

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

**ELAB.
INTEGR.**

2

0	PRIMA EMISSIONE	MAGGIO 2013		
REV. Rev.	DESCRIZIONE Description	DATA Date	VERIFICATO Checked	APPROVATO Approved
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17			

<p>COMMITTENTE</p>  <p>Laterlite Sede Legale: Via Vittorio Veneto, 30 43045 Rubbiano di Solignano (PR)</p>	<p>PROGETTO</p> <p>PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLA CAVA DI ARGILLA "COCCETTA" COMUNE DI LENTELLA (CH)</p>	<p>PROGETTAZIONE</p>  <p>Studio di Geologia Applicata e Ambientale 66041 ATESSA (CH) - Via A. Gramsci, 1 Tel. 0872.865994 - Fax. 0872.665019 web site www.sgaa.it - e-mail: info@sgaa.it</p>
--	--	--

RELAZIONE VERIFICHE DI STABILITA'



Il progettista
Geol. Nicola Tullo

INDICE

1.0	PREMESSA	2
2.0	ANALISI DI STABILITA'	2
2.1	<i>Normativa di riferimento</i>	3
2.2	<i>Caratteristiche geologiche geomorfologiche</i>	3
2.3	<i>Caratteristiche geotecniche</i>	3
2.4	<i>Modellazione sismica</i>	4
2.4.1	Sismicità storica dell'area	5
2.4.2	Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento.....	6
2.4.3	Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno	6
2.4.4	Categoria di suolo	8
2.4.5	Pericolosità sismica di base	8
2.5	<i>Verifiche di stabilità</i>	12
3.0	CONCLUSIONI	15

In allegato:

- RELAZIONE DI CALCOLO

1.0 PREMESSA

Nell'ambito della procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale per il progetto di ampliamento di una cava di argilla, in località Coccetta nel Comune di Lentella (CH), su richiesta del Comitato di Coordinamento Regionale per la Valutazione d'Impatto Ambientale - Giudizio n. 2137 del 21/02/2013 - l'Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, premettendo preliminarmente che il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 121/2008, attualmente non comporta la vigenza di vincoli e *“ritenendo valida – in linea di principio – l'ipotesi progettuale che un intervento di risanamento ambientale e regimazione idraulica in un'area dissestata a pericolosità estremamente elevata PF3, nonché il risanamento ambientale a fine attività di scavo, sia da considerarsi un intervento di salvaguardia idrogeologica..”* ha segnalato l'esigenza di approfondire l'analisi di stabilità del pendio.

A seguito di tale parere, quindi, sono state eseguite ulteriori e più approfondite analisi delle condizioni di stabilità.

2.0 ANALISI DI STABILITA'

Come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008, per lo studio della stabilità del pendio interessato dal progetto di ampliamento della cava di argilla, sono stati considerati i seguenti fattori:

- Caratteristiche geologiche;
- Caratteristiche morfologiche ;
- Proprietà fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il pendio;
- Regime delle pressioni interstiziali e delle pressioni dell'acqua nelle discontinuità;
- Peso proprio e azioni applicate sul pendio;
- Sismicità della zona.

2.1 Normativa di riferimento

Ordinanza P.C.M. dd 20 marzo 2003, n°3274: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

Eurocodice 7 Progettazione Geotecnica UNI ENV 1997-1

D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008: “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Consiglio Superiore LL.PP.

2.2 Caratteristiche geologiche geomorfologiche

L'ampliamento della cava interessa la formazione delle “Argille Varicolori” litologia particolarmente afflitta da movimenti franosi, soprattutto del tipo colata.

Nell'area, infatti, sono presenti antichi corpi di frana generalmente quiescenti. La costituzione argillosa del substrato ha favorito, insieme alle condizioni morfologiche presenti, la diffusione di fenomeni di dissesto dovuti al dilavamento delle acque superficiali che deformano il profilo dei versanti.

Tali fenomeni coinvolgono le porzioni più superficiali dei terreni di copertura, determinando aree interessate da forme di erosione superficiale e/o instabili per soliflusso generalizzato.

Considerato che l'acqua meteorica rappresenta il “motore” principale dei dissesti che affliggono l'area in esame, particolare attenzione è stata posta nella progettazione di un rete drenante per la regimazione idraulica del pendio.

2.3 Caratteristiche geotecniche

La caratterizzazione geotecnica di questi depositi è particolarmente complessa a causa della difficoltà di potere ottenere in situ campioni indisturbati.

I numerosi studi scientifici eseguiti sulle argille varicolori, formazione strutturalmente complessa che ha subito intense deformazioni tettoniche, mostrano una estrema variabilità dei valori dei principali parametri geotecnici.

I sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti nell'area interessata dall'ampliamento, spinti fino alla profondità di 40 m, hanno evidenziato la presenza di depositi che, benchè fratturati, presentano un'alta resistenza meccanica e l'assenza di falde idriche.

Si è ritenuto, pertanto, di poter adottare per le verifiche di stabilità i seguenti valori medi dei parametri geotecnici che, ragionevolmente, possono rappresentare il comportamento reale di questi depositi.

- *Peso di volume naturale* γ_n = 1,80 t/mc
- *Angolo d'attrito efficace* ϕ' = 26,00°
- *Coesione intercetta* c' = 0,30 Kg/cmq

2.4 Modellazione sismica

Le N.T.C. 2008 stabiliscono che la sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

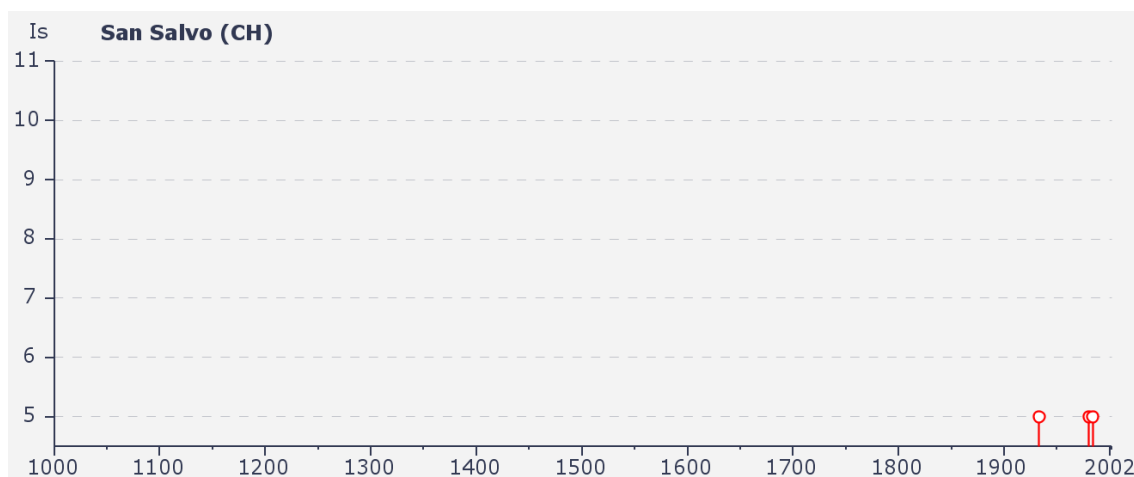
Per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione bisogna stabilire prioritariamente la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permetterà di determinare il periodo di riferimento, le relative probabilità di superamento e il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite.

Si potrà, quindi, definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2.4.1 Sismicità storica dell'area

I dati di sismicità storica che riguardano il territorio di Lentella non sono riportati all'interno del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (C.P.T.I. 04) a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, per cui sono stati adottati i dati relativi al Comune di San Salvo, prossimo a quello di Lentella. Nella tabella seguente, per ogni evento sismico, sono riportati l'anno, il mese il giorno e l'ora, il sito epicentrale, la relativa intensità sismica e i valori di magnitudo momento.

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
4	1873 03 12 20 04	Marche meridionali	8	5.88
3	1893 08 10 20 52	Gargano	8	5.44
5	1933 09 26 03 33 29	Maiella	8-9	5.68
5	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
5	1984 05 07 17 49 42	Appennino abruzzese	8	5.93
NF	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	7	5.84



I dati in tabella mostrano come principali eventi sismici risentiti a San Salvo sono stati principalmente i terremoti della Maiella del 1933 e quello dell'Appennino abruzzese del 1980.

Il Servizio Sismico Nazionale ha definito quattro zone sismiche sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica valutato all'interno dell'area considerata. In particolare, il parametro di pericolosità utilizzato è l'accelerazione orizzontale massima al suolo $a_{g,475}$, ossia quella relativa al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10%.

In base alla normativa emanata l'8 maggio 2003 (O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003) il Comune di Lentella è stato classificato in zona sismica 3 in cui il parametro $a_g=0.15g$ dove a_g è l'accelerazione orizzontale massima su substrato roccioso affiorante.

2.4.2 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R = \text{periodo di riferimento}$

$V_N = \text{vita nominale}$

$C_U = \text{coefficiente d'uso}$

La vita nominale di un'opera V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

Nel caso specifico è stata considerata una vita nominale $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso.

Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso: nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Ne deriva che:

Periodo di riferimento $V_R = V_N * C_U = 50 * 1 = 50$ anni

2.4.3 Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite*

ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono: **Stato Limite di Operatività (SLO)** e **Stato Limite di Danno (SLD)**, mentre gli stati limite ultimi sono: **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)** e **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione..

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} , ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stati limite			P_{VR}
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} per ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stati limite			T_R
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	30
	Stato limite di danno	SLD	50
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	475
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	975

2.4.4 Categoria di suolo

Il D.M. 14.01.2008 (N.T.C.) stabilisce che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come definite dalla tabella 3.2.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*) $NSPT_{30}$ nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente cu_{30} nei terreni prevalentemente a grana fina.

Nel caso in esame, i depositi presenti nel sottosuolo possono essere ascrivibili alla **Categoria C**.

2.4.5 Pericolosità sismica di base

L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta elastica che va riferita e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese.

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

- a_g - accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $*T_c$ - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_o e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08, scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, vengono ricavati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/08) in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{V_R} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

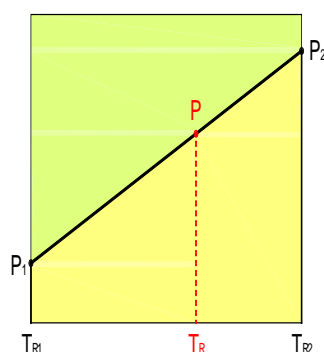
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_o , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1}, 2$. Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei

quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_O , T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.



Pericolosità sismica di base e di sito

Vita nominale (V_n):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (C_u):	1
Periodo di riferimento (V_r):	50 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche Sito in esame:

Latitudine (ED50):	41,994120	[°]
Longitudine (ED50):	14,712879	[°]

Coordinate geografiche Siti di riferimento:

Sito 1	ID: 28101	Lat: 41,9787	Lon: 14,7009	Distanza: 1983,804
Sito 2	ID: 28102	Lat: 41,9779	Lon: 14,7682	Distanza: 4912,491
Sito 3	ID: 27880	Lat: 42,0279	Lon: 14,7691	Distanza: 5978,309
Sito 4	ID: 27879	Lat: 42,0287	Lon: 14,7018	Distanza: 3948,050

Coefficienti Sismici

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,041	g
Fo:	2,496	
Tc*:	0,293	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,050	g
Fo:	2,517	
Tc*:	0,335	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,111	g
Fo:	2,602	
Tc*:	0,439	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,137	g
Fo:	2,690	
Tc*:	0,455	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,570
St:	1,000
Kh:	0,012
Kv:	0,006
Amax:	0,599
Beta:	0,200

SLD:

Ss: 1,500
 Cc: 1,510
 St: 1,000
 Kh: 0,015
 Kv: 0,008
 Amax: 0,737
 Beta: 0,200

SLV:

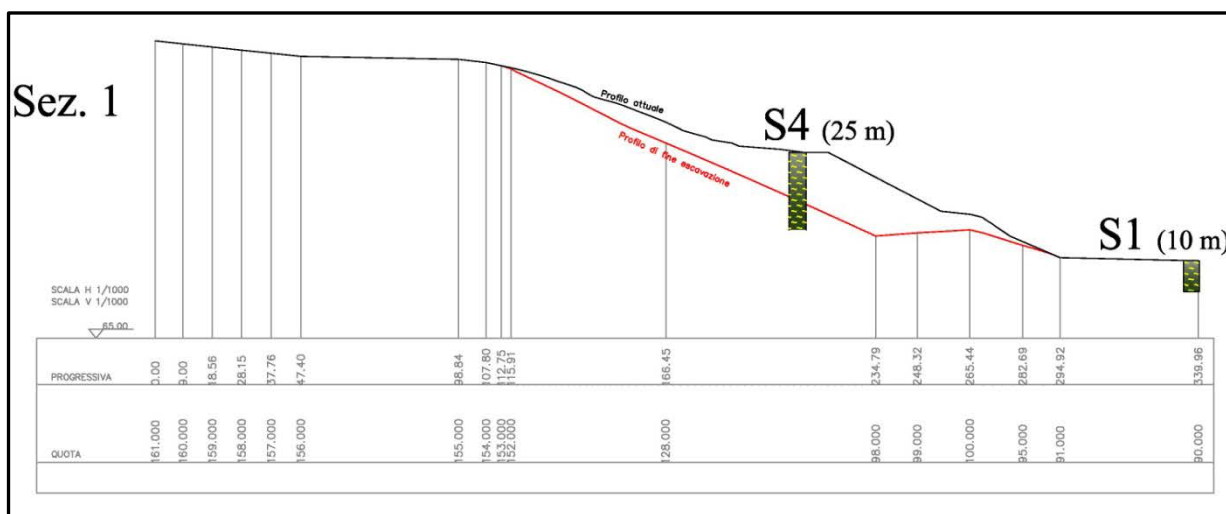
Ss: 1,500
 Cc: 1,380
 St: 1,000
 Kh: 0,040
 Kv: 0,020
 Amax: 1,636
 Beta: 0,240

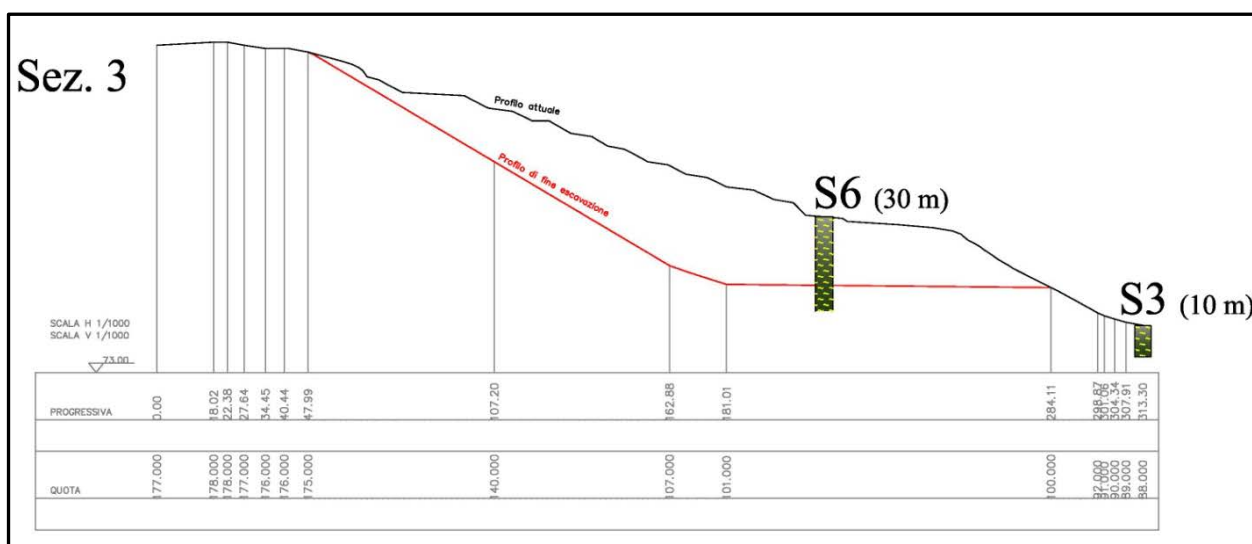
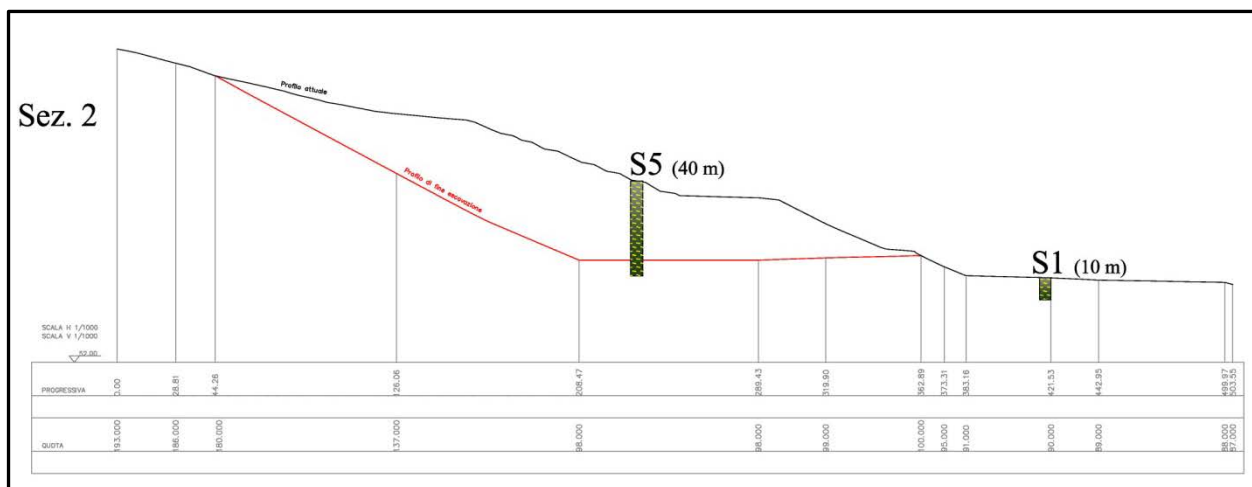
SLC:

Ss: 1,480
 Cc: 1,360
 St: 1,000
 Kh: 0,049
 Kv: 0,024
 Amax: 1,983
 Beta: 0,240

2.5 Verifiche di stabilità

Le verifiche di stabilità sono state eseguite lungo tre sezioni di progetto, longitudinali al pendio.





Dal punto di vista geotecnico, i fenomeni franosi possono essere ricondotti alla formazione di una superficie di rottura lungo la quale le forze, che tendono a provocare lo scivolamento del pendio, non risultano equilibrate dalla resistenza al taglio del terreno lungo tale superficie, la verifica di stabilità, quindi, si riconduce alla determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad un'ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata.

Come previsto dalle NTC 2008, le verifiche sono state eseguite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

Tra i metodi di calcolo disponibili in letteratura, è stato utilizzato quello di *Morgenstern-Price* applicato a superfici di forma circolare passanti per il piede dello scavo.

Sulla scorta delle indagini geognostiche eseguite la superficie di escavazione è stata sagomata con un fronte di rilascio unico, con inclinazione non superiore a 30°.

Le verifiche sono state eseguite con due diversi riferimenti normativi utilizzando, quindi, gli EUROCODICI 7/8 per le verifiche in assenza di sisma e le NTC 2008 per tener conto dell'azione sismica.

Il grado di sicurezza ritenuto accettabile è stato assunto pari a 1,3 in assenza di sisma (Eurocodice 7/8) e pari a 1,1 in presenza di sisma (NTC 2008).

I risultati, ampiamente riportati nella Relazione di Calcolo allegata, vengono riassunti nella tabella seguente:

Sezione	1	2	3
N. Superfici di scorrimento analizzate	141	82	124
Fattore minimo in assenza di sisma - EC 7/8	1,62	1,38	1,30
Fattore minimo in presenza di sisma - NTC 2008 [A2+M2+R2]	1,43	1,22	1,10

Da tale tabella si nota che, per tutte le superfici di scorrimento ipotizzate, i valori ottenuti sono maggiori o uguali al grado di sicurezza ritenuto accettabile.

3.0 CONCLUSIONI

L'ampliamento della cava interessa la formazione delle "Argille Varicolori", litologia particolarmente afflitta da movimenti franosi, soprattutto del tipo colata, dovuti al dilavamento delle acque superficiali che deformano il profilo dei versanti.

Tali fenomeni coinvolgono le porzioni più superficiali dei terreni di copertura, determinando aree interessate da forme di erosione superficiale e/o instabili per soliflusso generalizzato.

Con il progetto di coltivazione verrà rimodellato il pendio con l'asportazione della coltre superiore, fortemente degradata e interessata dai suddetti fenomeni erosivi.

Considerato che l'acqua meteorica rappresenta il "motore" principale dei dissesti che affliggono l'area, particolare attenzione è stata posta nella progettazione di un rete drenante.

La regimazione idraulica del pendio e la risistemazione ambientale a fine scavo, come dimostrato dagli interventi già eseguiti, indurranno effetti positivi nella stabilizzazione del pendio stesso con la riduzione dei suddetti fenomeni erosivi.

Benchè le argille varicolori sono soggette generalmente a frane di tipo colata, ossia a frane della coltre superficiale in condizione di completa imbibizione, sono state comunque eseguite verifiche di stabilità del fronte di scavo per superfici circolari passanti per il piede dello stesso.

Tali verifiche, eseguite su n.3 sezioni di progetto longitudinali al pendio, hanno evidenziato la scarsa probabilità che possano innescarsi fenomeni gravitativi rotazionali, anche in prospettiva sismica

In conclusione, si ritiene che la realizzazione del progetto porti ad una mitigazione dei dissesti presenti nell'area dell'ampliamento, riducendo notevolmente i fenomeni erosivi attualmente presenti.

RELAZIONE DI CALCOLO
VERIFICHE DI STABILITA'

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius*, *Bishop*, *Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n
 Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n
 Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n
 Equazioni relative al criterio di rottura n
 Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X , definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta arbitrariamente (costante, senoide, semisenoide, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E , X , il coefficiente di sicurezza F_s , il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU .

Si ottiene la cosiddetta “equazione delle forze”:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta “equazione dei momenti”, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R

dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

SEZIONE 1 (in assenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	EC 7/8
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	88,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	219,11 m
Ascissa vertice destro superiore xs	157,84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	275,05 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	90,0
2	45,0	91,0
3	74,52	100,0
4	105,17	98,0
5	224,05	152,0
6	227,21	153,0
7	232,16	154,0
8	241,12	155,0
9	292,56	156,0
10	339,96	161,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800,00	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [EC 7/8]

Fs minimo individuato	1,62
Ascissa centro superficie	115,95 m
Ordinata centro superficie	252,68 m
Raggio superficie	155,05 m

Numero di superfici esaminate....(141)

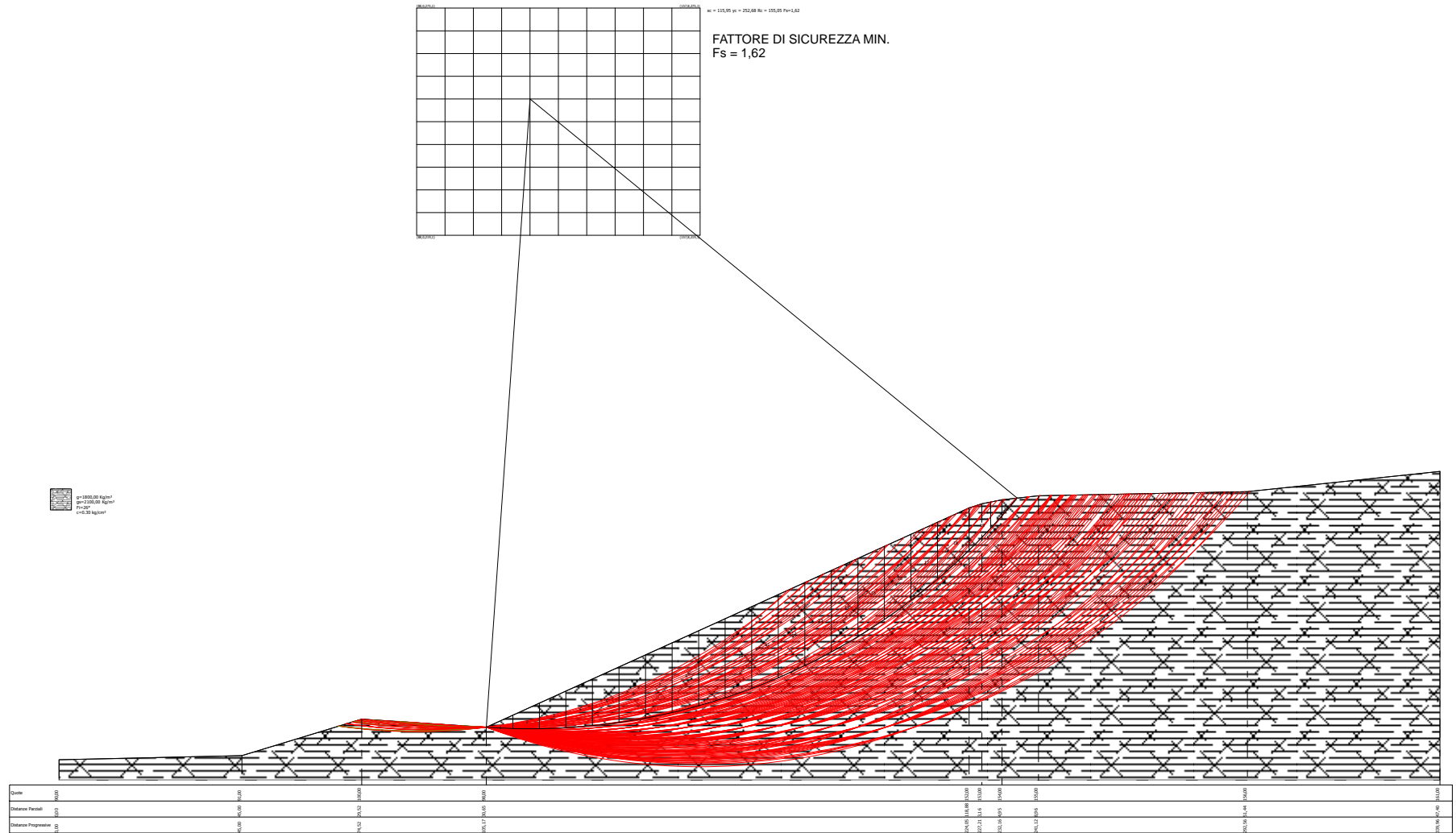
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	95,0	219,1	121,5	2,61
2	102,0	219,1	121,2	2,08
3	109,0	219,1	121,2	1,81
4	122,9	219,1	122,4	1,66
5	126,4	221,9	125,7	1,66
6	133,4	221,9	127,1	1,69
7	136,9	219,1	125,2	1,70
8	140,4	221,9	128,8	1,74
9	147,4	221,9	130,9	1,82
10	150,9	219,1	129,4	1,87
11	112,5	227,5	129,7	1,71
12	119,4	227,5	130,3	1,65
13	122,9	224,7	127,9	1,65
14	129,9	224,7	129,1	1,67
15	133,4	227,5	132,5	1,67
16	136,9	224,7	130,6	1,73
17	140,4	227,5	134,2	1,74
18	143,9	224,7	132,5	1,80
19	147,4	227,5	136,2	1,83
20	150,9	224,7	134,7	1,88
21	88,0	230,3	133,4	20,00
22	91,5	233,1	135,8	2,62
23	95,0	230,3	132,7	2,40
24	98,5	233,1	135,3	2,15
25	112,5	233,1	135,3	1,69
26	119,4	233,1	135,8	1,64
27	122,9	230,3	133,5	1,65
28	126,4	233,1	136,8	1,66
29	129,9	230,3	134,6	1,67
30	133,4	233,1	138,0	1,70
31	136,9	230,3	136,1	1,71
32	140,4	233,1	139,6	1,77
33	150,9	230,3	140,0	1,89
34	154,3	233,1	143,8	1,95
35	88,0	235,9	139,0	2,90
36	91,5	238,7	141,4	2,51
37	95,0	235,9	138,3	20,00
38	102,0	235,9	137,9	1,96
39	105,5	238,7	140,7	1,82
40	112,5	238,7	140,9	1,68
41	116,0	235,9	138,3	1,65
42	122,9	235,9	139,0	1,63
43	126,4	238,7	142,3	1,65
44	129,9	235,9	140,1	1,65
45	133,4	238,7	143,5	1,69
46	136,9	235,9	141,5	1,71
47	140,4	238,7	145,0	1,76
48	143,9	235,9	143,2	1,79
49	147,4	238,7	146,9	1,85
50	154,3	238,7	149,0	1,96
51	157,8	235,9	147,6	2,02
52	88,0	241,5	144,5	2,74
53	91,5	244,3	146,9	2,41
54	98,5	244,3	146,4	2,05
55	102,0	241,5	143,5	1,92
56	105,5	244,3	146,3	1,80
57	109,0	241,5	143,5	1,73
58	116,0	241,5	143,9	1,64
59	122,9	241,5	144,6	1,65

60	126,4	244,3	147,8	1,64
61	129,9	241,5	145,6	1,68
62	133,4	244,3	149,0	1,69
63	140,4	244,3	150,5	1,77
64	143,9	241,5	148,6	1,81
65	147,4	244,3	152,2	1,86
66	154,3	244,3	154,3	1,97
67	91,5	249,9	152,5	2,32
68	105,5	249,9	151,9	1,78
69	109,0	247,1	149,1	1,72
70	116,0	247,1	149,5	1,64
71	126,4	249,9	153,4	1,67
72	129,9	247,1	151,1	1,68
73	133,4	249,9	154,5	1,72
74	136,9	247,1	152,4	1,73
75	140,4	249,9	155,9	1,78
76	143,9	247,1	154,0	1,82
77	147,4	249,9	157,6	1,87
78	150,9	247,1	155,9	1,92
79	154,3	249,9	159,6	1,99
80	157,8	247,1	158,1	2,04
81	88,0	252,7	155,6	2,50
82	91,5	255,5	158,1	2,25
83	95,0	252,7	155,0	20,00
84	102,0	252,7	154,7	1,87
85	105,5	255,5	157,5	1,76
86	109,0	252,7	154,7	1,70
87	112,5	255,5	157,6	20,00
88	116,0	252,7	155,1	1,62
89	119,4	255,5	158,1	1,64
90	122,9	252,7	155,7	1,63
91	126,4	255,5	158,9	1,66
92	129,9	252,7	156,6	1,68
93	133,4	255,5	160,0	1,73
94	136,9	252,7	157,9	1,74
95	140,4	255,5	161,4	1,79
96	147,4	255,5	163,0	1,89
97	150,9	252,7	161,3	1,93
98	154,3	255,5	165,0	2,00
99	157,8	252,7	163,4	2,05
100	98,5	261,1	163,2	20,00
101	116,0	258,3	160,6	1,64
102	119,4	261,1	163,7	1,63
103	122,9	258,3	161,3	1,66
104	126,4	261,1	164,4	1,67
105	129,9	258,3	162,2	1,70
106	136,9	258,3	163,4	1,76
107	143,9	258,3	164,9	1,84
108	150,9	258,3	166,7	1,95
109	154,3	261,1	170,3	2,01
110	157,8	258,3	168,7	2,06
111	88,0	263,9	166,7	20,00
112	95,0	263,9	166,2	2,02
113	98,5	266,7	168,8	1,89
114	102,0	263,9	165,9	20,00
115	105,5	266,7	168,7	20,00
116	116,0	263,9	166,2	1,64
117	119,4	266,7	169,3	1,65
118	122,9	263,9	166,8	1,65
119	126,4	266,7	170,0	1,69
120	129,9	263,9	167,7	1,72
121	133,4	266,7	171,0	1,74
122	136,9	263,9	168,9	1,77

123	140,4	266,7	172,3	1,82
124	143,9	263,9	170,3	1,86
125	147,4	266,7	173,9	1,91
126	150,9	263,9	172,0	1,96
127	154,3	266,7	175,7	2,02
128	95,0	269,5	171,8	1,97
129	98,5	272,3	174,4	1,86
130	119,4	272,3	174,8	1,65
131	126,4	272,3	175,5	1,70
132	133,4	272,3	176,5	1,75
133	136,9	269,5	174,4	1,78
134	140,4	272,3	177,8	1,84
135	150,9	269,5	177,4	1,98
136	154,3	272,3	181,1	2,03
137	102,0	275,1	177,1	1,77
138	109,0	275,1	177,1	1,67
139	116,0	275,1	177,4	1,65
140	129,9	275,1	178,8	1,73
141	150,9	275,1	182,9	1,99

VERIFICA DI STABILITA'

SEZIONE 1 - in assenza di sisma



SEZIONE 1 (in presenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	88,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	219,11 m
Ascissa vertice destro superiore xs	157,84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	275,05 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,4	2,5	0,29
S.L.D.	50,0	0,49	2,52	0,34
S.L.V.	475,0	1,09	2,6	0,44
S.L.C.	975,0	1,34	2,69	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,6	0,2	0,0122	0,0061
S.L.D.	0,735	0,2	0,015	0,0075
S.L.V.	1,635	0,24	0,04	0,02
S.L.C.	1,9825	0,24	0,0485	0,0243

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,012
Coefficiente azione sismica verticale	0,006

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	90,0
2	45,0	91,0
3	74,52	100,0
4	105,17	98,0
5	224,05	152,0
6	227,21	153,0
7	232,16	154,0
8	241,12	155,0
9	292,56	156,0
10	339,96	161,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800,00	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	115,95 m
Ordinata centro superficie	252,68 m
Raggio superficie	155,05 m

Numero di superfici esaminate....(141)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	95,0	219,1	121,5	2,29
2	102,0	219,1	121,2	1,83
3	109,0	219,1	121,2	1,59
4	122,9	219,1	122,4	1,46
5	126,4	221,9	125,7	1,46
6	133,4	221,9	127,1	1,48
7	136,9	219,1	125,2	1,49
8	140,4	221,9	128,8	1,53
9	147,4	221,9	130,9	1,60
10	150,9	219,1	129,4	1,65
11	112,5	227,5	129,7	1,50
12	119,4	227,5	130,3	1,46
13	122,9	224,7	127,9	1,45
14	129,9	224,7	129,1	1,47
15	133,4	227,5	132,5	1,47
16	136,9	224,7	130,6	1,52
17	140,4	227,5	134,2	1,53
18	143,9	224,7	132,5	1,58
19	147,4	227,5	136,2	1,61
20	150,9	224,7	134,7	1,65
21	88,0	230,3	133,4	20,00
22	91,5	233,1	135,8	2,30

23	95,0	230,3	132,7	2,11
24	98,5	233,1	135,3	1,90
25	112,5	233,1	135,3	1,49
26	119,4	233,1	135,8	1,45
27	122,9	230,3	133,5	1,45
28	126,4	233,1	136,8	1,46
29	129,9	230,3	134,6	1,47
30	133,4	233,1	138,0	1,49
31	136,9	230,3	136,1	1,51
32	140,4	233,1	139,6	1,55
33	150,9	230,3	140,0	1,66
34	154,3	233,1	143,8	1,71
35	88,0	235,9	139,0	2,54
36	91,5	238,7	141,4	2,20
37	95,0	235,9	138,3	20,00
38	102,0	235,9	137,9	1,72
39	105,5	238,7	140,7	1,61
40	112,5	238,7	140,9	1,48
41	116,0	235,9	138,3	1,45
42	122,9	235,9	139,0	1,44
43	126,4	238,7	142,3	1,45
44	129,9	235,9	140,1	1,46
45	133,4	238,7	143,5	1,49
46	136,9	235,9	141,5	1,51
47	140,4	238,7	145,0	1,55
48	143,9	235,9	143,2	1,58
49	147,4	238,7	146,9	1,62
50	154,3	238,7	149,0	1,72
51	157,8	235,9	147,6	1,77
52	88,0	241,5	144,5	2,41
53	91,5	244,3	146,9	2,12
54	98,5	244,3	146,4	1,81
55	102,0	241,5	143,5	1,69
56	105,5	244,3	146,3	1,59
57	109,0	241,5	143,5	1,53
58	116,0	241,5	143,9	1,44
59	122,9	241,5	144,6	1,45
60	126,4	244,3	147,8	1,45
61	129,9	241,5	145,6	1,48
62	133,4	244,3	149,0	1,49
63	140,4	244,3	150,5	1,55
64	143,9	241,5	148,6	1,59
65	147,4	244,3	152,2	1,63
66	154,3	244,3	154,3	1,72
67	91,5	249,9	152,5	2,04
68	105,5	249,9	151,9	1,57
69	109,0	247,1	149,1	1,51
70	116,0	247,1	149,5	1,44
71	126,4	249,9	153,4	1,47
72	129,9	247,1	151,1	1,47
73	133,4	249,9	154,5	1,51
74	136,9	247,1	152,4	1,52
75	140,4	249,9	155,9	1,56
76	143,9	247,1	154,0	1,60
77	147,4	249,9	157,6	1,65
78	150,9	247,1	155,9	1,68
79	154,3	249,9	159,6	1,74
80	157,8	247,1	158,1	1,79
81	88,0	252,7	155,6	2,20
82	91,5	255,5	158,1	1,98
83	95,0	252,7	155,0	20,00
84	102,0	252,7	154,7	1,64
85	105,5	255,5	157,5	1,55

86	109,0	252,7	154,7	1,50
87	112,5	255,5	157,6	20,00
88	116,0	252,7	155,1	1,43
89	119,4	255,5	158,1	1,44
90	122,9	252,7	155,7	1,44
91	126,4	255,5	158,9	1,46
92	129,9	252,7	156,6	1,48
93	133,4	255,5	160,0	1,52
94	136,9	252,7	157,9	1,53
95	140,4	255,5	161,4	1,57
96	147,4	255,5	163,0	1,65
97	150,9	252,7	161,3	1,69
98	154,3	255,5	165,0	1,75
99	157,8	252,7	163,4	1,79
100	98,5	261,1	163,2	20,00
101	116,0	258,3	160,6	1,44
102	119,4	261,1	163,7	1,44
103	122,9	258,3	161,3	1,46
104	126,4	261,1	164,4	1,47
105	129,9	258,3	162,2	1,50
106	136,9	258,3	163,4	1,55
107	143,9	258,3	164,9	1,62
108	150,9	258,3	166,7	1,71
109	154,3	261,1	170,3	1,76
110	157,8	258,3	168,7	1,80
111	88,0	263,9	166,7	20,00
112	95,0	263,9	166,2	1,78
113	98,5	266,7	168,8	1,67
114	102,0	263,9	165,9	20,00
115	105,5	266,7	168,7	20,00
116	116,0	263,9	166,2	1,44
117	119,4	266,7	169,3	1,45
118	122,9	263,9	166,8	1,46
119	126,4	266,7	170,0	1,49
120	129,9	263,9	167,7	1,51
121	133,4	266,7	171,0	1,53
122	136,9	263,9	168,9	1,56
123	140,4	266,7	172,3	1,60
124	143,9	263,9	170,3	1,63
125	147,4	266,7	173,9	1,68
126	150,9	263,9	172,0	1,72
127	154,3	266,7	175,7	1,77
128	95,0	269,5	171,8	1,74
129	98,5	272,3	174,4	1,64
130	119,4	272,3	174,8	1,45
131	126,4	272,3	175,5	1,50
132	133,4	272,3	176,5	1,54
133	136,9	269,5	174,4	1,57
134	140,4	272,3	177,8	1,61
135	150,9	269,5	177,4	1,73
136	154,3	272,3	181,1	1,78
137	102,0	275,1	177,1	1,56
138	109,0	275,1	177,1	1,47
139	116,0	275,1	177,4	1,45
140	129,9	275,1	178,8	1,52
141	150,9	275,1	182,9	1,74

SEZIONE 2 (in assenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	EC 7/8
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	186,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	270,42 m
Ascissa vertice destro superiore xs	259,16 m
Ordinata vertice destro superiore ys	351,07 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	90,0
2	38,37	91,0
3	58,64	100,0
4	213,06	98,0
5	377,27	180,0
6	392,72	186,0
7	421,53	193,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800,00	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [EC 7/8]

Fs minimo individuato	1,38
Ascissa centro superficie	218,94 m
Ordinata centro superficie	338,97 m
Raggio superficie	241,05 m

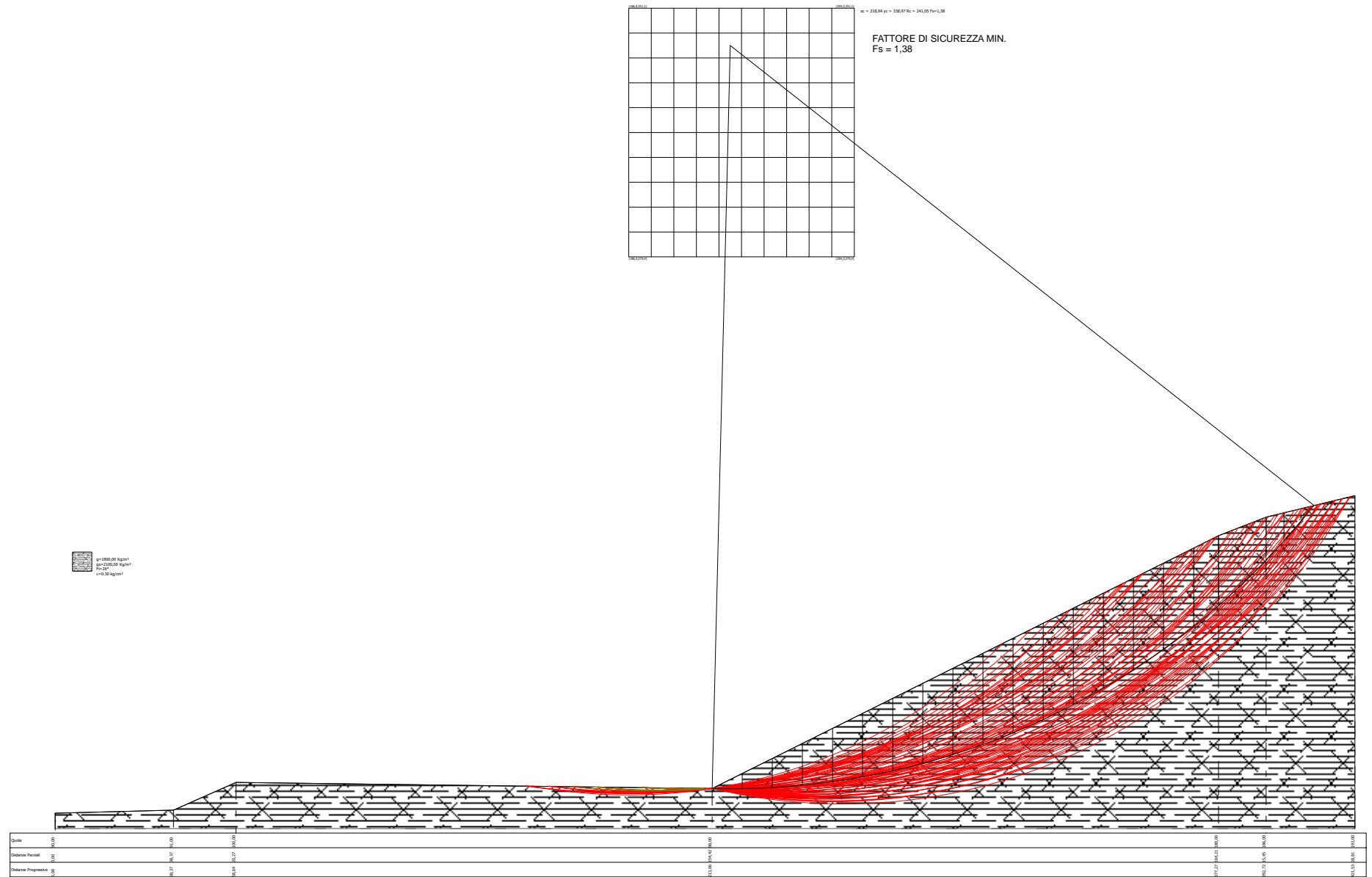
Numero di superfici esaminate....(82)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	186,0	270,4	174,5	2,43
2	189,7	274,5	178,0	2,09
3	197,0	274,5	177,2	1,76
4	211,6	274,5	176,5	1,48
5	226,2	274,5	176,9	1,42
6	237,2	270,4	174,1	1,44
7	240,9	274,5	178,6	1,43
8	244,5	270,4	175,3	1,44
9	248,2	274,5	179,9	1,46
10	251,8	270,4	176,7	1,47
11	255,5	274,5	181,5	1,49
12	189,7	282,5	186,0	2,00
13	197,0	282,5	185,2	1,71
14	204,3	282,5	184,7	1,56
15	218,9	282,5	184,6	1,43
16	222,6	278,5	180,7	1,42
17	226,2	282,5	185,0	1,41
18	229,9	278,5	181,3	1,41
19	233,6	282,5	185,7	1,41
20	240,9	282,5	186,6	1,42
21	244,5	278,5	183,2	1,44
22	248,2	282,5	187,8	1,45
23	251,8	278,5	184,6	1,47
24	189,7	290,6	194,0	1,91
25	197,0	290,6	193,3	1,67
26	204,3	290,6	192,8	1,53
27	211,6	290,6	192,6	1,45
28	215,3	286,6	188,6	1,43
29	218,9	290,6	192,7	1,41
30	229,9	286,6	189,3	1,42
31	240,9	290,6	194,6	1,43
32	244,5	286,6	191,2	1,44
33	248,2	290,6	195,8	1,45
34	251,8	286,6	192,5	1,47
35	193,3	294,6	197,6	1,75
36	197,0	298,6	201,3	1,64
37	204,3	298,6	200,8	1,51
38	218,9	298,6	200,7	1,40
39	226,2	298,6	201,1	1,40
40	237,2	294,6	198,1	1,42
41	244,5	294,6	199,1	1,44
42	193,3	302,7	205,6	1,70
43	204,3	306,7	208,9	1,49
44	218,9	306,7	208,8	1,40
45	233,6	306,7	209,7	1,40
46	237,2	302,7	206,1	1,41
47	240,9	306,7	210,6	1,43
48	244,5	302,7	207,1	1,44
49	193,3	310,7	213,7	1,66
50	208,0	310,7	212,8	1,45
51	218,9	314,8	216,9	1,39
52	222,6	310,7	213,0	1,39
53	233,6	314,8	217,7	1,41
54	237,2	310,7	214,1	1,42
55	186,0	318,8	222,5	1,83
56	218,9	322,8	224,9	1,39
57	226,2	322,8	225,2	1,39
58	229,9	318,8	221,5	1,40
59	237,2	318,8	222,1	1,42

60	186,0	326,9	230,5	1,77
61	208,0	326,9	228,9	1,42
62	211,6	330,9	232,9	20,00
63	218,9	330,9	233,0	1,39
64	222,6	326,9	229,1	1,39
65	229,9	326,9	229,5	1,40
66	189,7	339,0	242,1	1,62
67	197,0	339,0	241,5	20,00
68	211,6	339,0	241,0	1,39
69	218,9	339,0	241,0	1,38
70	226,2	339,0	241,3	1,40
71	229,9	334,9	237,5	1,40
72	189,7	347,0	250,1	1,59
73	193,3	343,0	245,8	1,54
74	197,0	347,0	249,6	20,00
75	204,3	347,0	249,2	20,00
76	208,0	343,0	245,1	20,00
77	211,6	347,0	249,0	20,00
78	222,6	343,0	245,2	1,39
79	186,0	351,1	254,5	1,65
80	193,3	351,1	253,8	20,00
81	208,0	351,1	253,1	20,00
82	215,3	351,1	253,1	1,39

VERIFICA DI STABILITA'

SEZIONE 2 - in assenza di sisma



SEZIONE 2 (in presenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	186,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	270,42 m
Ascissa vertice destro superiore xs	259,16 m
Ordinata vertice destro superiore ys	351,07 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,4	2,5	0,29
S.L.D.	50,0	0,49	2,52	0,34
S.L.V.	475,0	1,09	2,6	0,44
S.L.C.	975,0	1,34	2,69	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,6	0,2	0,0122	0,0061
S.L.D.	0,735	0,2	0,015	0,0075
S.L.V.	1,635	0,24	0,04	0,02
S.L.C.	1,9825	0,24	0,0485	0,0243

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,012
Coefficiente azione sismica verticale	0,006

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	90,0
2	38,37	91,0
3	58,64	100,0
4	213,06	98,0
5	377,27	180,0
6	392,72	186,0
7	421,53	193,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800,00	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

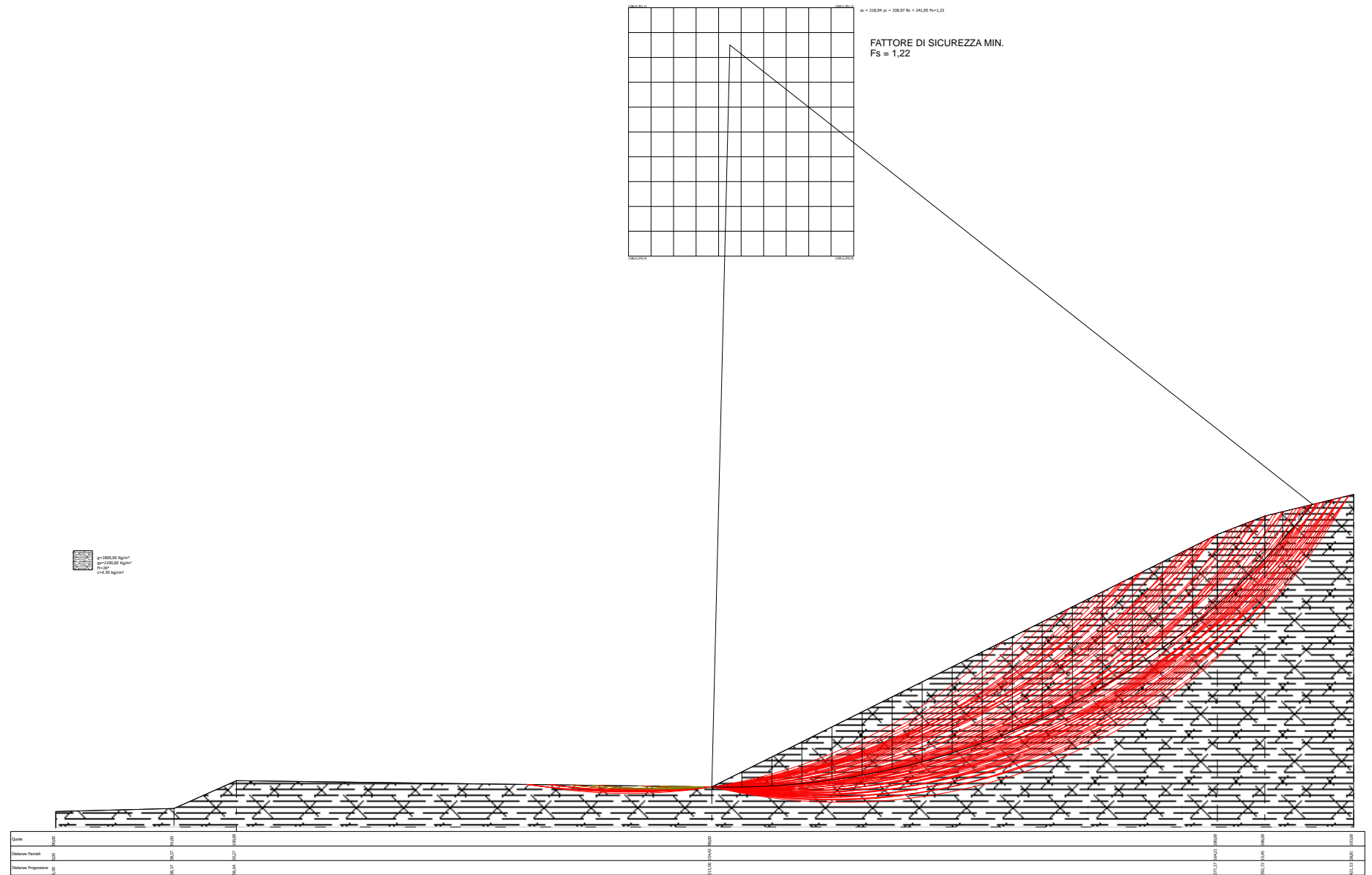
Fs minimo individuato	1,22
Ascissa centro superficie	218,94 m
Ordinata centro superficie	338,97 m
Raggio superficie	241,05 m

Numero di superfici esaminate....(82)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	186,0	270,4	174,5	2,14
2	189,7	274,5	178,0	1,84
3	197,0	274,5	177,2	1,56
4	211,6	274,5	176,5	1,31
5	226,2	274,5	176,9	1,26
6	237,2	270,4	174,1	1,27
7	240,9	274,5	178,6	1,26
8	244,5	270,4	175,3	1,27
9	248,2	274,5	179,9	1,29
10	251,8	270,4	176,7	1,30
11	255,5	274,5	181,5	1,31
12	189,7	282,5	186,0	1,76
13	197,0	282,5	185,2	1,51
14	204,3	282,5	184,7	1,37
15	218,9	282,5	184,6	1,26
16	222,6	278,5	180,7	1,26
17	226,2	282,5	185,0	1,25
18	229,9	278,5	181,3	1,25
19	233,6	282,5	185,7	1,25
20	240,9	282,5	186,6	1,26
21	244,5	278,5	183,2	1,27
22	248,2	282,5	187,8	1,28
23	251,8	278,5	184,6	1,30
24	189,7	290,6	194,0	1,69
25	197,0	290,6	193,3	1,48

26	204,3	290,6	192,8	1,35
27	211,6	290,6	192,6	1,28
28	215,3	286,6	188,6	1,26
29	218,9	290,6	192,7	1,25
30	229,9	286,6	189,3	1,25
31	240,9	290,6	194,6	1,27
32	244,5	286,6	191,2	1,27
33	248,2	290,6	195,8	1,28
34	251,8	286,6	192,5	1,29
35	193,3	294,6	197,6	1,54
36	197,0	298,6	201,3	1,44
37	204,3	298,6	200,8	1,34
38	218,9	298,6	200,7	1,24
39	226,2	298,6	201,1	1,23
40	237,2	294,6	198,1	1,25
41	244,5	294,6	199,1	1,27
42	193,3	302,7	205,6	1,50
43	204,3	306,7	208,9	1,32
44	218,9	306,7	208,8	1,24
45	233,6	306,7	209,7	1,24
46	237,2	302,7	206,1	1,25
47	240,9	306,7	210,6	1,26
48	244,5	302,7	207,1	1,27
49	193,3	310,7	213,7	1,47
50	208,0	310,7	212,8	1,28
51	218,9	314,8	216,9	1,23
52	222,6	310,7	213,0	1,23
53	233,6	314,8	217,7	1,24
54	237,2	310,7	214,1	1,25
55	186,0	318,8	222,5	1,61
56	218,9	322,8	224,9	1,22
57	226,2	322,8	225,2	1,23
58	229,9	318,8	221,5	1,23
59	237,2	318,8	222,1	1,25
60	186,0	326,9	230,5	1,56
61	208,0	326,9	228,9	1,26
62	211,6	330,9	232,9	20,00
63	218,9	330,9	233,0	1,22
64	222,6	326,9	229,1	1,23
65	229,9	326,9	229,5	1,24
66	189,7	339,0	242,1	1,43
67	197,0	339,0	241,5	20,00
68	211,6	339,0	241,0	1,23
69	218,9	339,0	241,0	1,22
70	226,2	339,0	241,3	1,23
71	229,9	334,9	237,5	1,24
72	189,7	347,0	250,1	1,40
73	193,3	343,0	245,8	1,36
74	197,0	347,0	249,6	20,00
75	204,3	347,0	249,2	20,00
76	208,0	343,0	245,1	20,00
77	211,6	347,0	249,0	20,00
78	222,6	343,0	245,2	1,23
79	186,0	351,1	254,5	1,45
80	193,3	351,1	253,8	20,00
81	208,0	351,1	253,1	20,00
82	215,3	351,1	253,1	1,22

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 - in presenza di sisma



SEZIONE 3 (in assenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	EC 7/8
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	121,99 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	217,64 m
Ascissa vertice destro superiore xs	185,86 m
Ordinata vertice destro superiore ys	282,29 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	88,0
2	14,13	92,0
3	29,19	100,0
4	132,29	101,0
5	150,42	107,0
6	265,31	175,0
7	272,86	176,0
8	290,92	178,0
9	295,28	178,0
10	313,3	177,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

c: coazione; cu: coazione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800,00	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [EC 7/8]

Fs minimo individuato	1,30
Ascissa centro superficie	131,57 m
Ordinata centro superficie	279,05 m
Raggio superficie	178,06 m

Numero di superfici esaminate....(124)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	131,6	220,9	119,9	1,45
2	150,7	220,9	121,3	1,33
3	166,7	217,6	121,6	1,40
4	169,9	220,9	125,6	1,42
5	176,3	220,9	127,7	1,48
6	185,9	217,6	128,4	1,62
7	134,8	224,1	123,1	1,40
8	138,0	227,3	126,5	1,36
9	141,2	224,1	123,4	1,35
10	144,3	227,3	126,9	1,33
11	147,5	224,1	124,0	1,33
12	150,7	227,3	127,7	1,32
13	153,9	224,1	125,0	1,32
14	157,1	227,3	128,8	1,34
15	160,3	224,1	126,3	1,34
16	166,7	224,1	127,8	1,39
17	179,5	224,1	131,8	1,54
18	182,7	227,3	136,0	1,57
19	185,9	224,1	134,3	1,62
20	131,6	233,8	132,8	1,39
21	134,8	230,6	129,6	1,37
22	138,0	233,8	132,9	1,34
23	141,2	230,6	129,9	1,33
24	144,3	233,8	133,4	1,31
25	147,5	230,6	130,5	1,31
26	150,7	233,8	134,1	1,31
27	157,1	233,8	135,1	1,33
28	160,3	230,6	132,6	1,35
29	166,7	230,6	134,1	1,39
30	169,9	233,8	138,0	1,42
31	173,1	230,6	135,8	1,45
32	176,3	233,8	139,9	1,49
33	179,5	230,6	137,9	1,53
34	182,7	233,8	142,0	1,58
35	125,2	240,3	139,5	1,49
36	134,8	237,0	136,1	1,35
37	141,2	237,0	136,3	1,31
38	144,3	240,3	139,8	1,30
39	147,5	237,0	136,9	1,30
40	150,7	240,3	140,5	1,31
41	157,1	240,3	141,5	1,34
42	163,5	240,3	142,7	1,37
43	169,9	240,3	144,3	1,43
44	176,3	240,3	146,1	1,50
45	179,5	237,0	144,0	1,54
46	128,4	243,5	142,6	1,40
47	131,6	246,7	145,7	1,34
48	134,8	243,5	142,5	1,33
49	138,0	246,7	145,8	1,30
50	141,2	243,5	142,8	1,30
51	144,3	246,7	146,2	1,30
52	150,7	246,7	146,9	1,30
53	157,1	246,7	147,8	1,33
54	160,3	243,5	145,2	1,35
55	163,5	246,7	149,0	1,38
56	169,9	246,7	150,5	1,45
57	176,3	246,7	152,2	1,51
58	122,0	250,0	149,3	1,51
59	128,4	250,0	149,0	1,37

60	131,6	253,2	152,2	1,32
61	134,8	250,0	149,0	1,31
62	138,0	253,2	152,3	1,30
63	141,2	250,0	149,2	1,30
64	144,3	253,2	152,7	1,30
65	147,5	250,0	149,7	1,30
66	150,7	253,2	153,3	1,32
67	153,9	250,0	150,5	1,31
68	160,3	250,0	151,6	1,35
69	166,7	250,0	152,9	1,42
70	169,9	253,2	156,8	1,45
71	173,1	250,0	154,5	1,48
72	131,6	259,7	158,7	1,30
73	134,8	256,4	155,4	1,30
74	138,0	259,7	158,8	1,30
75	141,2	256,4	155,7	1,30
76	144,3	259,7	159,1	1,30
77	147,5	256,4	156,2	1,30
78	150,7	259,7	159,7	1,31
79	153,9	256,4	156,9	1,32
80	160,3	256,4	157,9	1,37
81	163,5	259,7	161,7	1,41
82	166,7	256,4	159,2	1,42
83	169,9	259,7	163,1	1,46
84	122,0	262,9	162,2	1,45
85	128,4	262,9	161,9	1,33
86	131,6	266,1	165,1	1,30
87	134,8	262,9	161,9	1,30
88	138,0	266,1	165,2	1,30
89	141,2	262,9	162,1	1,30
90	144,3	266,1	165,6	1,30
91	147,5	262,9	162,6	1,30
92	150,7	266,1	166,2	1,32
93	153,9	262,9	163,3	1,33
94	157,1	266,1	167,0	1,36
95	160,3	262,9	164,3	1,38
96	163,5	266,1	168,1	1,41
97	166,7	262,9	165,5	1,43
98	131,6	272,6	171,6	1,30
99	134,8	269,4	168,4	1,30
100	138,0	272,6	171,7	1,30
101	141,2	269,4	168,6	1,30
102	147,5	269,4	169,0	1,30
103	150,7	272,6	172,6	1,33
104	157,1	272,6	173,4	1,38
105	160,3	269,4	170,7	1,39
106	163,5	272,6	174,4	1,42
107	166,7	269,4	171,8	1,45
108	131,6	279,1	178,1	1,30
109	134,8	275,8	174,8	1,30
110	138,0	279,1	178,1	1,30
111	141,2	275,8	175,0	1,30
112	147,5	275,8	175,5	1,31
113	150,7	279,1	179,0	1,34
114	153,9	275,8	176,2	1,35
115	157,1	279,1	179,8	1,38
116	160,3	275,8	177,1	1,40
117	163,5	279,1	180,8	1,44
118	122,0	282,3	181,6	1,34
119	128,4	282,3	181,3	1,30
120	134,8	282,3	181,3	1,30
121	141,2	282,3	181,5	1,30
122	147,5	282,3	181,9	1,32

123	153,9	282,3	182,6	1,37
124	160,3	282,3	183,4	1,42
=====				

SEZIONE 3 (in presenza di sisma)**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	41,99412/14,712879
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	121,99 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	217,64 m
Ascissa vertice destro superiore xs	185,86 m
Ordinata vertice destro superiore ys	282,29 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,4	2,5	0,29
S.L.D.	50,0	0,49	2,52	0,34
S.L.V.	475,0	1,09	2,6	0,44
S.L.C.	975,0	1,34	2,69	0,46

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,6	0,2	0,0122	0,0061
S.L.D.	0,735	0,2	0,015	0,0075
S.L.V.	1,635	0,24	0,04	0,02

S.L.C.	1,9825	0,24	0,0485	0,0243
--------	--------	------	--------	--------

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0122
 Coefficiente azione sismica verticale 0,006 1

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	88,0
2	14,13	92,0
3	29,19	100,0
4	132,29	101,0
5	150,42	107,0
6	265,31	175,0
7	272,86	176,0
8	290,92	178,0
9	295,28	178,0
10	313,3	177,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
 Coesione efficace 1,25
 Coesione non drenata 1,4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.30		26	1800	2100,00	argille varicolori

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato 1,10
 Ascissa centro superficie 134,77 m
 Ordinata centro superficie 275,82 m
 Raggio superficie 174,84 m

Numero di superfici esaminate....(124)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	131,6	220,9	119,9	1,25
2	150,7	220,9	121,3	1,14
3	166,7	217,6	121,6	1,19
4	169,9	220,9	125,6	1,21
5	176,3	220,9	127,7	1,26
6	185,9	217,6	128,4	1,37
7	134,8	224,1	123,1	1,20
8	138,0	227,3	126,5	1,17
9	141,2	224,1	123,4	1,16
10	144,3	227,3	126,9	1,14
11	147,5	224,1	124,0	1,14
12	150,7	227,3	127,7	1,12

13	153,9	224,1	125,0	1,13
14	157,1	227,3	128,8	1,15
15	160,3	224,1	126,3	1,15
16	166,7	224,1	127,8	1,18
17	179,5	224,1	131,8	1,31
18	182,7	227,3	136,0	1,34
19	185,9	224,1	134,3	1,37
20	131,6	233,8	132,8	1,19
21	134,8	230,6	129,6	1,18
22	138,0	233,8	132,9	1,15
23	141,2	230,6	129,9	1,14
24	144,3	233,8	133,4	1,12
25	147,5	230,6	130,5	1,12
26	150,7	233,8	134,1	1,12
27	157,1	233,8	135,1	1,13
28	160,3	230,6	132,6	1,15
29	166,7	230,6	134,1	1,19
30	169,9	233,8	138,0	1,21
31	173,1	230,6	135,8	1,24
32	176,3	233,8	139,9	1,27
33	179,5	230,6	137,9	1,30
34	182,7	233,8	142,0	1,34
35	125,2	240,3	139,5	1,28
36	134,8	237,0	136,1	1,16
37	141,2	237,0	136,3	1,13
38	144,3	240,3	139,8	1,11
39	147,5	237,0	136,9	1,11
40	150,7	240,3	140,5	1,12
41	157,1	240,3	141,5	1,14
42	163,5	240,3	142,7	1,17
43	169,9	240,3	144,3	1,22
44	176,3	240,3	146,1	1,28
45	179,5	237,0	144,0	1,31
46	128,4	243,5	142,6	1,20
47	131,6	246,7	145,7	1,15
48	134,8	243,5	142,5	1,14
49	138,0	246,7	145,8	1,12
50	141,2	243,5	142,8	1,11
51	144,3	246,7	146,2	1,10
52	150,7	246,7	146,9	1,11
53	157,1	246,7	147,8	1,14
54	160,3	243,5	145,2	1,15
55	163,5	246,7	149,0	1,17
56	169,9	246,7	150,5	1,23
57	176,3	246,7	152,2	1,28
58	122,0	250,0	149,3	1,30
59	128,4	250,0	149,0	1,18
60	131,6	253,2	152,2	1,13
61	134,8	250,0	149,0	1,12
62	138,0	253,2	152,3	1,10
63	141,2	250,0	149,2	1,10
64	144,3	253,2	152,7	1,10
65	147,5	250,0	149,7	1,10
66	150,7	253,2	153,3	1,12
67	153,9	250,0	150,5	1,12
68	160,3	250,0	151,6	1,15
69	166,7	250,0	152,9	1,21
70	169,9	253,2	156,8	1,23
71	173,1	250,0	154,5	1,26

72	131,6	259,7	158,7	1,12
73	134,8	256,4	155,4	1,11
74	138,0	259,7	158,8	1,10
75	141,2	256,4	155,7	1,10
76	144,3	259,7	159,1	1,10
77	147,5	256,4	156,2	1,11
78	150,7	259,7	159,7	1,12
79	153,9	256,4	156,9	1,13
80	160,3	256,4	157,9	1,16
81	163,5	259,7	161,7	1,20
82	166,7	256,4	159,2	1,21
83	169,9	259,7	163,1	1,24
84	122,0	262,9	162,2	1,25
85	128,4	262,9	161,9	1,14
86	131,6	266,1	165,1	1,10
87	134,8	262,9	161,9	1,10
88	138,0	266,1	165,2	1,10
89	141,2	262,9	162,1	1,10
90	144,3	266,1	165,6	1,11
91	147,5	262,9	162,6	1,11
92	150,7	266,1	166,2	1,12
93	153,9	262,9	163,3	1,13
94	157,1	266,1	167,0	1,16
95	160,3	262,9	164,3	1,18
96	163,5	266,1	168,1	1,20
97	166,7	262,9	165,5	1,22
98	131,6	272,6	171,6	1,10
99	134,8	269,4	168,4	1,10
100	138,0	272,6	171,7	1,10
101	141,2	269,4	168,6	1,10
102	147,5	269,4	169,0	1,11
103	150,7	272,6	172,6	1,13
104	157,1	272,6	173,4	1,17
105	160,3	269,4	170,7	1,18
106	163,5	272,6	174,4	1,21
107	166,7	269,4	171,8	1,23
108	131,6	279,1	178,1	1,10
109	134,8	275,8	174,8	1,10
110	138,0	279,1	178,1	1,10
111	141,2	275,8	175,0	1,10
112	147,5	275,8	175,5	1,12
113	150,7	279,1	179,0	1,14
114	153,9	275,8	176,2	1,15
115	157,1	279,1	179,8	1,18
116	160,3	275,8	177,1	1,19
117	163,5	279,1	180,8	1,22
118	122,0	282,3	181,6	1,15
119	128,4	282,3	181,3	1,11
120	134,8	282,3	181,3	1,10
121	141,2	282,3	181,5	1,10
122	147,5	282,3	181,9	1,13
123	153,9	282,3	182,6	1,17
124	160,3	282,3	183,4	1,21
