	6
33	83.00	186.33	180.08	84.00	186.67	180.69	83.50	183.44	1.17	31.47	23.65	6
34	84.00	186.67	180.69	85.00	187.00	181.32	84.50	183.92	1.18	32.21	23.65	6
35	85.00	187.00	181.32	86.00	187.33	181.97	85.50	184.40	1.19	32.95	23.65	6
36	86.00	187.33	181.97	87.67	187.89	183.09	86.82	185.06	2.01	33.96	23.65	6
37	87.67	187.89	183.09	89.33	188.44	184.27	88.48	185.91	2.04	35.24	23.65	6
38	89.33	188.44	184.27	91.00	189.00	185.50	90.14	186.79	2.07	36.53	23.65	6
39	91.00	189.00	185.50	93.16	189.00	187.20	91.97	187.63	2.75	38.05	23.65	6
40	93.16	189.00	187.20	95.33	189.00	189.00	93.89	188.40	2.82	39.80	23.65	6

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1859	32561	1108	947	33752	0	16450	0	0	
2	5489	31298	3044	1395	34135	16450	32442	0	0	
3	8946	30034	4859	1816	34449	32442	47833	0	0	
4	12231	28771	6559	2210	34695	47833	62493	0	0	
5	18389	32280	9760	3075	41105	62493	78672	0	0	
6	22433	30525	11797	3549	41248	78672	93506	0	0	
7	26200	28771	13671	3984	41283	93506	106845	0	0	
8	29688	27016	15388	4384	41212	106845	118563	0	0	
9	18445	14659	9516	2674	23496	118563	124492	0	0	
10	35701	24968	18342	5097	42119	124492	133697	0	0	
11	38633	23105	19756	5427	41745	133697	140928	0	0	
12	41257	21242	21015	5723	41250	140928	146126	0	0	
13	43569	19379	22122	5983	40630	146126	149251	0	0	
14	45567	17517	23079	6209	39881	149251	150286	0	0	
15	47246	15654	23887	6401	39000	150286	149237	0	0	
16	48602	13791	24545	6559	37978	149237	146133	0	0	
17	49629	11928	25053	6683	36811	146133	141027	0	0	
18	50321	10066	25408	6772	35489	141027	133998	0	0	
19	50669	8203	25608	6826	34002	133998	125155	0	0	
20	50666	6340	25647	6843	32340	125155	114634	0	0	
21	50302	4478	25521	6822	30489	114634	102604	0	0	
22	34083	2500	17329	4661	20276	102604	92728	0	0	
23	31644	2500	16113	4384	19177	92728	82788	0	0	
24	29068	2500	14823	4090	17997	82788	72921	0	0	
25	36579	2527	18702	5224	22213	72921	60645	0	0	
26	34810	846	17871	5043	19678	60645	48123	0	0	
27	2705	0	2612	679	94	48123	47440	0	0	
28	5069	0	4537	1191	583	47440	46048	0	0	
29	7065	0	5824	1546	1386	46048	43937	0	0	
30	14380	0	10556	2857	4328	43937	39151	0	0	
31	13878	0	10758	2907	3588	39151	34495	0	0	
32	13340	0	11039	2975	2712	34495	30026	0	0	
33	12767	0	11293	3038	1816	30026	25773	0	0	
34	12158	0	11547	3100	869	25773	21779	0	0	
35	11512	0	11686	3136	0	21779	18053	0	0	
36	17643	0	17980	4886	0	18053	12061	0	0	
37	15580	0	15950	4425	0	12061	6473	0	0	
38	13323	0	13684	3910	0	6473	1469	0	0	
39	11954	2814	15228	4506	0	1469	-4369	0	0	
40	4067	2814	6813	2573	0	-4369	-6754	0	0	

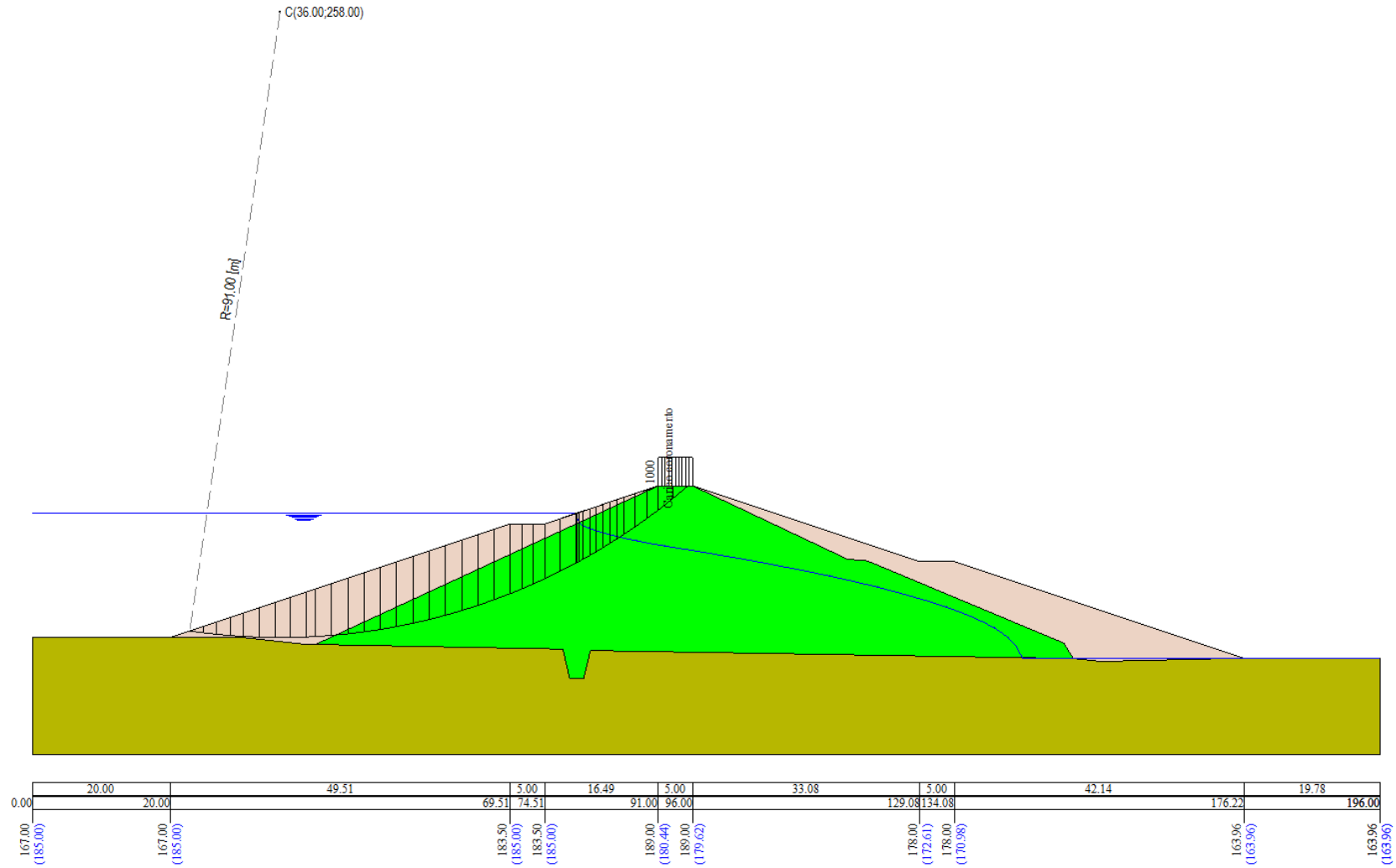


Figura A-10 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 04.

VERIFICA DI STABILITÀ 05

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{yi} [kg/m]	V _{yf} [kg/m]	V _{xi} [kg/m]	V _{xf} [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0
2	Azione inerziale acqua 1/4	20.00	33.50	837	798	279	266
3	Azione inerziale acqua 2/4	33.50	47.00	798	676	266	225
4	Azione inerziale acqua 3/4	47.00	60.50	676	460	225	153
5	Azione inerziale acqua 4/4	60.50	74.00	460	0	153	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.799
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	60.00	232.00	66.00	33.57	106.76	847.72	0.799 (F)	[A2M2]	H-V
2	C	58.00	236.00	70.00	32.01	106.49	842.65	0.799 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 60.00 Y[m]= 232.00
Raggio del cerchio	R[m]= 66.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 33.57 Y _v [m]= 171.52
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 106.76 Y _m [m]= 185.42
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.799

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{sd} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _{sg} [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	33.57	171.52	171.52	35.97	172.32	170.53	35.17	171.46	2.59	-22.48	0.00	49
2	35.97	172.32	170.53	38.36	173.12	169.65	37.29	171.40	2.55	-20.25	0.00	49
3	38.36	173.12	169.65	40.76	173.92	168.87	39.63	171.39	2.52	-18.04	0.00	49
4	40.76	173.92	168.87	43.15	174.72	168.19	42.01	171.42	2.49	-15.87	0.00	49
5	43.15	174.72	168.19	45.55	175.52	167.60	44.39	171.51	2.47	-13.72	0.00	49
6	45.55	175.52	167.60	47.95	176.31	167.11	46.78	171.64	2.45	-11.58	0.00	49
7	47.95	176.31	167.11	50.34	177.11	166.71	49.17	171.81	2.43	-9.47	0.00	49
8	50.34	177.11	166.71	52.74	177.91	166.40	51.56	172.04	2.42	-7.37	0.00	49
9	52.74	177.91	166.40	55.13	178.71	166.18	53.95	172.30	2.41	-5.27	0.00	49
10	55.13	178.71	166.18	57.53	179.51	166.05	56.35	172.61	2.40	-3.19	0.00	49
11	57.53	179.51	166.05	59.93	180.31	166.00	58.74	172.97	2.40	-1.10	0.00	49
12	59.93	180.31	166.00	62.32	181.10	166.04	61.13	173.36	2.40	0.98	0.00	49
13	62.32	181.10	166.04	64.72	181.90	166.17	63.53	173.81	2.40	3.06	0.00	49
14	64.72	181.90	166.17	67.11	182.70	166.38	65.92	174.29	2.41	5.14	0.00	49
15	67.11	182.70	166.38	69.51	183.50	166.69	68.32	174.82	2.42	7.24	0.00	49
16	69.51	183.50	166.69	71.18	183.50	166.95	70.34	175.16	1.69	9.02	0.00	49
17	71.18	183.50	166.95	72.84	183.50	167.26	72.01	175.30	1.69	10.49	0.00	49
18	72.84	183.50	167.26	74.51	183.50	167.61	73.67	175.47	1.70	11.96	0.00	49
19	74.51	183.50	167.61	76.75	184.25	168.16	75.63	175.88	2.31	13.70	0.00	49
20	76.75	184.25	168.16	79.00	185.00	168.79	77.88	176.55	2.33	15.72	0.00	49
21	79.00	185.00	168.79	79.18	185.06	168.85	79.09	176.92	0.19	16.81	0.00	49
22	79.18	185.06	168.85	79.52	185.17	168.95	79.35	177.01	0.36	17.05	0.00	49
23	79.52	185.17	168.95	80.00	185.33	169.10	79.76	177.14	0.50	17.42	0.00	49
24	80.00	185.33	169.10	81.00	185.66	169.43	80.50	177.38	1.05	18.10	0.00	49
25	81.00	185.66	169.43	82.00	186.00	169.77	81.50	177.72	1.06	19.01	0.00	49
26	82.00	186.00	169.77	83.00	186.33	170.14	82.50	178.06	1.06	19.93	0.00	49
27	83.00	186.33	170.14	84.00	186.67	170.52	83.50	178.41	1.07	20.86	0.00	49

N°	X _i [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
28	84.00	186.67	170.52	85.00	187.00	170.92	84.50	178.77	1.08	21.79	0.00	49
29	85.00	187.00	170.92	86.00	187.33	171.34	85.50	179.15	1.08	22.73	0.00	49
30	86.00	187.33	171.34	88.00	188.00	172.23	87.00	179.72	2.19	24.15	0.00	49
31	88.00	188.00	172.23	90.00	188.67	173.21	89.00	180.53	2.23	26.07	0.00	49
32	90.00	188.67	173.21	91.00	189.00	173.73	90.50	181.15	1.13	27.53	0.00	49
33	91.00	189.00	173.73	92.00	189.00	174.28	91.50	181.50	1.14	28.51	0.00	49
34	92.00	189.00	174.28	94.00	189.00	175.43	92.99	181.92	2.31	30.01	0.00	49
35	94.00	189.00	175.43	96.00	189.00	176.68	94.98	182.52	2.36	32.03	0.00	49
36	96.00	189.00	176.68	97.00	188.67	177.35	96.49	182.92	1.20	33.58	0.00	49
37	97.00	188.67	177.35	98.95	188.02	178.72	97.94	183.18	2.39	35.13	0.00	49
38	98.95	188.02	178.72	100.90	187.37	180.20	99.89	183.57	2.45	37.23	0.00	49
39	100.90	187.37	180.20	102.86	186.72	181.81	101.82	184.01	2.53	39.39	0.00	49
40	102.86	186.72	181.81	104.81	186.07	183.54	103.73	184.51	2.61	41.62	0.00	49
41	104.81	186.07	183.54	106.76	185.42	185.42	105.46	185.01	2.71	43.94	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _c [kg]	X _d [kg]	ID
1	4490	32121	30623	16278	0	0	0	0	0	
2	13200	30186	39227	16032	0	0	0	0	0	
3	21381	28251	47240	15819	0	0	0	0	0	
4	29054	26316	54643	15637	0	0	0	0	0	
5	36235	24382	61419	15483	0	0	0	0	0	
6	42941	23120	68383	15354	0	0	0	0	0	
7	49181	20497	73072	15249	0	0	0	0	0	
8	54966	18546	77867	15166	0	0	0	0	0	
9	60304	16594	81993	15105	0	0	0	0	0	
10	65199	14643	85443	15064	0	0	0	0	0	
11	69656	12691	88214	15044	0	0	0	0	0	
12	73675	11183	90761	15043	0	0	0	0	0	
13	77258	8734	91610	15063	0	0	0	0	0	
14	80402	6739	92257	15102	0	0	0	0	0	
15	83104	4744	92221	15162	0	0	0	0	0	
16	85210	2625	93102	15249	0	0	0	0	0	
17	87210	2568	94152	15354	0	0	0	0	0	
18	89056	2520	95630	15483	0	0	0	0	0	
19	90850	2527	97223	15637	0	0	0	0	0	
20	92599	846	98661	15819	0	0	0	0	0	
21	6108	0	6036	1180	0	0	0	0	0	
22	11540	0	11381	2233	0	0	0	0	0	
23	16297	0	16023	3158	0	0	0	0	0	
24	33976	0	33209	6604	0	0	0	0	0	
25	33962	0	32925	6640	0	0	0	0	0	
26	33912	0	32596	6678	0	0	0	0	0	
27	33823	0	32221	6718	0	0	0	0	0	
28	33696	0	31801	6761	0	0	0	0	0	
29	33529	0	31335	6806	0	0	0	0	0	
30	66377	0	61077	13760	0	0	0	0	0	
31	65214	0	58683	13978	0	0	0	0	0	
32	32074	0	28345	7079	0	0	0	0	0	
33	31305	1000	28187	7144	0	0	0	0	0	
34	59048	2000	52197	14499	0	0	0	0	0	
35	54002	2000	46501	14810	0	0	0	0	0	
36	24648	0	19985	7535	0	0	0	0	0	
37	42140	0	33315	14984	0	0	0	0	0	
38	33484	0	25526	15391	0	0	0	0	0	
39	24557	0	17981	15857	0	0	0	0	0	
40	15132	0	10593	16393	0	0	0	0	0	
41	5143	0	3423	17017	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u [m]
1	0.000042
2	0.000545
3	0.000068
4	0.000467
5	0.000052
6	0.000729
7	0.000100
8	0.000182
9	0.000298
10	0.000650
11	0.000606
12	0.000212
13	0.000878
14	0.000118
15	0.000620

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.116$
 $U_{max} = 0.000878$ [m]
 $V_{max} = 0.015086$ [m/s]

Superficie n° 2

n°	u [m]
1	0.000043
2	0.000548
3	0.000069
4	0.000470
5	0.000052
6	0.000731
7	0.000101
8	0.000183
9	0.000299
10	0.000653
11	0.000609
12	0.000214
13	0.000882
14	0.000119
15	0.000623

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.116$
 $U_{max} = 0.000882$ [m]
 $V_{max} = 0.015133$ [m/s]

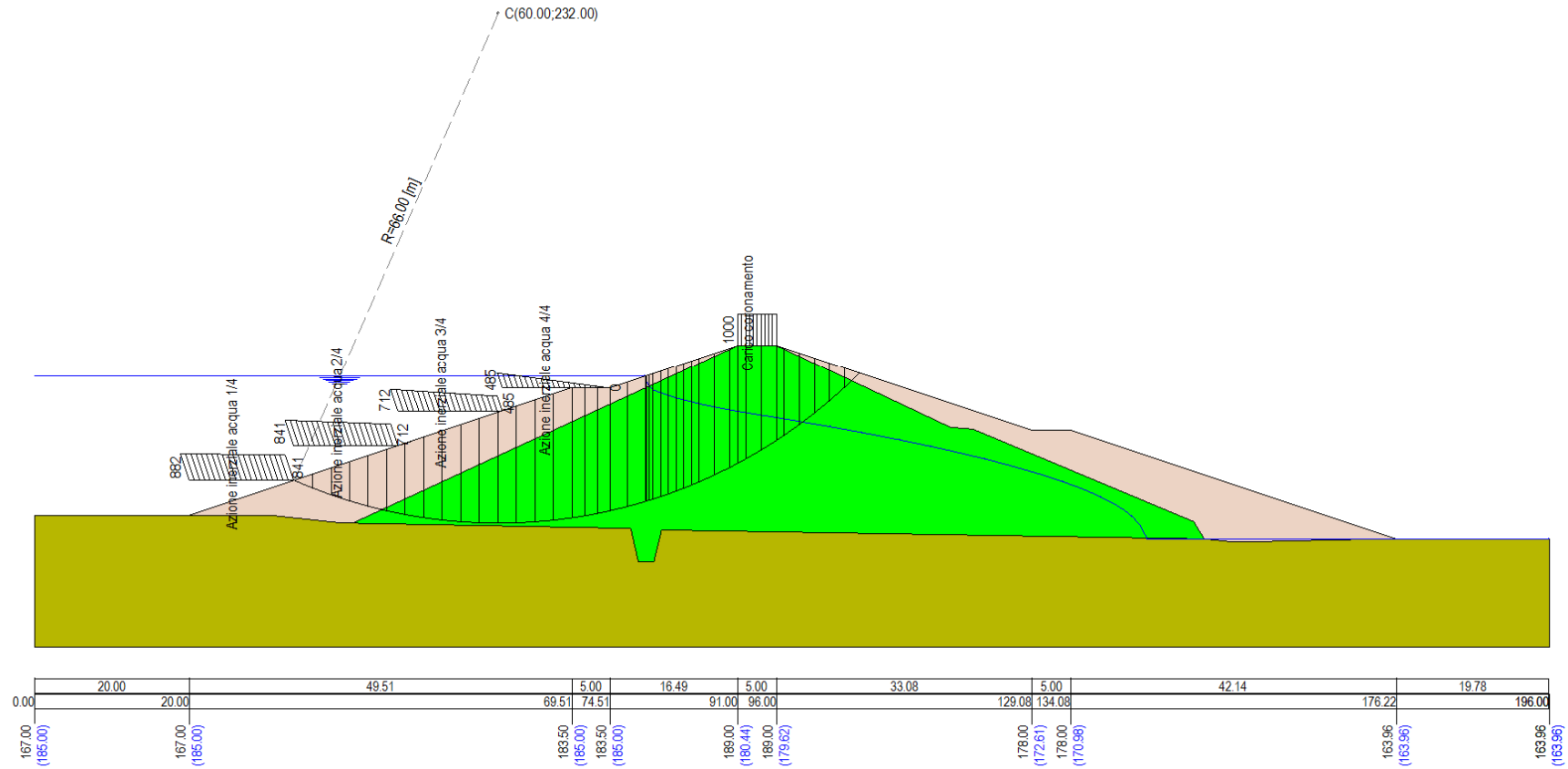


Figura A-11 – Superficie critica num. 1 FELNIUS verifica di stabilità 05.

$U_{max}=0.000882 \text{ m}$ $V_{max}=0.015133 \text{ m/s}$

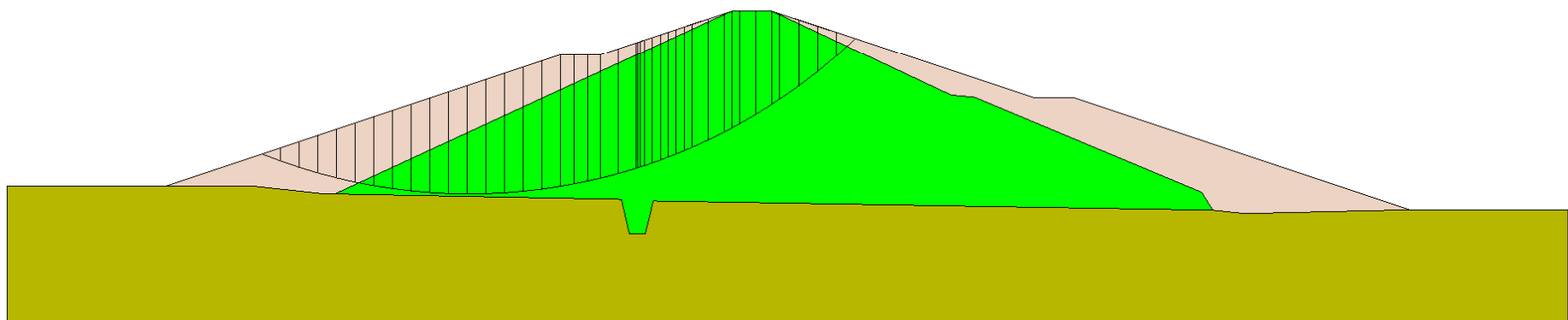


Figura A-12 – Superficie critica num. 2 FELLENIUS verifica di stabilità 05.

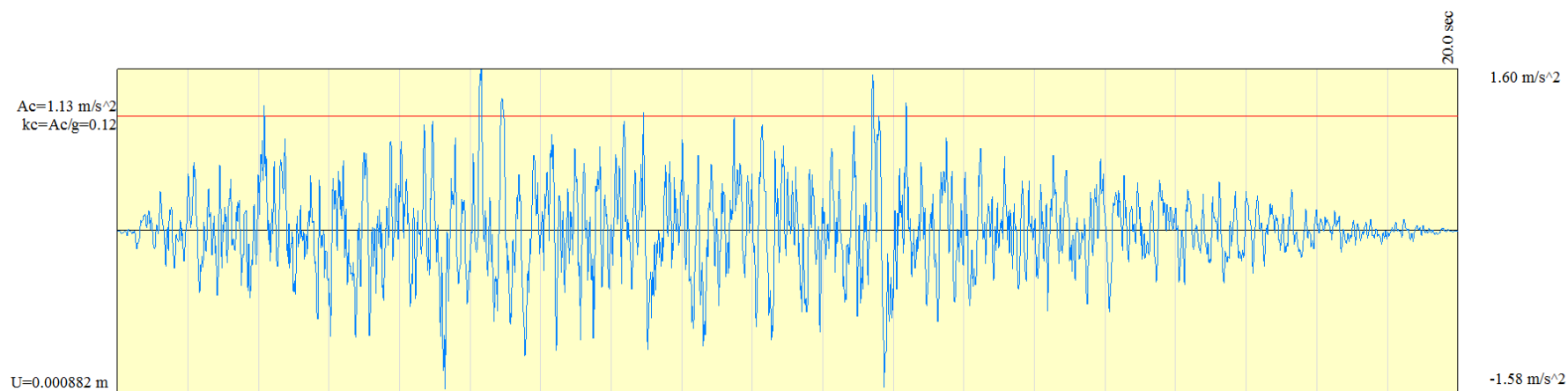


Figura A-13 – Accelerogramma superficie critica num. 2 FELLENIUS verifica di stabilità 05.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.799
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	60.00	232.00	66.00	33.57	106.76	847.72	0.799 (B)	[A2M2]	H-V
2	C	58.00	236.00	70.00	32.01	106.49	842.65	0.799 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 60.00 Y[m]= 232.00
Raggio del cerchio	R[m]= 66.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 33.57 Y _v [m]= 171.52
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 106.76 Y _m [m]= 185.42
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.799

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{di} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	33.57	171.52	171.52	35.97	172.32	170.53	35.17	171.46	2.59	-22.48	0.00	49
2	35.97	172.32	170.53	38.36	173.12	169.65	37.29	171.40	2.55	-20.25	0.00	49
3	38.36	173.12	169.65	40.76	173.92	168.87	39.63	171.39	2.52	-18.04	0.00	49
4	40.76	173.92	168.87	43.15	174.72	168.19	42.01	171.42	2.49	-15.87	0.00	49
5	43.15	174.72	168.19	45.55	175.52	167.60	44.39	171.51	2.47	-13.72	0.00	49
6	45.55	175.52	167.60	47.95	176.31	167.11	46.78	171.64	2.45	-11.58	0.00	49
7	47.95	176.31	167.11	50.34	177.11	166.71	49.17	171.81	2.43	-9.47	0.00	49
8	50.34	177.11	166.71	52.74	177.91	166.40	51.56	172.04	2.42	-7.37	0.00	49
9	52.74	177.91	166.40	55.13	178.71	166.18	53.95	172.30	2.41	-5.27	0.00	49
10	55.13	178.71	166.18	57.53	179.51	166.05	56.35	172.61	2.40	-3.19	0.00	49
11	57.53	179.51	166.05	59.93	180.31	166.00	58.74	172.97	2.40	-1.10	0.00	49
12	59.93	180.31	166.00	62.32	181.10	166.04	61.13	173.36	2.40	0.98	0.00	49
13	62.32	181.10	166.04	64.72	181.90	166.17	63.53	173.81	2.40	3.06	0.00	49
14	64.72	181.90	166.17	67.11	182.70	166.38	65.92	174.29	2.41	5.14	0.00	49
15	67.11	182.70	166.38	69.51	183.50	166.69	68.32	174.82	2.42	7.24	0.00	49
16	69.51	183.50	166.69	71.88	183.50	166.95	70.74	175.16	1.69	9.02	0.00	49
17	71.88	183.50	166.95	72.84	183.50	167.26	72.01	175.30	1.69	10.49	0.00	49
18	72.84	183.50	167.26	74.51	183.50	167.61	73.67	175.47	1.70	11.96	0.00	49
19	74.51	183.50	167.61	76.75	184.25	168.16	75.63	175.88	2.31	13.70	0.00	49
20	76.75	184.25	168.16	79.00	185.00	168.79	77.88	176.55	2.33	15.72	0.00	49
21	79.00	185.00	168.79	79.18	185.06	168.85	79.09	176.92	0.19	16.81	0.00	49
22	79.18	185.06	168.85	79.52	185.17	168.95	79.35	177.01	0.36	17.05	0.00	49
23	79.52	185.17	168.95	80.00	185.33	169.10	79.76	177.14	0.50	17.42	0.00	49
24	80.00	185.33	169.10	81.00	185.66	169.43	80.50	177.38	1.05	18.10	0.00	49
25	81.00	185.66	169.43	82.00	186.00	169.77	81.50	177.72	1.06	19.01	0.00	49
26	82.00	186.00	169.77	83.00	186.33	170.14	82.50	178.06	1.06	19.93	0.00	49
27	83.00	186.33	170.14	84.00	186.67	170.52	83.50	178.41	1.07	20.86	0.00	49
28	84.00	186.67	170.52	85.00	187.00	170.92	84.50	178.77	1.08	21.79	0.00	49
29	85.00	187.00	170.92	86.00	187.33	171.34	85.50	179.15	1.08	22.73	0.00	49
30	86.00	187.33	171.34	88.00	188.00	172.23	87.00	179.72	2.19	24.15	0.00	49
31	88.00	188.00	172.23	90.00	188.67	173.21	89.00	180.53	2.23	26.07	0.00	49
32	90.00	188.67	173.21	91.00	189.00	173.73	90.50	181.15	1.13	27.53	0.00	49
33	91.00	189.00	173.73	92.00	189.00	174.28	91.50	181.50	1.14	28.51	0.00	49
34	92.00	189.00	174.28	94.00	189.00	175.43	92.99	181.92	2.31	30.01	0.00	49
35	94.00	189.00	175.43	96.00	189.00	176.68	94.98	182.52	2.36	32.03	0.00	49
36	96.00	189.00	176.68	97.00	188.67	177.35	96.49	182.92	1.20	33.58	0.00	49
37	97.00	188.67	177.35	98.95	188.02	178.72	97.94	183.18	2.39	35.13	0.00	49
38	98.95	188.02	178.72	100.90	187.37	180.20	99.89	183.57	2.45	37.23	0.00	49
39	100.90	187.37	180.20	102.86	186.72	181.81	101.82	184.01	2.53	39.39	0.00	49
40	102.86	186.72	181.81	104.81	186.07	183.54	103.73	184.51	2.61	41.62	0.00	49
41	104.81	186.07	183.54	106.76	185.42	185.42	105.46	185.01	2.71	43.94	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	4490	32121	46824	16278	0	0	42371	0	0	
2	13200	30186	53373	16032	0	42371	83248	0	0	
3	21381	28251	59254	15819	0	83248	122035	0	0	
4	29054	26316	64538	15637	0	122035	158225	0	0	
5	36235	24382	69282	15483	0	158225	191387	0	0	
6	42941	23120	74276	15354	0	191387	220730	0	0	
7	49181	20497	77311	15249	0	220730	246497	0	0	
8	54966	18546	80663	15166	0	246497	268306	0	0	
9	60304	16594	83614	15105	0	268306	285950	0	0	
10	65199	14643	86183	15064	0	285950	299264	0	0	
11	69656	12691	88385	15044	0	299264	308129	0	0	
12	73675	11183	90709	15043	0	308129	311171	0	0	
13	77258	8734	91661	15063	0	311171	310212	0	0	
14	80402	6739	92753	15102	0	310212	304680	0	0	
15	83104	4744	93489	15162	0	304680	294612	0	0	
16	58210	2625	64741	10594	0	294612	284155	0	0	
17	57210	2568	63583	10641	0	284155	272445	0	0	
18	56056	2520	62293	10695	0	272445	259594	0	0	
19	75150	2527	82737	14506	0	259594	242649	0	0	
20	75899	846	82048	14641	0	242649	222393	0	0	
21	6108	0	6545	1180	0	222393	220632	0	0	
22	11540	0	12372	2233	0	220632	217253	0	0	
23	16297	0	17485	3158	0	217253	212368	0	0	
24	33976	0	36506	6604	0	212368	201754	0	0	
25	33962	0	36569	6640	0	201754	190569	0	0	
26	33912	0	36598	6678	0	190569	178827	0	0	
27	33823	0	36593	6718	0	178827	166548	0	0	
28	33696	0	36551	6761	0	166548	153750	0	0	
29	33529	0	36472	6806	0	153750	140456	0	0	
30	66377	0	72518	13760	0	140456	112493	0	0	
31	65214	0	71695	13978	0	112493	82885	0	0	
32	32074	0	35434	7079	0	82885	67545	0	0	
33	31305	1000	35886	7144	0	67545	51416	0	0	
34	59048	2000	67884	14499	0	51416	20047	0	0	
35	54002	2000	62191	14810	0	20047	-9535	0	0	
36	24648	0	26999	7535	0	-9535	-22217	0	0	
37	42140	0	45194	14984	0	-22217	-42858	0	0	
38	33484	0	33796	15391	0	-42858	-56525	0	0	
39	24557	0	21351	15857	0	-56525	-61835	0	0	
40	15132	0	7330	16393	0	-61835	-56923	0	0	
41	5143	0	-8670	17017	0	-56923	-39494	0	0	

VERIFICA DI STABILITÀ 06

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{Y_i} [kg/m]	V _{Y_f} [kg/m]	V _{X_i} [kg/m]	V _{X_f} [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0
2	Azione inerziale acqua 1/4	20.00	33.50	1030	981	343	327
3	Azione inerziale acqua 2/4	33.50	47.00	981	832	327	277
4	Azione inerziale acqua 3/4	47.00	60.50	832	566	277	189
5	Azione inerziale acqua 4/4	60.50	74.00	566	0	189	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **ismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.705
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	60.00	236.00	70.00	33.11	107.97	870.81	0.705 (F)	[A2M2]	H-V
9	C	58.00	236.00	70.00	32.01	106.49	842.65	0.707 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 60.00 Y[m]= 236.00
Raggio del cerchio	R[m]= 70.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 33.11 Y _v [m]= 171.37
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 107.97 Y _m [m]= 185.02
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.705

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{sd} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _{sg} [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	33.11	171.37	171.37	35.54	172.18	170.41	34.73	171.32	2.61	-21.52	0.00	49
2	35.54	172.18	170.41	37.97	172.99	169.56	36.88	171.28	2.57	-19.40	0.00	49
3	37.97	172.99	169.56	40.39	173.80	168.80	39.25	171.29	2.54	-17.31	0.00	49
4	40.39	173.80	168.80	42.82	174.60	168.14	41.66	171.34	2.51	-15.24	0.00	49
5	42.82	174.60	168.14	45.24	175.41	167.57	44.07	171.43	2.49	-13.19	0.00	49
6	45.24	175.41	167.57	47.67	176.22	167.09	46.49	171.58	2.47	-11.16	0.00	49
7	47.67	176.22	167.09	50.10	177.03	166.70	48.91	171.76	2.46	-9.14	0.00	49
8	50.10	177.03	166.70	52.52	177.84	166.40	51.33	172.00	2.45	-7.13	0.00	49
9	52.52	177.84	166.40	54.95	178.65	166.18	53.76	172.27	2.44	-5.13	0.00	49
10	54.95	178.65	166.18	57.38	179.46	166.05	56.18	172.59	2.43	-3.14	0.00	49
11	57.38	179.46	166.05	59.80	180.27	166.00	58.60	172.94	2.43	-1.15	0.00	49
12	59.80	180.27	166.00	62.23	181.07	166.04	61.03	173.35	2.43	0.83	0.00	49
13	62.23	181.07	166.04	64.66	181.88	166.16	63.45	173.79	2.43	2.82	0.00	49
14	64.66	181.88	166.16	67.08	182.69	166.36	65.88	174.27	2.44	4.81	0.00	49
15	67.08	182.69	166.36	69.51	183.50	166.65	68.30	174.80	2.44	6.81	0.00	49
16	69.51	183.50	166.65	71.18	183.50	166.90	70.34	175.14	1.69	8.50	0.00	49
17	71.18	183.50	166.90	72.84	183.50	167.19	72.01	175.27	1.69	9.88	0.00	49
18	72.84	183.50	167.19	74.51	183.50	167.52	73.67	175.43	1.70	11.27	0.00	49
19	74.51	183.50	167.52	76.75	184.25	168.03	75.64	175.83	2.30	12.91	0.00	49
20	76.75	184.25	168.03	79.00	185.00	168.63	77.88	176.48	2.32	14.80	0.00	49
21	79.00	185.00	168.63	79.18	185.06	168.68	79.09	176.84	0.19	15.83	0.00	49
22	79.18	185.06	168.68	79.52	185.17	168.78	79.35	176.92	0.35	16.05	0.00	49
23	79.52	185.17	168.78	80.00	185.33	168.92	79.76	177.05	0.50	16.40	0.00	49
24	80.00	185.33	168.92	81.00	185.66	169.22	80.50	177.28	1.05	17.03	0.00	49
25	81.00	185.66	169.22	82.00	186.00	169.55	81.50	177.61	1.05	17.89	0.00	49
26	82.00	186.00	169.55	83.00	186.33	169.89	82.50	177.94	1.06	18.75	0.00	49
27	83.00	186.33	169.89	84.00	186.67	170.24	83.50	178.28	1.06	19.62	0.00	49

Interventi di miglioramento della diga di Cepparello nel Comune di Poggibonsi (SI)

DG.07 - Relazione sulle verifiche di stabilità e filtrazione

N°	X _c [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
28	84.00	186.67	170.24	85.00	187.00	170.62	84.50	178.63	1.07	20.49	0.00	49
29	85.00	187.00	170.62	86.00	187.33	171.01	85.50	178.99	1.07	21.36	0.00	49
30	86.00	187.33	171.01	88.00	188.00	171.84	87.00	179.55	2.17	22.69	0.00	49
31	88.00	188.00	171.84	90.00	188.67	172.75	89.00	180.32	2.20	24.48	0.00	49
32	90.00	188.67	172.75	91.00	189.00	173.24	90.50	180.91	1.11	25.83	0.00	49
33	91.00	189.00	173.24	92.00	189.00	173.74	91.50	181.24	1.12	26.74	0.00	49
34	92.00	189.00	173.74	94.00	189.00	174.81	92.99	181.64	2.27	28.13	0.00	49
35	94.00	189.00	174.81	96.00	189.00	175.97	94.99	182.19	2.31	30.00	0.00	49
36	96.00	189.00	175.97	97.00	188.67	176.58	96.49	182.55	1.17	31.43	0.00	49
37	97.00	188.67	176.58	99.19	187.94	178.00	98.06	182.79	2.62	32.98	0.00	49
38	99.19	187.94	178.00	101.39	187.21	179.55	100.24	183.16	2.68	35.15	0.00	49
39	101.39	187.21	179.55	103.58	186.48	181.22	102.42	183.60	2.76	37.38	0.00	49
40	103.58	186.48	181.22	105.78	185.75	183.04	104.56	184.09	2.85	39.67	0.00	49
41	105.78	185.75	183.04	107.97	185.02	185.02	106.51	184.60	2.95	42.05	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _c [kg]	X _d [kg]	ID
1	4485	34044	33004	18556	0	0	0	0	0	
2	13196	31075	40770	18302	0	0	0	0	0	
3	21397	29086	48938	18081	0	0	0	0	0	
4	29106	27097	56477	17892	0	0	0	0	0	
5	36339	25108	63376	17730	0	0	0	0	0	
6	43109	23948	70658	17595	0	0	0	0	0	
7	49425	21114	75245	17485	0	0	0	0	0	
8	55297	19104	80125	17397	0	0	0	0	0	
9	60731	17094	84330	17332	0	0	0	0	0	
10	65732	15084	87856	17289	0	0	0	0	0	
11	70304	13074	90701	17266	0	0	0	0	0	
12	74447	11610	93441	17264	0	0	0	0	0	
13	78163	8988	94225	17284	0	0	0	0	0	
14	81449	6924	94932	17324	0	0	0	0	0	
15	84303	4860	94959	17385	0	0	0	0	0	
16	88375	2653	94212	11989	0	0	0	0	0	
17	57434	2583	62576	12035	0	0	0	0	0	
18	56348	2524	60781	12090	0	0	0	0	0	
19	75672	2527	80427	16385	0	0	0	0	0	
20	76588	846	78448	16519	0	0	0	0	0	
21	6171	0	6196	1331	0	0	0	0	0	
22	11662	0	11687	2517	0	0	0	0	0	
23	16478	0	16462	3560	0	0	0	0	0	
24	34385	0	34158	7440	0	0	0	0	0	
25	34416	0	33919	7476	0	0	0	0	0	
26	34412	0	33638	7513	0	0	0	0	0	
27	34374	0	33314	7553	0	0	0	0	0	
28	34300	0	32947	7595	0	0	0	0	0	
29	34190	0	32537	7639	0	0	0	0	0	
30	67883	0	63659	15422	0	0	0	0	0	
31	66989	0	61517	15633	0	0	0	0	0	
32	33071	0	29862	7904	0	0	0	0	0	
33	32382	1000	29787	7966	0	0	0	0	0	
34	61464	2000	55577	16134	0	0	0	0	0	
35	56799	2000	50126	16430	0	0	0	0	0	
36	26202	0	21859	8337	0	0	0	0	0	
37	50593	0	41170	18605	0	0	0	0	0	
38	40234	0	31548	19087	0	0	0	0	0	
39	29520	0	22214	19640	0	0	0	0	0	
40	18200	0	13081	20277	0	0	0	0	0	
41	6188	0	4224	21017	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u [m]
1	0.000810
2	0.002629
3	0.001376
4	0.003341
5	0.000615
6	0.002653
7	0.001340
8	0.001617
9	0.001211
10	0.003197
11	0.002807
12	0.001638
13	0.003518
14	0.000949
15	0.002715

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.115$
 $U_{max} = 0.003518$ [m]
 $V_{max} = 0.032640$ [m/s]

Superficie n° 9

n°	u [m]
1	0.000918
2	0.002753
3	0.001501
4	0.003514
5	0.000652
6	0.002826
7	0.001428
8	0.001742
9	0.001259
10	0.003376
11	0.002905
12	0.001756
13	0.003648
14	0.001005
15	0.002825

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.114$
 $U_{max} = 0.003648$ [m]
 $V_{max} = 0.033377$ [m/s]

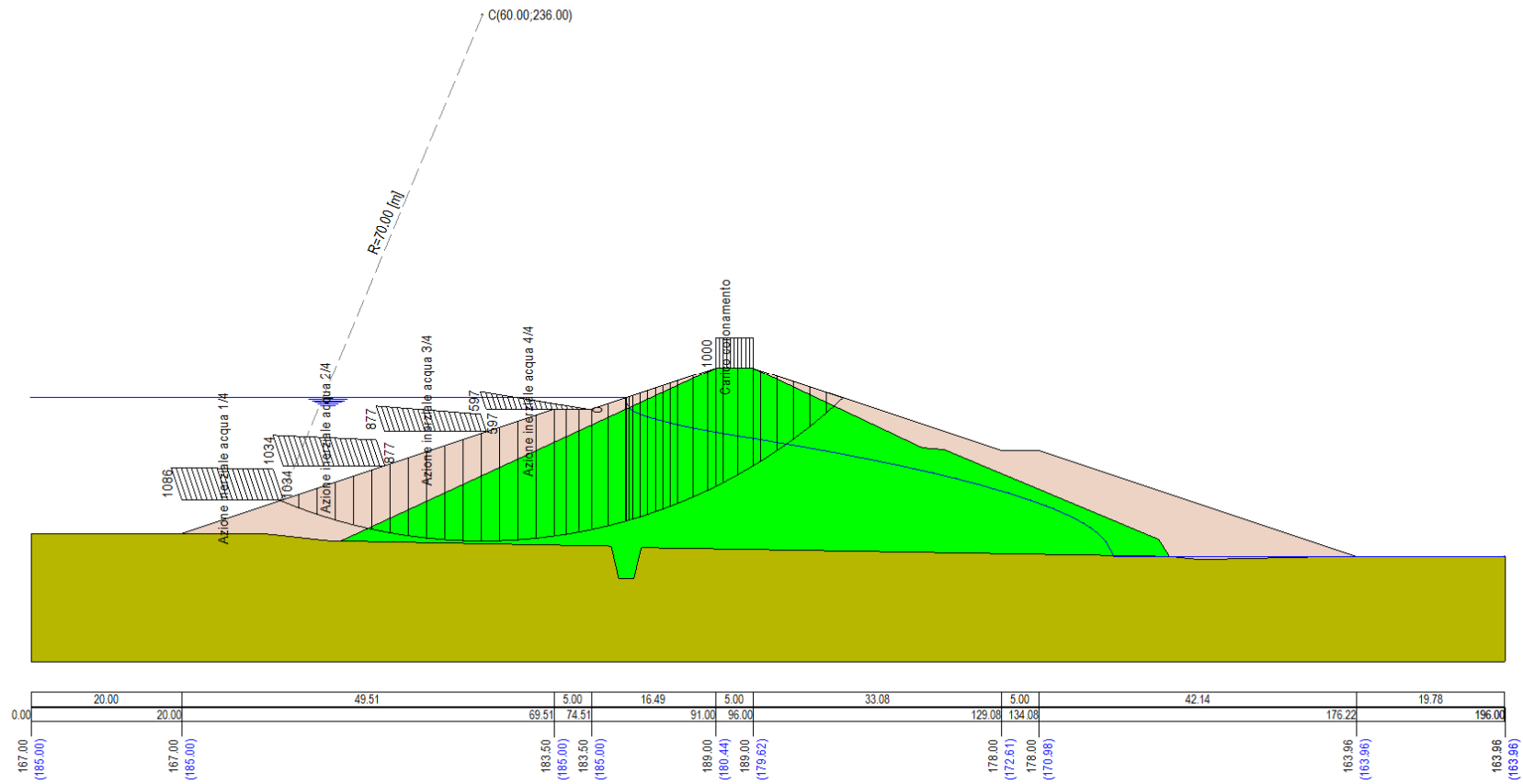


Figura A-14 – Superficie critica num. 1 FELNIUS verifica di stabilità 06.

$U_{max}=1606498.598148 \text{ m}$ $V_{max}=0.033377 \text{ m/s}$

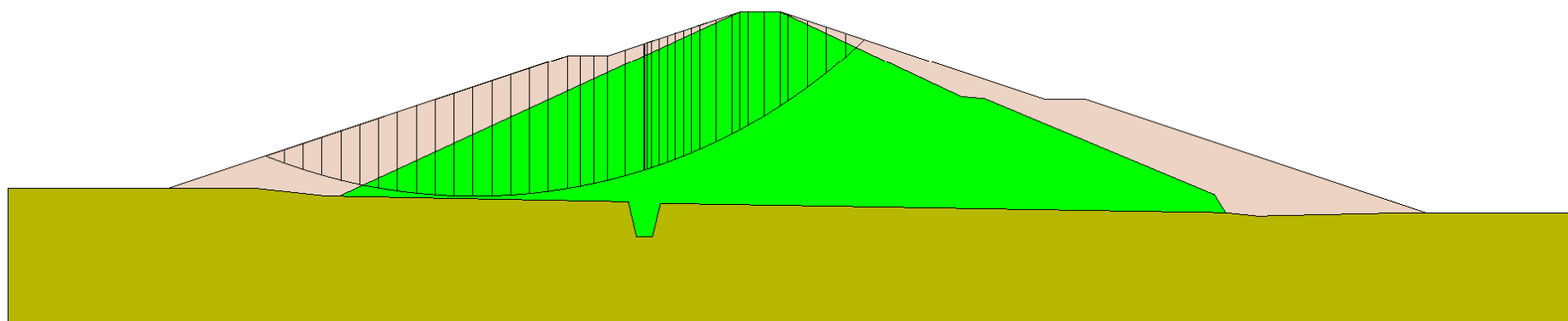


Figura A-15 – Superficie critica num. 9 FELLENIUS verifica di stabilità 06.

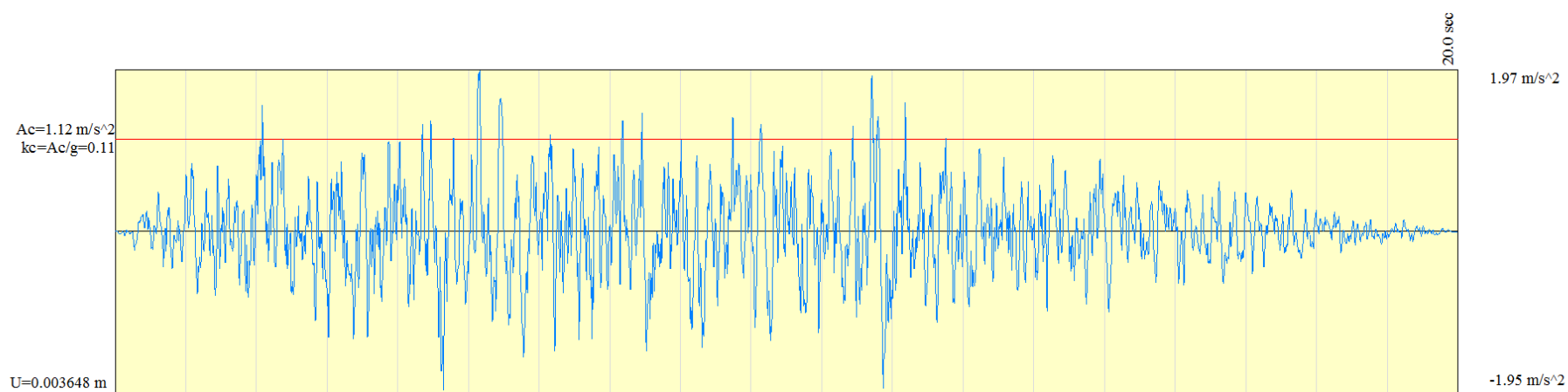


Figura A-16 – Accelerogramma superficie critica num. 9 FELLENIUS verifica di stabilità 06.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate 56268
 Coefficiente di sicurezza minimo 0.705
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	60.00	236.00	70.00	33.11	107.97	870.81	0.705 (B)	[A2M2]	H-V
9	C	58.00	236.00	70.00	32.01	106.49	842.65	0.707 (B)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce 41
 Coordinate del centro X[m]= 60.00 Y[m]= 236.00
 Raggio del cerchio R[m]= 70.00
 Intersezione a valle con il profilo topografico X_v[m]= 33.11 Y_v[m]= 171.37
 Intersezione a monte con il profilo topografico X_m[m]= 107.97 Y_m[m]= 185.02
 Coefficiente di sicurezza F_s= 0.705

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	33.11	171.37	171.37	35.54	172.18	170.41	34.73	171.32	2.61	-21.52	0.00	49
2	35.54	172.18	170.41	37.97	172.99	169.56	36.88	171.28	2.57	-19.40	0.00	49
3	37.97	172.99	169.56	40.39	173.80	168.80	39.25	171.29	2.54	-17.31	0.00	49
4	40.39	173.80	168.80	42.82	174.60	168.14	41.66	171.34	2.51	-15.24	0.00	49
5	42.82	174.60	168.14	45.24	175.41	167.57	44.07	171.43	2.49	-13.19	0.00	49
6	45.24	175.41	167.57	47.67	176.22	167.09	46.49	171.58	2.47	-11.16	0.00	49
7	47.67	176.22	167.09	50.10	177.03	166.70	48.91	171.76	2.46	-9.14	0.00	49
8	50.10	177.03	166.70	52.52	177.84	166.40	51.33	172.00	2.45	-7.13	0.00	49
9	52.52	177.84	166.40	54.95	178.65	166.18	53.76	172.27	2.44	-5.13	0.00	49
10	54.95	178.65	166.18	57.38	179.46	166.05	56.18	172.59	2.43	-3.14	0.00	49
11	57.38	179.46	166.05	59.80	180.27	166.00	58.60	172.94	2.43	-1.15	0.00	49
12	59.80	180.27	166.00	62.23	181.07	166.04	61.03	173.35	2.43	0.83	0.00	49
13	62.23	181.07	166.04	64.66	181.88	166.16	63.45	173.79	2.43	2.82	0.00	49
14	64.66	181.88	166.16	67.08	182.69	166.36	65.88	174.27	2.44	4.81	0.00	49
15	67.08	182.69	166.36	69.51	183.50	166.65	68.30	174.80	2.44	6.81	0.00	49
16	69.51	183.50	166.65	71.84	183.50	166.90	70.34	175.14	1.69	8.50	0.00	49
17	71.84	183.50	166.90	74.27	183.50	167.19	72.01	175.27	1.69	9.88	0.00	49
18	74.27	183.50	167.19	76.70	183.50	167.52	73.67	175.43	1.70	11.27	0.00	49
19	76.70	183.50	167.52	79.13	184.25	168.03	75.64	175.83	2.30	12.91	0.00	49
20	79.13	184.25	168.03	81.56	185.00	168.63	77.88	176.48	2.32	14.80	0.00	49
21	81.56	185.00	168.63	84.00	185.06	168.68	79.09	176.84	0.19	15.83	0.00	49
22	84.00	185.06	168.68	86.43	185.17	168.78	79.35	176.92	0.35	16.05	0.00	49
23	86.43	185.17	168.78	88.87	185.33	168.92	79.76	177.05	0.50	16.40	0.00	49
24	88.87	185.33	168.92	91.30	185.66	169.22	80.50	177.28	1.05	17.03	0.00	49
25	91.30	185.66	169.22	93.74	186.00	169.55	81.50	177.61	1.05	17.89	0.00	49
26	93.74	186.00	169.55	96.17	186.33	169.89	82.50	177.94	1.06	18.75	0.00	49
27	96.17	186.33	169.89	98.61	186.67	170.24	83.50	178.28	1.06	19.62	0.00	49
28	98.61	186.67	170.24	101.04	187.00	170.62	84.50	178.63	1.07	20.49	0.00	49
29	101.04	187.00	170.62	103.48	187.33	171.01	85.50	178.99	1.07	21.36	0.00	49
30	103.48	187.33	171.01	105.91	188.00	171.84	87.00	179.55	2.17	22.69	0.00	49
31	105.91	188.00	171.84	108.35	188.67	172.75	89.00	180.32	2.20	24.48	0.00	49
32	108.35	188.67	172.75	110.78	189.00	173.24	90.50	180.91	1.11	25.83	0.00	49
33	110.78	189.00	173.24	113.22	189.00	173.74	91.50	181.24	1.12	26.74	0.00	49
34	113.22	189.00	173.74	115.65	189.00	174.81	92.99	181.64	2.27	28.13	0.00	49
35	115.65	189.00	174.81	118.09	189.00	175.97	94.99	182.19	2.31	30.00	0.00	49
36	118.09	189.00	175.97	120.52	188.67	176.58	96.49	182.55	1.17	31.43	0.00	49
37	120.52	188.67	176.58	122.96	187.94	178.00	98.06	182.79	2.62	32.98	0.00	49
38	122.96	187.94	178.00	125.39	187.21	179.55	100.24	183.16	2.68	35.15	0.00	49
39	125.39	187.21	179.55	127.83	186.48	181.22	102.42	183.60	2.76	37.38	0.00	49
40	127.83	186.48	181.22	130.27	185.75	183.04	104.56	184.09	2.85	39.67	0.00	49
41	130.27	185.75	183.04	132.70	185.02	185.02	106.51	184.60	2.95	42.05	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	4485	34044	49430	18556	0	0	44775	0	0	
2	13196	31075	54889	18302	0	44775	87281	0	0	
3	21397	29086	60861	18081	0	87281	127360	0	0	
4	29106	27097	66250	17892	0	127360	164544	0	0	
5	36339	25108	71108	17730	0	164544	198434	0	0	
6	43109	23948	76406	17595	0	198434	228141	0	0	
7	49425	21114	79371	17485	0	228141	254117	0	0	
8	55297	19104	82834	17397	0	254117	275942	0	0	
9	60731	17094	85894	17332	0	275942	293426	0	0	
10	65732	15084	88569	17289	0	293426	306424	0	0	
11	70304	13074	90870	17266	0	306424	314830	0	0	
12	74447	11610	93410	17264	0	314830	316963	0	0	
13	78163	8988	94315	17284	0	316963	315127	0	0	
14	81449	6924	95477	17324	0	315127	308619	0	0	
15	84303	4860	96279	17385	0	308619	297487	0	0	
16	87375	2653	96863	17466	0	297487	286313	0	0	
17	90434	1000	97398	17566	0	286313	273975	0	0	
18	93488	0	97988	17685	0	273975	260580	0	0	
19	96527	0	98639	17822	0	260580	243360	0	0	
20	99551	0	99350	17976	0	243360	222841	0	0	
21	102561	0	100111	18146	0	222841	221059	0	0	
22	105557	0	100986	18331	0	221059	217642	0	0	
23	108540	0	101976	18530	0	217642	212703	0	0	
24	111511	0	103070	18742	0	212703	201982	0	0	
25	114470	0	104268	18966	0	201982	190695	0	0	
26	117417	0	105570	19202	0	190695	178856	0	0	
27	120352	0	106976	19449	0	178856	166481	0	0	
28	123275	0	108486	19707	0	166481	153589	0	0	
29	126187	0	110099	19976	0	153589	140201	0	0	
30	129088	0	111815	20256	0	140201	112035	0	0	
31	131978	0	113634	20546	0	112035	82184	0	0	
32	134857	0	115556	20846	0	82184	66698	0	0	
33	137725	1000	117581	21156	0	66698	50396	0	0	
34	140583	2000	119709	21476	0	50396	18593	0	0	
35	143431	2000	121940	21806	0	18593	-11621	0	0	
36	146270	0	124274	22146	0	-11621	-24739	0	0	
37	149109	0	126711	22496	0	-24739	-48859	0	0	
38	151948	0	129251	22856	0	-48859	-64777	0	0	
39	154787	0	131894	23226	0	-64777	-70813	0	0	
40	157626	0	134640	23606	0	-70813	-64740	0	0	
41	160465	0	137489	23996	0	-64740	-43823	0	0	

VERIFICA DI STABILITÀ 07

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{y_i} [kg/m]	V _{y_f} [kg/m]	V _{x_i} [kg/m]	V _{x_f} [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	28134
Coefficiente di sicurezza minimo	1.109
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41	
Coordinate del centro	X[m]= 56.00	Y[m]= 224.00
Raggio del cerchio	R[m]= 58.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 32.25	Y _v [m]= 171.08
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 100.95	Y _m [m]= 187.35
Coefficiente di sicurezza	F _S = 1.109	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _r [m]	Y _r [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	32.25	171.08	171.08	33.63	171.54	170.49	33.17	171.04	1.50	-23.43	0.00	49
2	33.63	171.54	170.49	35.00	172.00	169.94	34.39	170.99	1.48	-21.96	0.00	49
3	35.00	172.00	169.94	37.16	172.72	169.15	36.17	170.95	2.30	-20.09	0.00	49
4	37.16	172.72	169.15	39.31	173.44	168.45	38.29	170.94	2.27	-17.84	0.00	49
5	39.31	173.44	168.45	41.47	174.16	167.85	40.43	170.97	2.24	-15.61	0.00	49
6	41.47	174.16	167.85	43.63	174.87	167.34	42.58	171.06	2.22	-13.41	0.00	49
7	43.63	174.87	167.34	45.78	175.59	166.91	44.73	171.18	2.20	-11.23	0.00	49
8	45.78	175.59	166.91	47.94	176.31	166.56	46.88	171.35	2.18	-9.07	0.00	49
9	47.94	176.31	166.56	50.10	177.03	166.30	49.04	171.55	2.17	-6.91	0.00	49
10	50.10	177.03	166.30	52.26	177.75	166.12	51.19	171.80	2.16	-4.77	0.00	49
11	52.26	177.75	166.12	54.41	178.47	166.02	53.35	172.09	2.16	-2.64	0.00	49
12	54.41	178.47	166.02	56.57	179.19	166.00	55.50	172.42	2.16	-0.50	0.00	49
13	56.57	179.19	166.00	58.73	179.91	166.06	57.66	172.79	2.16	1.63	0.00	49
14	58.73	179.91	166.06	60.88	180.62	166.21	59.81	173.20	2.16	3.76	0.00	49
15	60.88	180.62	166.21	63.04	181.34	166.43	61.97	173.65	2.17	5.90	0.00	49
16	63.04	181.34	166.43	65.20	182.06	166.73	64.12	174.14	2.18	8.05	0.00	49
17	65.20	182.06	166.73	67.35	182.78	167.12	66.28	174.68	2.19	10.21	0.00	49
18	67.35	182.78	167.12	69.51	183.50	167.60	68.43	175.25	2.21	12.38	0.00	49
19	69.51	183.50	167.60	71.18	183.50	168.02	70.34	175.65	1.72	14.32	0.00	49
20	71.18	183.50	168.02	72.84	183.50	168.50	72.01	175.88	1.73	16.03	0.00	49
21	72.84	183.50	168.50	74.51	183.50	169.03	73.67	176.13	1.75	17.75	0.00	49
22	74.51	183.50	169.03	76.75	184.25	169.84	75.63	176.66	2.39	19.79	0.00	49
23	76.75	184.25	169.84	79.00	185.00	170.76	77.88	177.46	2.42	22.17	0.00	49
24	79.00	185.00	170.76	79.18	185.06	170.83	79.09	177.91	0.20	23.46	0.00	49
25	79.18	185.06	170.83	79.52	185.17	170.98	79.35	178.01	0.37	23.74	0.00	49
26	79.52	185.17	170.98	80.00	185.33	171.20	79.76	178.17	0.53	24.18	0.00	49
27	80.00	185.33	171.20	81.00	185.66	171.66	80.50	178.46	1.10	24.99	0.00	49
28	81.00	185.66	171.66	82.00	186.00	172.15	81.50	178.87	1.11	26.08	0.00	49
29	82.00	186.00	172.15	83.00	186.33	172.67	82.50	179.29	1.12	27.19	0.00	49
30	83.00	186.33	172.67	84.00	186.67	173.21	83.50	179.72	1.14	28.30	0.00	49
31	84.00	186.67	173.21	85.00	187.00	173.77	84.50	180.16	1.15	29.43	0.00	49
32	85.00	187.00	173.77	86.00	187.33	174.36	85.50	180.61	1.16	30.57	0.00	49
33	86.00	187.33	174.36	88.00	188.00	175.63	86.99	181.33	2.37	32.32	0.00	49
34	88.00	188.00	175.63	90.00	188.67	177.01	88.99	182.32	2.43	34.69	0.00	49
35	90.00	188.67	177.01	91.00	189.00	177.75	90.50	183.11	1.24	36.50	0.00	49
36	91.00	189.00	177.75	92.00	189.00	178.52	91.49	183.57	1.26	37.74	0.00	49
37	92.00	189.00	178.52	94.00	189.00	180.18	92.97	184.16	2.60	39.65	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
38	94.00	189.00	180.18	96.00	189.00	182.00	94.96	185.03	2.70	42.27	0.00	49
39	96.00	189.00	182.00	97.65	188.45	183.64	96.77	185.76	2.33	44.75	0.00	49
40	97.65	188.45	183.64	99.30	187.90	185.41	98.39	186.32	2.43	47.10	0.00	49
41	99.30	187.90	185.41	100.95	187.35	187.35	99.85	186.89	2.55	49.56	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENIOUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1513	944	2129	6771	0	0	0	0	0	
2	4480	316	4408	6699	0	0	0	0	0	
3	12726	2	11953	10392	0	0	0	0	0	
4	19322	2	18394	10252	0	0	0	0	0	
5	25497	2	24558	10133	0	0	0	0	0	
6	31266	2	30415	10033	0	0	0	0	0	
7	36641	2	35941	9950	0	0	0	0	0	
8	41632	1	41113	9883	0	0	0	0	0	
9	46246	1	45911	9831	0	0	0	0	0	
10	50490	1	50316	9793	0	0	0	0	0	
11	54367	1	54311	9770	0	0	0	0	0	
12	57881	1	57880	9760	0	0	0	0	0	
13	61032	1	61008	9763	0	0	0	0	0	
14	63820	1	63683	9781	0	0	0	0	0	
15	66243	0	65892	9811	0	0	0	0	0	
16	68297	0	67625	9857	0	0	0	0	0	
17	69978	0	68871	9916	0	0	0	0	0	
18	71279	0	69622	9992	0	0	0	0	0	
19	54765	0	53063	7783	0	0	0	0	0	
20	53187	0	51120	7846	0	0	0	0	0	
21	51421	0	48974	7918	0	0	0	0	0	
22	67872	1	63865	10796	0	0	0	0	0	
23	67343	4	62371	10969	0	0	0	0	0	
24	5364	0	4921	888	0	0	0	0	0	
25	10110	0	9255	1681	0	0	0	0	0	
26	14224	0	12975	2381	0	0	0	0	0	
27	29443	0	26687	4992	0	0	0	0	0	
28	29131	0	26165	5038	0	0	0	0	0	
29	28771	0	25592	5087	0	0	0	0	0	
30	28359	0	24969	5139	0	0	0	0	0	
31	27895	0	24295	5195	0	0	0	0	0	
32	27376	0	23570	5255	0	0	0	0	0	
33	52939	0	44740	10708	0	0	0	0	0	
34	50156	0	41242	11006	0	0	0	0	0	
35	23891	0	19204	5629	0	0	0	0	0	
36	22651	1300	18940	5722	0	0	0	0	0	
37	40204	2600	32958	11753	0	0	0	0	0	
38	32948	2600	26306	12229	0	0	0	0	0	
39	20321	0	14432	10524	0	0	0	0	0	
40	12558	0	8549	10979	0	0	0	0	0	
41	4278	0	2775	11520	0	0	0	0	0	

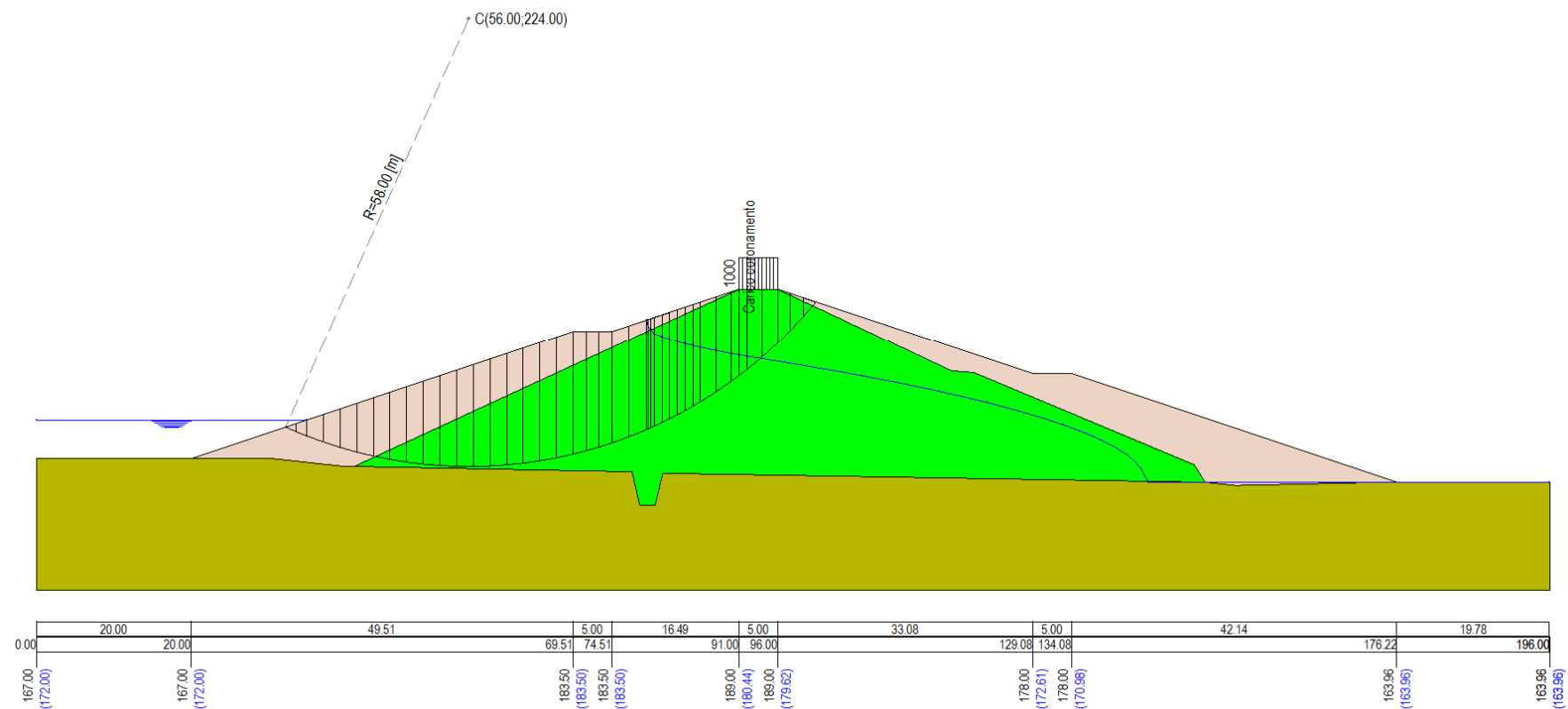


Figura A-17 – Superficie critica FELLENIUS verifica di stabilità 07.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	28134
Coefficiente di sicurezza minimo	1.109
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41	
Coordinate del centro	X[m]= 56.00	Y[m]= 224.00
Raggio del cerchio	R[m]= 58.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 32.25	Y _v [m]= 171.08
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 100.95	Y _m [m]= 187.35
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.109	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	32.25	171.08	171.08	33.63	171.54	170.49	33.17	171.04	1.50	-23.43	0.00	49
2	33.63	171.54	170.49	35.00	172.00	169.94	34.39	170.99	1.48	-21.96	0.00	49
3	35.00	172.00	169.94	37.16	172.72	169.15	36.17	170.95	2.30	-20.09	0.00	49
4	37.16	172.72	169.15	39.31	173.44	168.45	38.29	170.94	2.27	-17.84	0.00	49
5	39.31	173.44	168.45	41.47	174.16	167.85	40.43	170.97	2.24	-15.61	0.00	49
6	41.47	174.16	167.85	43.63	174.87	167.34	42.58	171.06	2.22	-13.41	0.00	49
7	43.63	174.87	167.34	45.78	175.59	166.91	44.73	171.18	2.20	-11.23	0.00	49
8	45.78	175.59	166.91	47.94	176.31	166.56	46.88	171.35	2.18	-9.07	0.00	49
9	47.94	176.31	166.56	50.10	177.03	166.30	49.04	171.55	2.17	-6.91	0.00	49
10	50.10	177.03	166.30	52.26	177.75	166.12	51.19	171.80	2.16	-4.77	0.00	49
11	52.26	177.75	166.12	54.41	178.47	166.02	53.35	172.09	2.16	-2.64	0.00	49
12	54.41	178.47	166.02	56.57	179.19	166.00	55.50	172.42	2.16	-0.50	0.00	49
13	56.57	179.19	166.00	58.73	179.91	166.06	57.66	172.79	2.16	1.63	0.00	49
14	58.73	179.91	166.06	60.88	180.62	166.21	59.81	173.20	2.16	3.76	0.00	49
15	60.88	180.62	166.21	63.04	181.34	166.43	61.97	173.65	2.17	5.90	0.00	49
16	63.04	181.34	166.43	65.20	182.06	166.73	64.12	174.14	2.18	8.05	0.00	49
17	65.20	182.06	166.73	67.35	182.78	167.12	66.28	174.68	2.19	10.21	0.00	49
18	67.35	182.78	167.12	69.51	183.50	167.60	68.43	175.25	2.21	12.38	0.00	49
19	69.51	183.50	167.60	71.18	183.50	168.02	70.34	175.65	1.72	14.32	0.00	49
20	71.18	183.50	168.02	72.84	183.50	168.50	72.01	175.88	1.73	16.03	0.00	49
21	72.84	183.50	168.50	74.51	183.50	169.03	73.67	176.13	1.75	17.75	0.00	49
22	74.51	183.50	169.03	76.75	184.25	169.84	75.63	176.66	2.39	19.79	0.00	49
23	76.75	184.25	169.84	79.00	185.00	170.76	77.88	177.46	2.42	22.17	0.00	49
24	79.00	185.00	170.76	79.18	185.06	170.83	79.09	177.91	0.20	23.46	0.00	49
25	79.18	185.06	170.83	79.52	185.17	170.98	79.35	178.01	0.37	23.74	0.00	49
26	79.52	185.17	170.98	80.00	185.33	171.20	79.76	178.17	0.53	24.18	0.00	49
27	80.00	185.33	171.20	81.00	185.66	171.66	80.50	178.46	1.10	24.99	0.00	49
28	81.00	185.66	171.66	82.00	186.00	172.15	81.50	178.87	1.11	26.08	0.00	49
29	82.00	186.00	172.15	83.00	186.33	172.67	82.50	179.29	1.12	27.19	0.00	49
30	83.00	186.33	172.67	84.00	186.67	173.21	83.50	179.72	1.14	28.30	0.00	49
31	84.00	186.67	173.21	85.00	187.00	173.77	84.50	180.16	1.15	29.43	0.00	49
32	85.00	187.00	173.77	86.00	187.33	174.36	85.50	180.61	1.16	30.57	0.00	49
33	86.00	187.33	174.36	88.00	188.00	175.63	86.99	181.33	2.37	32.32	0.00	49
34	88.00	188.00	175.63	90.00	188.67	177.01	88.99	182.32	2.43	34.69	0.00	49
35	90.00	188.67	177.01	91.00	189.00	177.75	90.50	183.11	1.24	36.50	0.00	49
36	91.00	189.00	177.75	92.00	189.00	178.52	91.49	183.57	1.26	37.74	0.00	49
37	92.00	189.00	178.52	94.00	189.00	180.18	92.97	184.16	2.60	39.65	0.00	49
38	94.00	189.00	180.18	96.00	189.00	182.00	94.96	185.03	2.70	42.27	0.00	49
39	96.00	189.00	182.00	97.65	188.45	183.64	96.77	185.76	2.33	44.75	0.00	49
40	97.65	188.45	183.64	99.30	187.90	185.41	98.39	186.32	2.43	47.10	0.00	49
41	99.30	187.90	185.41	100.95	187.35	187.35	99.85	186.89	2.55	49.56	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1513	944	5612	6771	0	0	8759	0	0	
2	4480	316	7871	6699	0	8759	18020	0	0	
3	12726	2	17354	10392	0	18020	33742	0	0	
4	19322	2	23599	10252	0	33742	50732	0	0	
5	25497	2	29308	10133	0	50732	68380	0	0	
6	31266	2	34537	10033	0	68380	86151	0	0	
7	36641	2	39334	9950	0	86151	103572	0	0	
8	41632	1	43737	9883	0	103572	120224	0	0	
9	46246	1	47779	9831	0	120224	135735	0	0	
10	50490	1	51484	9793	0	135735	149777	0	0	
11	54367	1	54876	9770	0	149777	162060	0	0	
12	57881	1	57970	9760	0	162060	172329	0	0	
13	61032	1	60780	9763	0	172329	180363	0	0	
14	63820	1	63315	9781	0	180363	185969	0	0	
15	66243	0	65582	9811	0	185969	188987	0	0	
16	68297	0	67583	9857	0	188987	189286	0	0	
17	69978	0	69318	9916	0	189286	186764	0	0	
18	71279	0	70783	9992	0	186764	181349	0	0	
19	54765	0	54534	7783	0	181349	175403	0	0	
20	53187	0	53084	7846	0	175403	168290	0	0	
21	51421	0	51456	7918	0	168290	160147	0	0	
22	67872	1	68248	10796	0	160147	147199	0	0	
23	67343	4	68253	10969	0	147199	131609	0	0	
24	5364	0	5462	888	0	131609	130248	0	0	
25	10110	0	10306	1681	0	130248	127638	0	0	
26	14224	0	14523	2381	0	127638	123861	0	0	
27	29443	0	30157	4992	0	123861	115646	0	0	
28	29131	0	29968	5038	0	115646	106995	0	0	
29	28771	0	29732	5087	0	106995	97935	0	0	
30	28359	0	29443	5139	0	97935	88499	0	0	
31	27895	0	29098	5195	0	88499	78725	0	0	
32	27376	0	28692	5255	0	78725	68656	0	0	
33	52939	0	55868	10708	0	68656	47838	0	0	
34	50156	0	53380	11006	0	47838	26510	0	0	
35	23891	0	25556	5629	0	26510	15833	0	0	
36	22651	1300	25858	5722	0	15833	4530	0	0	
37	40204	2600	45853	11753	0	4530	-15679	0	0	
38	32948	2600	36923	12229	0	-15679	-31463	0	0	
39	20321	0	18182	10524	0	-31463	-36791	0	0	
40	12558	0	6634	10979	0	-36791	-34177	0	0	
41	4278	0	-6921	11520	0	-34177	-21436	0	0	

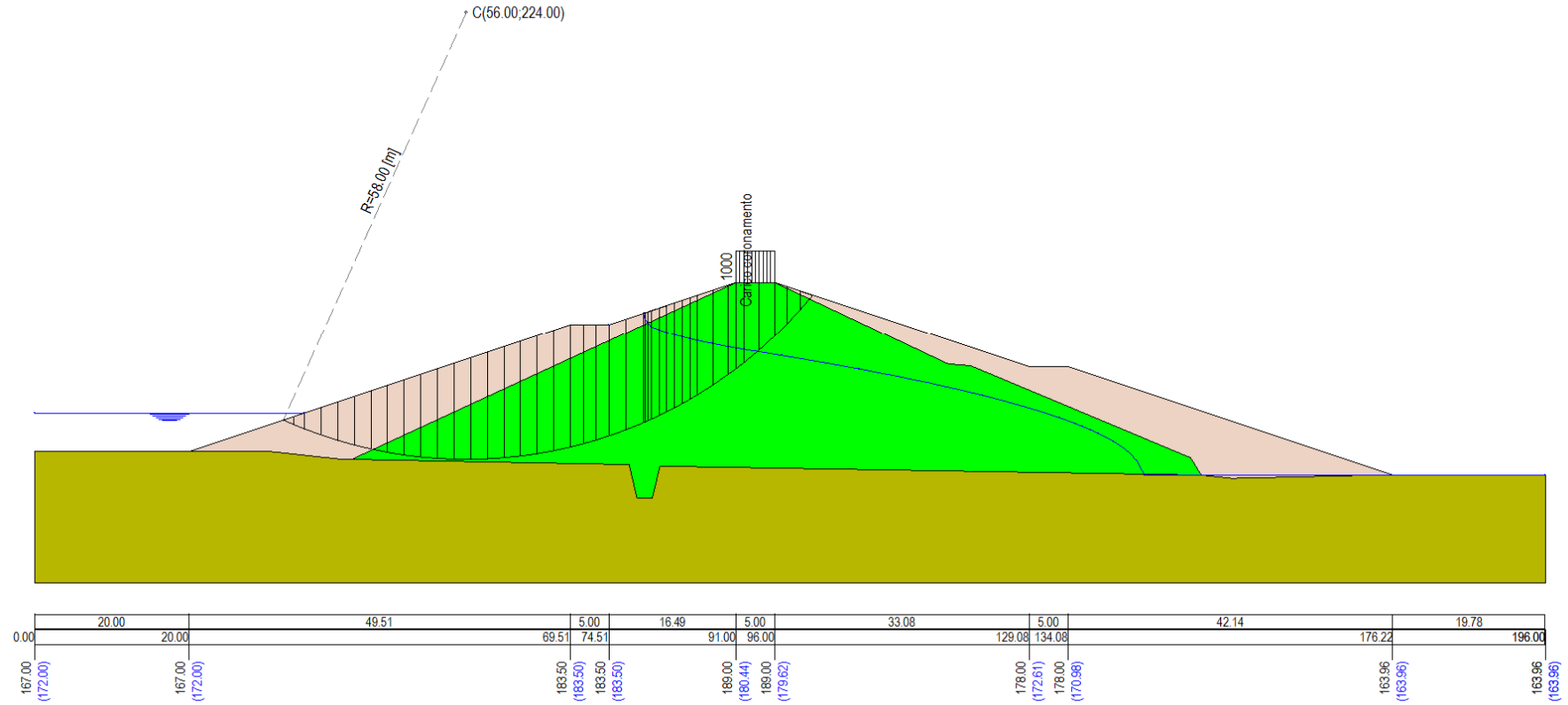


Figura A-18 – Superficie critica BISHOP verifica di stabilità 07.

VERIFICA DI STABILITÀ 08

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{y_i} [kg/m]	V _{y_f} [kg/m]	V _{x_i} [kg/m]	V _{x_f} [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0
2	Carico distribuito	20.00	35.00	233	0	78	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.642
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	58.00	238.00	72.00	31.80	107.08	853.92	0.642 (F)	[A2M2]	H-V
47	C	56.00	230.00	64.00	31.56	103.08	775.90	0.648 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 58.00 Y[m]= 238.00
Raggio del cerchio	R[m]= 72.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 31.80 Y _v [m]= 170.93
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 107.08 Y _m [m]= 185.32
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.642

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	31.80	170.93	170.93	33.40	171.47	170.33	32.87	170.91	1.71	-20.66	0.00	49
2	33.40	171.47	170.33	35.00	172.00	169.77	34.29	170.89	1.69	-19.30	0.00	49
3	35.00	172.00	169.77	37.47	172.82	168.99	36.34	170.90	2.59	-17.60	0.00	49
4	37.47	172.82	168.99	39.93	173.64	168.30	38.77	170.94	2.56	-15.55	0.00	49
5	39.93	173.64	168.30	42.40	174.46	167.71	41.21	171.03	2.54	-13.53	0.00	49
6	42.40	174.46	167.71	44.86	175.28	167.21	43.66	171.17	2.52	-11.52	0.00	49
7	44.86	175.28	167.21	47.33	176.11	166.80	46.12	171.35	2.50	-9.52	0.00	49
8	47.33	176.11	166.80	49.79	176.93	166.47	48.58	171.58	2.49	-7.54	0.00	49
9	49.79	176.93	166.47	52.26	177.75	166.23	51.04	171.85	2.48	-5.56	0.00	49
10	52.26	177.75	166.23	54.72	178.57	166.07	53.50	172.16	2.47	-3.59	0.00	49
11	54.72	178.57	166.07	57.19	179.39	166.00	55.97	172.51	2.47	-1.63	0.00	49
12	57.19	179.39	166.00	59.65	180.21	166.02	58.43	172.91	2.47	0.33	0.00	49
13	59.65	180.21	166.02	62.12	181.04	166.12	60.89	173.35	2.47	2.29	0.00	49
14	62.12	181.04	166.12	64.58	181.86	166.30	63.36	173.83	2.47	4.26	0.00	49
15	64.58	181.86	166.30	67.05	182.68	166.57	65.82	174.35	2.48	6.23	0.00	49
16	67.05	182.68	166.57	69.51	183.50	166.93	68.28	174.92	2.49	8.21	0.00	49
17	69.51	183.50	166.93	72.01	183.50	167.38	70.75	175.33	2.54	10.21	0.00	49
18	72.01	183.50	167.38	74.51	183.50	167.92	73.25	175.57	2.56	12.24	0.00	49
19	74.51	183.50	167.92	76.75	184.25	168.49	75.63	176.04	2.32	14.18	0.00	49
20	76.75	184.25	168.49	79.00	185.00	169.13	77.88	176.72	2.34	16.03	0.00	49
21	79.00	185.00	169.13	79.18	185.06	169.19	79.09	177.09	0.19	17.03	0.00	49
22	79.18	185.06	169.19	79.52	185.17	169.29	79.35	177.18	0.36	17.25	0.00	49
23	79.52	185.17	169.29	80.00	185.33	169.44	79.76	177.31	0.50	17.59	0.00	49
24	80.00	185.33	169.44	81.00	185.66	169.77	80.50	177.55	1.05	18.21	0.00	49
25	81.00	185.66	169.77	82.00	186.00	170.12	81.50	177.89	1.06	19.05	0.00	49
26	82.00	186.00	170.12	83.00	186.33	170.48	82.50	178.23	1.06	19.89	0.00	49
27	83.00	186.33	170.48	84.00	186.67	170.86	83.50	178.58	1.07	20.74	0.00	49
28	84.00	186.67	170.86	85.00	187.00	171.25	84.50	178.94	1.08	21.60	0.00	49
29	85.00	187.00	171.25	86.00	187.33	171.67	85.50	179.31	1.08	22.45	0.00	49
30	86.00	187.33	171.67	88.00	188.00	172.55	87.00	179.89	2.19	23.75	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
31	88.00	188.00	172.55	90.00	188.67	173.50	89.00	180.68	2.22	25.51	0.00	49
32	90.00	188.67	173.50	91.00	189.00	174.01	90.50	181.29	1.12	26.83	0.00	49
33	91.00	189.00	174.01	92.00	189.00	174.53	91.50	181.63	1.13	27.73	0.00	49
34	92.00	189.00	174.53	94.00	189.00	175.65	92.99	182.04	2.29	29.09	0.00	49
35	94.00	189.00	175.65	96.00	189.00	176.84	94.98	182.62	2.33	30.93	0.00	49
36	96.00	189.00	176.84	97.00	188.67	177.48	96.49	183.00	1.18	32.33	0.00	49
37	97.00	188.67	177.48	99.02	188.00	178.82	97.97	183.24	2.42	33.76	0.00	49
38	99.02	188.00	178.82	101.03	187.33	180.27	99.98	183.60	2.48	35.71	0.00	49
39	101.03	187.33	180.27	103.05	186.66	181.83	101.98	184.01	2.55	37.72	0.00	49
40	103.05	186.66	181.83	105.06	185.99	183.51	103.95	184.47	2.62	39.77	0.00	49
41	105.06	185.99	183.51	107.08	185.32	185.32	105.73	184.94	2.71	41.89	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENIOUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1898	1315	3365	13343	0	0	0	0	0	
2	5622	439	6647	13229	0	0	0	0	0	
3	15631	2	16891	20212	0	0	0	0	0	
4	23660	2	25695	19998	0	0	0	0	0	
5	31202	2	34010	19815	0	0	0	0	0	
6	38269	2	41813	19662	0	0	0	0	0	
7	44872	2	49085	19535	0	0	0	0	0	
8	51021	2	55809	19434	0	0	0	0	0	
9	56723	1	61969	19357	0	0	0	0	0	
10	61982	1	67551	19304	0	0	0	0	0	
11	66803	1	72544	19274	0	0	0	0	0	
12	71188	1	76937	19266	0	0	0	0	0	
13	75136	1	80720	19281	0	0	0	0	0	
14	78648	0	83885	19319	0	0	0	0	0	
15	81720	0	86426	19380	0	0	0	0	0	
16	84348	0	88338	19465	0	0	0	0	0	
17	85587	0	88635	19854	0	0	0	0	0	
18	82989	0	84855	19994	0	0	0	0	0	
19	73676	1	74321	18097	0	0	0	0	0	
20	74347	4	73945	18256	0	0	0	0	0	
21	5981	0	5899	1471	0	0	0	0	0	
22	11299	0	11125	2782	0	0	0	0	0	
23	15956	0	15664	3936	0	0	0	0	0	
24	33261	0	32478	8228	0	0	0	0	0	
25	33244	0	32218	8269	0	0	0	0	0	
26	33194	0	31917	8312	0	0	0	0	0	
27	33108	0	31576	8357	0	0	0	0	0	
28	32988	0	31194	8406	0	0	0	0	0	
29	32831	0	30772	8457	0	0	0	0	0	
30	65027	0	60100	17078	0	0	0	0	0	
31	63950	0	57934	17319	0	0	0	0	0	
32	31483	0	28066	8759	0	0	0	0	0	
33	30748	1000	27984	8830	0	0	0	0	0	
34	58060	2000	52001	17888	0	0	0	0	0	
35	53214	2000	46596	18222	0	0	0	0	0	
36	24342	0	20123	9249	0	0	0	0	0	
37	42966	0	34736	18946	0	0	0	0	0	
38	34071	0	26674	19399	0	0	0	0	0	
39	24933	0	18843	19911	0	0	0	0	0	
40	15329	0	11142	20493	0	0	0	0	0	
41	5201	0	3620	21159	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u [m]
1	0.063366
2	0.042937
3	0.057570
4	0.056916
5	0.045500
6	0.056417
7	0.056574
8	0.061818
9	0.044096
10	0.077812
11	0.051137
12	0.056539
13	0.054345
14	0.059936
15	0.046008

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.035$
 $U_{max} = 0.077812$ [m]
 $V_{max} = 0.076585$ [m/s]

Superficie n° 47

n°	u [m]
1	0.094294
2	0.062119
3	0.081532
4	0.079813
5	0.066212
6	0.077148
7	0.080418
8	0.086116
9	0.067262
10	0.105620
11	0.076254
12	0.080654
13	0.075485
14	0.087914
15	0.064487

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.029$
 $U_{max} = 0.105620$ [m]
 $V_{max} = 0.086156$ [m/s]

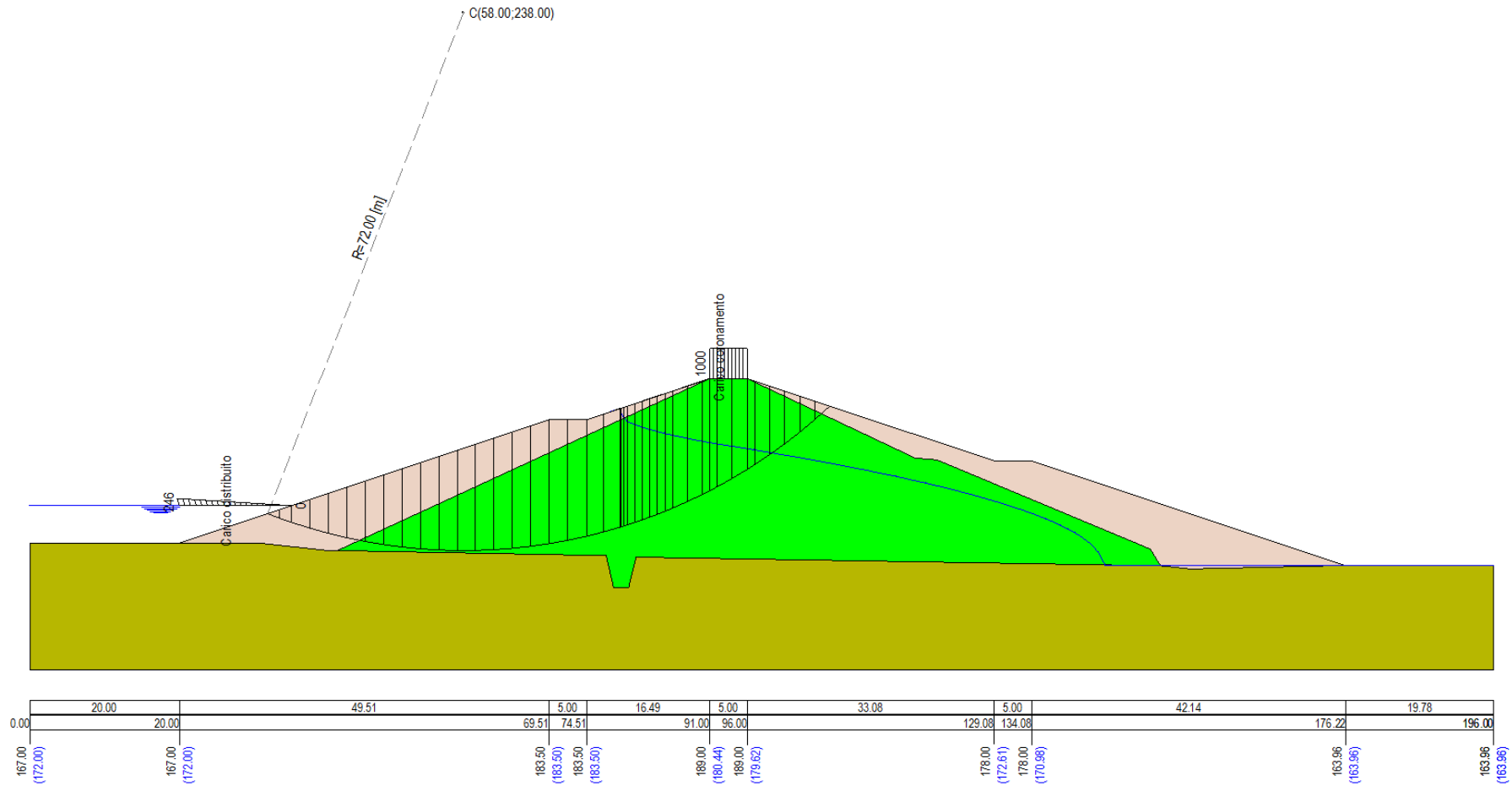


Figura A-19 – Superficie critica num. 1 FELLENIUS verifica di stabilità 08.

$U_{max}=0.105620 \text{ m}$ $V_{max}=0.086156 \text{ m/s}$

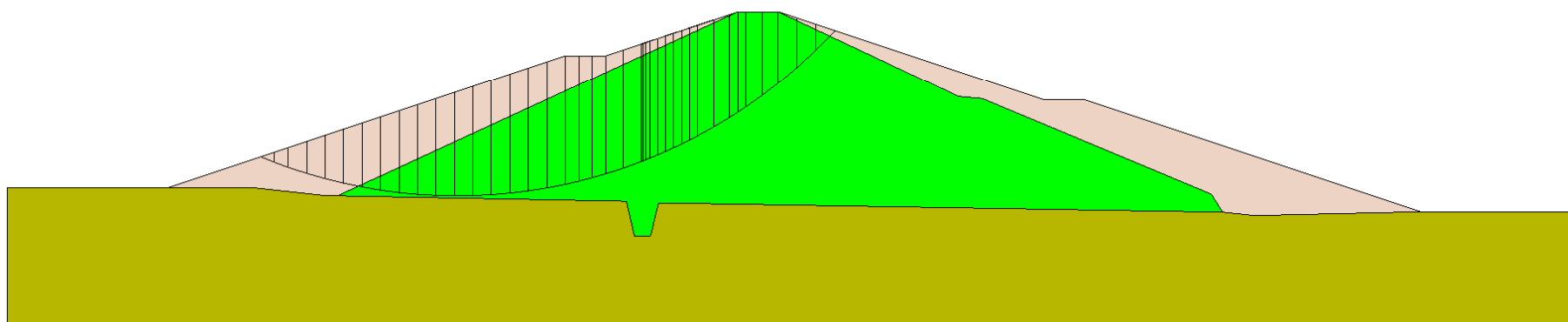


Figura A-20 – Superficie critica num. 47 FELLENIUS verifica di stabilità 08.

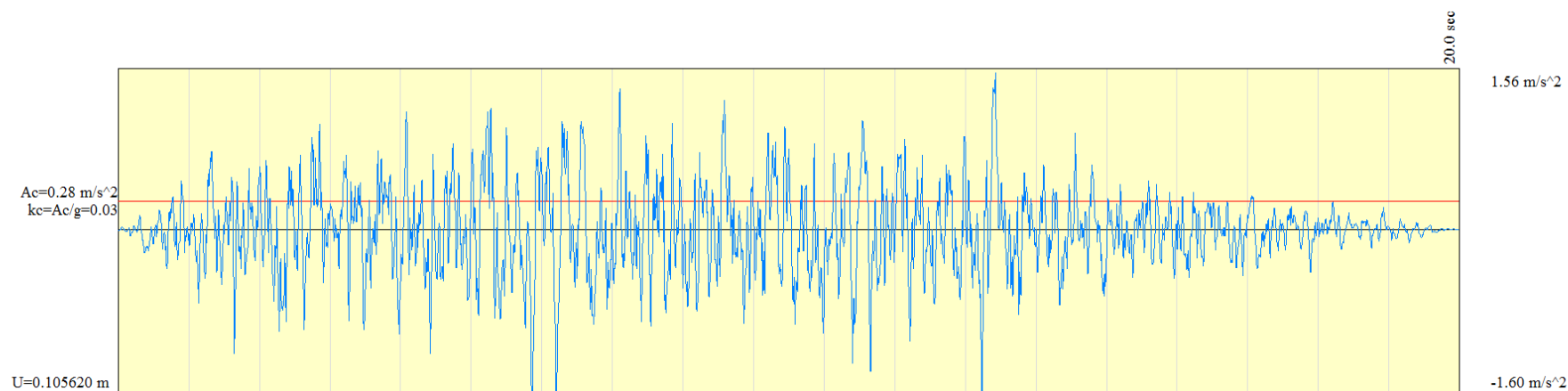


Figura A-21 – Accelerogramma superficie critica num. 47 FELLENIUS verifica di stabilità 08.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate 56268
 Coefficiente di sicurezza minimo 0.642
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	58.00	238.00	72.00	31.80	107.08	853.92	0.642 (B)	[A2M2]	H-V
47	C	56.00	230.00	64.00	31.56	103.08	775.90	0.648 (B)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce 41
 Coordinate del centro X[m]= 58.00 Y[m]= 238.00
 Raggio del cerchio R[m]= 72.00
 Intersezione a valle con il profilo topografico X_v[m]= 31.80 Y_v[m]= 170.93
 Intersezione a monte con il profilo topografico X_m[m]= 107.08 Y_m[m]= 185.32
 Coefficiente di sicurezza F_s= 0.642

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{di} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	31.80	170.93	170.93	33.40	171.47	170.33	32.87	170.91	1.71	-20.66	0.00	49
2	33.40	171.47	170.33	35.00	172.00	169.77	34.29	170.89	1.69	-19.30	0.00	49
3	35.00	172.00	169.77	37.47	172.82	168.99	36.34	170.90	2.59	-17.60	0.00	49
4	37.47	172.82	168.99	39.93	173.64	168.30	38.77	170.94	2.56	-15.55	0.00	49
5	39.93	173.64	168.30	42.40	174.46	167.71	41.21	171.03	2.54	-13.53	0.00	49
6	42.40	174.46	167.71	44.86	175.28	167.21	43.66	171.17	2.52	-11.52	0.00	49
7	44.86	175.28	167.21	47.33	176.11	166.80	46.12	171.35	2.50	-9.52	0.00	49
8	47.33	176.11	166.80	49.79	176.93	166.47	48.58	171.58	2.49	-7.54	0.00	49
9	49.79	176.93	166.47	52.26	177.75	166.23	51.04	171.85	2.48	-5.56	0.00	49
10	52.26	177.75	166.23	54.72	178.57	166.07	53.50	172.16	2.47	-3.59	0.00	49
11	54.72	178.57	166.07	57.19	179.39	166.00	55.97	172.51	2.47	-1.63	0.00	49
12	57.19	179.39	166.00	59.65	180.21	166.02	58.43	172.91	2.47	0.33	0.00	49
13	59.65	180.21	166.02	62.12	181.04	166.12	60.89	173.35	2.47	2.29	0.00	49
14	62.12	181.04	166.12	64.58	181.86	166.30	63.36	173.83	2.47	4.26	0.00	49
15	64.58	181.86	166.30	67.05	182.68	166.57	65.82	174.35	2.48	6.23	0.00	49
16	67.05	182.68	166.57	69.51	183.50	166.93	68.28	174.92	2.49	8.21	0.00	49
17	69.51	183.50	166.93	72.01	183.50	167.38	70.75	175.33	2.54	10.21	0.00	49
18	72.01	183.50	167.38	74.51	183.50	167.92	73.25	175.57	2.56	12.24	0.00	49
19	74.51	183.50	167.92	76.75	184.25	168.49	75.63	176.04	2.32	14.18	0.00	49
20	76.75	184.25	168.49	79.00	185.00	169.13	77.88	176.72	2.34	16.03	0.00	49
21	79.00	185.00	169.13	79.18	185.06	169.19	79.09	177.09	0.19	17.03	0.00	49
22	79.18	185.06	169.19	79.52	185.17	169.29	79.35	177.18	0.36	17.25	0.00	49
23	79.52	185.17	169.29	80.00	185.33	169.44	79.76	177.31	0.50	17.59	0.00	49
24	80.00	185.33	169.44	81.00	185.66	169.77	80.50	177.55	1.05	18.21	0.00	49
25	81.00	185.66	169.77	82.00	186.00	170.12	81.50	177.89	1.06	19.05	0.00	49
26	82.00	186.00	170.12	83.00	186.33	170.48	82.50	178.23	1.06	19.89	0.00	49
27	83.00	186.33	170.48	84.00	186.67	170.86	83.50	178.58	1.07	20.74	0.00	49
28	84.00	186.67	170.86	85.00	187.00	171.25	84.50	178.94	1.08	21.60	0.00	49
29	85.00	187.00	171.25	86.00	187.33	171.67	85.50	179.31	1.08	22.45	0.00	49
30	86.00	187.33	171.67	88.00	188.00	172.55	87.00	179.89	2.19	23.75	0.00	49
31	88.00	188.00	172.55	90.00	188.67	173.50	89.00	180.68	2.22	25.51	0.00	49
32	90.00	188.67	173.50	91.00	189.00	174.01	90.50	181.29	1.12	26.83	0.00	49
33	91.00	189.00	174.01	92.00	189.00	174.53	91.50	181.63	1.13	27.73	0.00	49
34	92.00	189.00	174.53	94.00	189.00	175.65	92.99	182.04	2.29	29.09	0.00	49
35	94.00	189.00	175.65	96.00	189.00	176.84	94.98	182.62	2.33	30.93	0.00	49
36	96.00	189.00	176.84	97.00	188.67	177.48	96.49	183.00	1.18	32.33	0.00	49
37	97.00	188.67	177.48	99.02	188.00	178.82	97.97	183.24	2.42	33.76	0.00	49
38	99.02	188.00	178.82	101.03	187.33	180.27	99.98	183.60	2.48	35.71	0.00	49
39	101.03	187.33	180.27	103.05	186.66	181.83	101.98	184.01	2.55	37.72	0.00	49
40	103.05	186.66	181.83	105.06	185.99	183.51	103.95	184.47	2.62	39.77	0.00	49
41	105.06	185.99	183.51	107.08	185.32	185.32	105.73	184.94	2.71	41.89	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	1898	1315	8632	13343	0	0	14932	0	0	
2	5622	439	11544	13229	0	14932	29744	0	0	
3	15631	2	24153	20212	0	29744	53759	0	0	
4	23660	2	32135	19998	0	53759	77775	0	0	
5	31202	2	39483	19815	0	77775	101177	0	0	
6	38269	2	46254	19662	0	101177	123424	0	0	
7	44872	2	52495	19535	0	123424	144040	0	0	
8	51021	2	58244	19434	0	144040	162608	0	0	
9	56723	1	63534	19357	0	162608	178762	0	0	
10	61982	1	68393	19304	0	178762	192186	0	0	
11	66803	1	72840	19274	0	192186	202606	0	0	
12	71188	1	76895	19266	0	202606	209792	0	0	
13	75136	1	80569	19281	0	209792	213553	0	0	
14	78648	0	83871	19319	0	213553	213736	0	0	
15	81720	0	86807	19380	0	213736	210226	0	0	
16	84348	0	89377	19465	0	210226	202947	0	0	
17	85587	0	90494	19854	0	202947	192460	0	0	
18	82989	0	87521	19994	0	192460	179884	0	0	
19	73676	1	77630	18097	0	179884	166376	0	0	
20	74347	4	78435	18256	0	166376	150117	0	0	
21	5981	0	6316	1471	0	150117	148696	0	0	
22	11299	0	11934	2782	0	148696	145969	0	0	
23	15956	0	16858	3936	0	145969	142018	0	0	
24	33261	0	35169	8228	0	142018	133407	0	0	
25	33244	0	35189	8269	0	133407	124304	0	0	
26	33194	0	35177	8312	0	124304	114725	0	0	
27	33108	0	35131	8357	0	114725	104687	0	0	
28	32988	0	35050	8406	0	104687	94211	0	0	
29	32831	0	34933	8457	0	94211	83318	0	0	
30	65027	0	69335	17078	0	83318	60393	0	0	
31	63950	0	68383	17319	0	60393	36127	0	0	
32	31483	0	33735	8759	0	36127	23570	0	0	
33	30748	1000	34157	8830	0	23570	10304	0	0	
34	58060	2000	64394	17888	0	10304	-15186	0	0	
35	53214	2000	58707	18222	0	-15186	-38751	0	0	
36	24342	0	25307	9249	0	-38751	-48446	0	0	
37	42966	0	43240	18946	0	-48446	-63747	0	0	
38	34071	0	31445	19399	0	-63747	-71920	0	0	
39	24933	0	18697	19911	0	-71920	-71682	0	0	
40	15329	0	4516	20493	0	-71682	-61326	0	0	
41	5201	0	-11423	21159	0	-61326	-38798	0	0	

VERIFICA DI STABILITÀ 09

Carichi sul profilo

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	X _i [m]	X _f [m]	V _{Y_i} [kg/m]	V _{Y_f} [kg/m]	V _{X_i} [kg/m]	V _{X_f} [kg/m]
1	Carico coronamento	91.00	96.00	1000	1000	0	0
2	Azione inerziale acqua	20.00	35.00	286	0	95	0

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Parametri di progetto [A2-M2]
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni totali**

Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi FELLENIUS

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.582
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di FELLENIUS (F)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	58.00	242.00	76.00	31.41	108.20	875.40	0.582 (F)	[A2M2]	H-V
61	C	56.00	232.00	66.00	31.34	103.74	788.63	0.589 (F)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 58.00 Y[m]= 242.00
Raggio del cerchio	R[m]= 76.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 31.41 Y _v [m]= 170.80
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 108.20 Y _m [m]= 184.94
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.582

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	31.41	170.80	170.80	33.21	171.40	170.16	32.61	170.79	1.91	-19.76	0.00	49
2	33.21	171.40	170.16	35.00	172.00	169.56	34.20	170.78	1.89	-18.33	0.00	49
3	35.00	172.00	169.56	37.47	172.82	168.83	36.33	170.80	2.57	-16.65	0.00	49
4	37.47	172.82	168.83	39.93	173.64	168.18	38.76	170.87	2.55	-14.72	0.00	49
5	39.93	173.64	168.18	42.40	174.46	167.62	41.21	170.98	2.53	-12.80	0.00	49
6	42.40	174.46	167.62	44.86	175.28	167.14	43.66	171.13	2.51	-10.90	0.00	49
7	44.86	175.28	167.14	47.33	176.11	166.75	46.12	171.32	2.50	-9.02	0.00	49
8	47.33	176.11	166.75	49.79	176.93	166.44	48.58	171.56	2.48	-7.14	0.00	49
9	49.79	176.93	166.44	52.26	177.75	166.22	51.04	171.84	2.48	-5.27	0.00	49
10	52.26	177.75	166.22	54.72	178.57	166.07	53.50	172.15	2.47	-3.40	0.00	49
11	54.72	178.57	166.07	57.19	179.39	166.00	55.97	172.51	2.47	-1.54	0.00	49
12	57.19	179.39	166.00	59.65	180.21	166.02	58.43	172.91	2.47	0.31	0.00	49
13	59.65	180.21	166.02	62.12	181.04	166.11	60.89	173.35	2.47	2.17	0.00	49
14	62.12	181.04	166.11	64.58	181.86	166.29	63.36	173.82	2.47	4.04	0.00	49
15	64.58	181.86	166.29	67.05	182.68	166.54	65.82	174.34	2.48	5.90	0.00	49
16	67.05	182.68	166.54	69.51	183.50	166.88	68.28	174.90	2.49	7.77	0.00	49
17	69.51	183.50	166.88	72.01	183.50	167.30	70.75	175.29	2.54	9.67	0.00	49
18	72.01	183.50	167.30	74.51	183.50	167.81	73.25	175.53	2.55	11.58	0.00	49
19	74.51	183.50	167.81	76.75	184.25	168.35	75.64	175.98	2.31	13.42	0.00	49
20	76.75	184.25	168.35	79.00	185.00	168.96	77.88	176.64	2.33	15.16	0.00	49
21	79.00	185.00	168.96	79.18	185.06	169.01	79.09	177.01	0.19	16.11	0.00	49
22	79.18	185.06	169.01	79.52	185.17	169.11	79.35	177.09	0.35	16.32	0.00	49
23	79.52	185.17	169.11	80.00	185.33	169.25	79.76	177.22	0.50	16.64	0.00	49
24	80.00	185.33	169.25	81.00	185.66	169.56	80.50	177.45	1.05	17.22	0.00	49
25	81.00	185.66	169.56	82.00	186.00	169.89	81.50	177.78	1.05	18.01	0.00	49
26	82.00	186.00	169.89	83.00	186.33	170.23	82.50	178.11	1.06	18.81	0.00	49
27	83.00	186.33	170.23	84.00	186.67	170.59	83.50	178.45	1.06	19.61	0.00	49
28	84.00	186.67	170.59	85.00	187.00	170.96	84.50	178.80	1.07	20.41	0.00	49
29	85.00	187.00	170.96	86.00	187.33	171.35	85.50	179.16	1.07	21.21	0.00	49
30	86.00	187.33	171.35	88.00	188.00	172.17	87.00	179.71	2.16	22.43	0.00	49

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
31	88.00	188.00	172.17	90.00	188.67	173.07	89.00	180.47	2.19	24.08	0.00	49
32	90.00	188.67	173.07	91.00	189.00	173.54	90.50	181.07	1.11	25.32	0.00	49
33	91.00	189.00	173.54	92.00	189.00	174.03	91.50	181.39	1.11	26.16	0.00	49
34	92.00	189.00	174.03	94.00	189.00	175.07	92.99	181.77	2.25	27.42	0.00	49
35	94.00	189.00	175.07	96.00	189.00	176.18	94.99	182.31	2.29	29.14	0.00	49
36	96.00	189.00	176.18	97.00	188.67	176.77	96.49	182.65	1.16	30.44	0.00	49
37	97.00	188.67	176.77	99.24	187.92	178.16	98.08	182.88	2.64	31.87	0.00	49
38	99.24	187.92	178.16	101.48	187.18	179.67	100.31	183.22	2.70	33.88	0.00	49
39	101.48	187.18	179.67	103.72	186.43	181.29	102.53	183.63	2.77	35.94	0.00	49
40	103.72	186.43	181.29	105.96	185.69	183.05	104.72	184.09	2.85	38.06	0.00	49
41	105.96	185.69	183.05	108.20	184.94	184.94	106.71	184.56	2.94	40.24	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [FELLENIUS]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	2335	1663	4260	16432	0	0	0	0	0	
2	6910	556	8401	16291	0	0	0	0	0	
3	16592	2	18452	22172	0	0	0	0	0	
4	24405	2	27225	21963	0	0	0	0	0	
5	31762	2	35502	21784	0	0	0	0	0	
6	38673	2	43264	21633	0	0	0	0	0	
7	45148	2	50496	21508	0	0	0	0	0	
8	51195	2	57184	21408	0	0	0	0	0	
9	56818	1	63315	21333	0	0	0	0	0	
10	62024	1	68879	21280	0	0	0	0	0	
11	66814	1	73866	21250	0	0	0	0	0	
12	71191	1	78267	21243	0	0	0	0	0	
13	75155	1	82077	21258	0	0	0	0	0	
14	78705	0	85288	21295	0	0	0	0	0	
15	81839	0	87896	21356	0	0	0	0	0	
16	84553	0	89898	21439	0	0	0	0	0	
17	85909	0	90301	21854	0	0	0	0	0	
18	83453	0	86601	21992	0	0	0	0	0	
19	74237	1	76008	19889	0	0	0	0	0	
20	75068	4	75794	20045	0	0	0	0	0	
21	6046	0	6055	1615	0	0	0	0	0	
22	11426	0	11422	3053	0	0	0	0	0	
23	16142	0	16092	4317	0	0	0	0	0	
24	33678	0	33397	9022	0	0	0	0	0	
25	33702	0	33177	9062	0	0	0	0	0	
26	33695	0	32919	9104	0	0	0	0	0	
27	33656	0	32621	9148	0	0	0	0	0	
28	33584	0	32286	9195	0	0	0	0	0	
29	33479	0	31912	9244	0	0	0	0	0	
30	66488	0	62533	18646	0	0	0	0	0	
31	65652	0	60582	18877	0	0	0	0	0	
32	32432	0	29476	9533	0	0	0	0	0	
33	31767	1000	29465	9601	0	0	0	0	0	
34	60328	2000	55114	19417	0	0	0	0	0	
35	55813	2000	49915	19732	0	0	0	0	0	
36	25776	0	21832	9995	0	0	0	0	0	
37	50809	0	42094	22737	0	0	0	0	0	
38	40322	0	32322	23259	0	0	0	0	0	
39	29522	0	22821	23850	0	0	0	0	0	
40	18160	0	13486	24523	0	0	0	0	0	
41	6163	0	4378	25295	0	0	0	0	0	

Analisi degli spostamenti

Superficie n° 1

n°	u [m]
1	0.108512
2	0.071577
3	0.093690
4	0.092337
5	0.076020
6	0.088958
7	0.092533
8	0.100459
9	0.077142
10	0.123485
11	0.088037
12	0.093823
13	0.087636
14	0.101312
15	0.074555

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.037$
 $U_{max} = 0.123485$ [m]
 $V_{max} = 0.103649$ [m/s]

Superficie n° 61

n°	u [m]
1	0.165253
2	0.109608
3	0.146935
4	0.140051
5	0.119230
6	0.127729
7	0.144806
8	0.146228
9	0.120084
10	0.173625
11	0.132545
12	0.137187
13	0.132975
14	0.154714
15	0.111050

Accelerazione sismica critica
Spostamento massimo
Velocità massima

$K_c = 0.029$
 $U_{max} = 0.173625$ [m]
 $V_{max} = 0.120942$ [m/s]

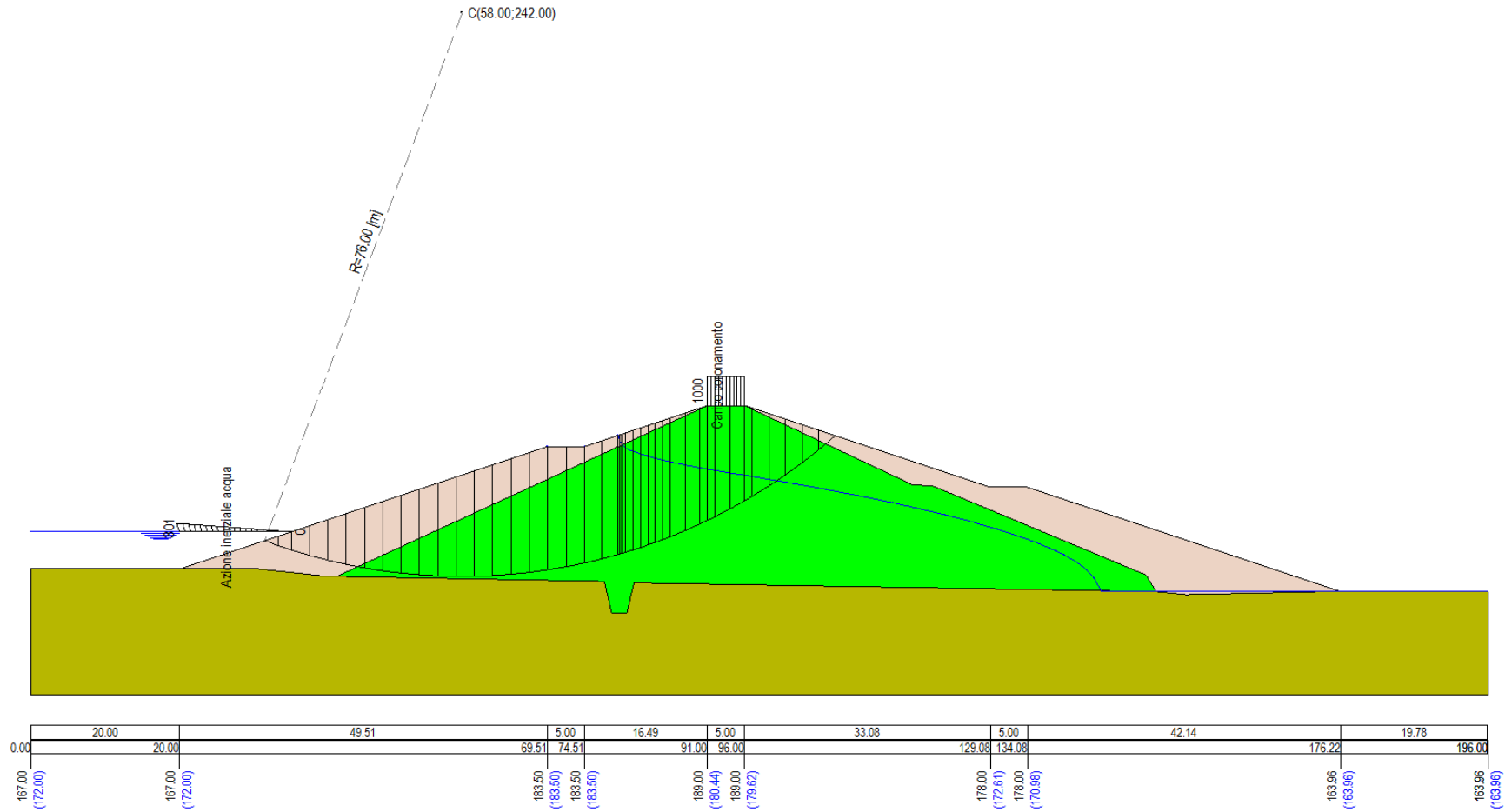


Figura A-22 – Superficie critica num. 1 FELLIUS verifica di stabilità 09.

$U_{max}=0.173625 \text{ m}$ $V_{max}=0.120942 \text{ m/s}$

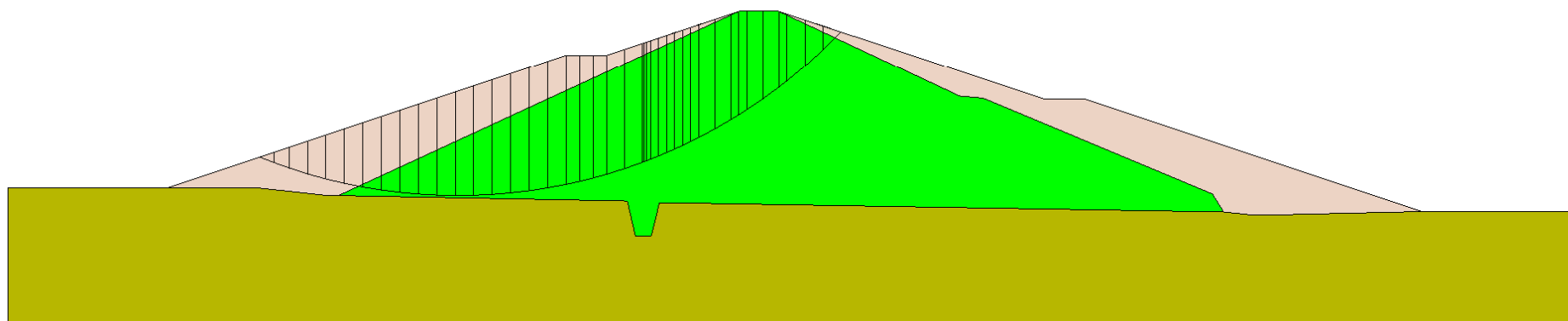


Figura A-23 – Superficie critica num. 61 FELLENIUS verifica di stabilità 09.

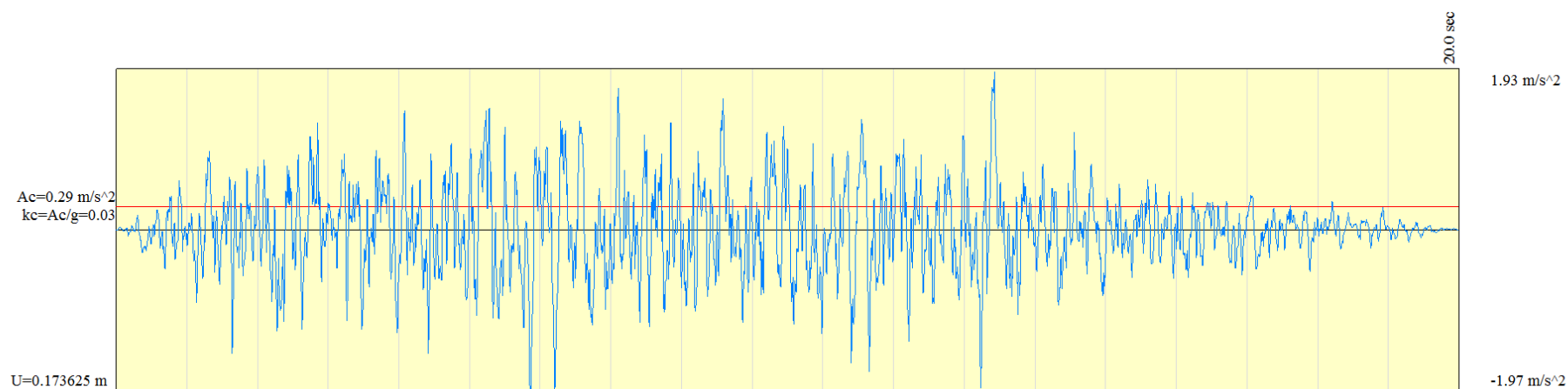


Figura A-24 – Accelerogramma superficie critica num. 61 FELLENIUS verifica di stabilità 09.

Risultati analisi BISHOP

Numero di superfici analizzate	56268
Coefficiente di sicurezza minimo	0.582
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Metodo di BISHOP (B)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	58.00	242.00	76.00	31.41	108.20	875.40	0.582 (B)	[A2M2]	H-V
61	C	56.00	232.00	66.00	31.34	103.74	788.63	0.589 (B)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	41
Coordinate del centro	X[m]= 58.00 Y[m]= 242.00
Raggio del cerchio	R[m]= 76.00
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 31.41 Y _v [m]= 170.80
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 108.20 Y _m [m]= 184.94
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.582

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _{di} [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	31.41	170.80	170.80	33.21	171.40	170.16	32.61	170.79	1.91	-19.76	0.00	49
2	33.21	171.40	170.16	35.00	172.00	169.56	34.20	170.78	1.89	-18.33	0.00	49
3	35.00	172.00	169.56	37.47	172.82	168.83	36.33	170.80	2.57	-16.65	0.00	49
4	37.47	172.82	168.83	39.93	173.64	168.18	38.76	170.87	2.55	-14.72	0.00	49
5	39.93	173.64	168.18	42.40	174.46	167.62	41.21	170.98	2.53	-12.80	0.00	49
6	42.40	174.46	167.62	44.86	175.28	167.14	43.66	171.13	2.51	-10.90	0.00	49
7	44.86	175.28	167.14	47.33	176.11	166.75	46.12	171.32	2.50	-9.02	0.00	49
8	47.33	176.11	166.75	49.79	176.93	166.44	48.58	171.56	2.48	-7.14	0.00	49
9	49.79	176.93	166.44	52.26	177.75	166.22	51.04	171.84	2.48	-5.27	0.00	49
10	52.26	177.75	166.22	54.72	178.57	166.07	53.50	172.15	2.47	-3.40	0.00	49
11	54.72	178.57	166.07	57.19	179.39	166.00	55.97	172.51	2.47	-1.54	0.00	49
12	57.19	179.39	166.00	59.65	180.21	166.02	58.43	172.91	2.47	0.31	0.00	49
13	59.65	180.21	166.02	62.12	181.04	166.11	60.89	173.35	2.47	2.17	0.00	49
14	62.12	181.04	166.11	64.58	181.86	166.29	63.36	173.82	2.47	4.04	0.00	49
15	64.58	181.86	166.29	67.05	182.68	166.54	65.82	174.34	2.48	5.90	0.00	49
16	67.05	182.68	166.54	69.51	183.50	166.88	68.28	174.90	2.49	7.77	0.00	49
17	69.51	183.50	166.88	72.01	183.50	167.30	70.75	175.29	2.54	9.67	0.00	49
18	72.01	183.50	167.30	74.51	183.50	167.81	73.25	175.53	2.55	11.58	0.00	49
19	74.51	183.50	167.81	76.75	184.25	168.35	75.64	175.98	2.31	13.42	0.00	49
20	76.75	184.25	168.35	79.00	185.00	168.96	77.88	176.64	2.33	15.16	0.00	49
21	79.00	185.00	168.96	79.18	185.06	169.01	79.09	177.01	0.19	16.11	0.00	49
22	79.18	185.06	169.01	79.52	185.17	169.11	79.35	177.09	0.35	16.32	0.00	49
23	79.52	185.17	169.11	80.00	185.33	169.25	79.76	177.22	0.50	16.64	0.00	49
24	80.00	185.33	169.25	81.00	185.66	169.56	80.50	177.45	1.05	17.22	0.00	49
25	81.00	185.66	169.56	82.00	186.00	169.89	81.50	177.78	1.05	18.01	0.00	49
26	82.00	186.00	169.89	83.00	186.33	170.23	82.50	178.11	1.06	18.81	0.00	49
27	83.00	186.33	170.23	84.00	186.67	170.59	83.50	178.45	1.06	19.61	0.00	49
28	84.00	186.67	170.59	85.00	187.00	170.96	84.50	178.80	1.07	20.41	0.00	49
29	85.00	187.00	170.96	86.00	187.33	171.35	85.50	179.16	1.07	21.21	0.00	49
30	86.00	187.33	171.35	88.00	188.00	172.17	87.00	179.71	2.16	22.43	0.00	49
31	88.00	188.00	172.17	90.00	188.67	173.07	89.00	180.47	2.19	24.08	0.00	49
32	90.00	188.67	173.07	91.00	189.00	173.54	90.50	181.07	1.11	25.32	0.00	49
33	91.00	189.00	173.54	92.00	189.00	174.03	91.50	181.39	1.11	26.16	0.00	49
34	92.00	189.00	174.03	94.00	189.00	175.07	92.99	181.77	2.25	27.42	0.00	49
35	94.00	189.00	175.07	96.00	189.00	176.18	94.99	182.31	2.29	29.14	0.00	49
36	96.00	189.00	176.18	97.00	188.67	176.77	96.49	182.65	1.16	30.44	0.00	49
37	97.00	188.67	176.77	99.24	187.92	178.16	98.08	182.88	2.64	31.87	0.00	49
38	99.24	187.92	178.16	101.48	187.18	179.67	100.31	183.22	2.70	33.88	0.00	49
39	101.48	187.18	179.67	103.72	186.43	181.29	102.53	183.63	2.77	35.94	0.00	49
40	103.72	186.43	181.29	105.96	185.69	183.05	104.72	184.09	2.85	38.06	0.00	49
41	105.96	185.69	183.05	108.20	184.94	184.94	106.71	184.56	2.94	40.24	0.00	49

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	2335	1663	10405	16432	0	0	18178	0	0	
2	6910	556	13995	16291	0	18178	35964	0	0	
3	16592	2	25690	22172	0	35964	61231	0	0	
4	24405	2	33539	21963	0	61231	86088	0	0	
5	31762	2	40797	21784	0	86088	109986	0	0	
6	38673	2	47511	21633	0	109986	132441	0	0	
7	45148	2	53722	21508	0	132441	153026	0	0	
8	51195	2	59463	21408	0	153026	171367	0	0	
9	56818	1	64763	21333	0	171367	187135	0	0	
10	62024	1	69645	21280	0	187135	200046	0	0	
11	66814	1	74130	21250	0	200046	209855	0	0	
12	71191	1	78231	21243	0	209855	216357	0	0	
13	75155	1	81962	21258	0	216357	219383	0	0	
14	78705	0	85329	21295	0	219383	218800	0	0	
15	81839	0	88337	21356	0	218800	214510	0	0	
16	84553	0	90988	21439	0	214510	206449	0	0	
17	85909	0	92182	21854	0	206449	195245	0	0	
18	83453	0	89242	21992	0	195245	182092	0	0	
19	74237	1	79248	19889	0	182092	168128	0	0	
20	75068	4	80165	20045	0	168128	151417	0	0	
21	6046	0	6459	1615	0	151417	149960	0	0	
22	11426	0	12208	3053	0	149960	147164	0	0	
23	16142	0	17250	4317	0	147164	143116	0	0	
24	33678	0	36006	9022	0	143116	134304	0	0	
25	33702	0	36055	9062	0	134304	124998	0	0	
26	33695	0	36073	9104	0	124998	115213	0	0	
27	33656	0	36060	9148	0	115213	104966	0	0	
28	33584	0	36014	9195	0	104966	94275	0	0	
29	33479	0	35934	9244	0	94275	83160	0	0	
30	66488	0	71463	18646	0	83160	59759	0	0	
31	65652	0	70700	18877	0	59759	34955	0	0	
32	32432	0	34974	9533	0	34955	22097	0	0	
33	31767	1000	35460	9601	0	22097	8497	0	0	
34	60328	2000	67202	19417	0	8497	-17748	0	0	
35	55813	2000	61842	19732	0	-17748	-42246	0	0	
36	25776	0	27028	9995	0	-42246	-52502	0	0	
37	50809	0	51705	22737	0	-52502	-70705	0	0	
38	40322	0	37833	23259	0	-70705	-80592	0	0	
39	29522	0	22838	23850	0	-80592	-80622	0	0	
40	18160	0	6182	24523	0	-80622	-68774	0	0	
41	6163	0	-12518	25295	0	-68774	-42617	0	0	