



**COMUNE DI BATTIPAGLIA - EBOLI**



**PROVINCIA DI SALERNO**

**PROGETTO UNITARIO (TRASMESO IN OTTEMPERANZA ALLA  
DISPOSIZIONE CONTENUTA NELLA NOTA DEL SETTORE PROVINCIALE  
DEL GENIO CIVILE DI SALERNO DEL 10.03.1998 N. 5032 IN REVISIONE  
DEL PROGETTO PRODOTTO IN DATA 28/03/2014 PROT. N. 221084 E  
SUCCESSIVE INTEGRAZIONI DEL 18/05/2015 E 10/09/2015) DI  
DISMISSIONE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE E DI  
RIQUALIFICAZIONE TERRITORIALE DELLE CAVE "MA.CE. s.r.l." E  
"EDIL CAVA s.r.l.", ESTESO ALLA MESSA IN SICUREZZA  
IDROGEOLOGICA DELL'AREA INDIVIDUABILE COME EX CAVA "DI  
NAPOLI", IN LOCALITA' CIMITERO - BUCCOLI - FONTANA DEL FICO  
DEI COMUNI DI BATTIPAGLIA ED EBOLI**

**STUDIO ESEGUITO AI SENSI DELL'ARTT. 3, 27 e 10, COMMA 10, DELLE NORME  
ATTUATIVE DEL PRAE**

**ATTUALIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE PRESENTATA NEL 2006 CON  
INTEGRAZIONI RICHIESTE DALL'AMMINISTRAZIONE REGIONALE E NEL RISPETTO  
DEL PROTOCOLLO D'INTESA SOTTOSCRITTO CON IL COMUNE DI BATTIPAGLIA**

## **Relazione Sismica e Verifiche di Stabilità**

**"Adeguamento Progetto a seguito Conf. Servizi del 17.09.2015"**

**AGGIORNAMENTO: REV. 03**

**SEZ. C**

**Committente: CONSORZIO CAVE RIUNITE  
COLLE MANCUSO**

**(MA.CE. s.r.l. - EDILCAVA s.r.l.)**

**Aspetti Geologici**

**(Geologo Enrico Spagnuolo)**



**GeoSAFE s.a.s.**

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering  
CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242  
83100 AVELLINO - ITALY  
+39.082525629  
geosafesas@gmail.com**





## **SOMMARIO**

1.0 PREMESSA .....	2
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA .....	4
3.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STABILITA' DEI FRONTI .....	7
4.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA E MICROZONAZIONE .....	91
5.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	99

1

### CARTE TEMATICHE (L.R. 9/83)

- Carta Microzonazione Sismica e ubicazione indagini

### ALLEGATI:

- INDAGINI SISMICHE (MASW+RIFRAZIONE+HVSr)

## **1.0 PREMESSA**

Facendo seguito all'incarico ricevuto, dal Consorzio "Cave Riunite Colle Mancuso" – Presidente e Legale rappresentante il signor Villani Ciro, nato a Montecorvino Rovella il 01.09.1928, sui terreni di Località Buccoli – Cimitero – Fontana del Fico del Comune di Battipaglia in Provincia di Salerno, che ospitano una serie di cave in terreni ascrivibili ai "Conglomerati di Eboli", è stato eseguito il seguente studio specialistico, riferito alla stabilità dei fronti e alla microzonazione sismica dell'area.

Il sito di intervento, è individuato sulla planimetria di progetto su base catastale, con indicazione delle aree di proprietà e/o in disponibilità, la superficie investigata complessiva è di circa 400 ettari, il progetto propone l'attività estrattiva del conglomerato in matrice limo sabbiosa, noto in letteratura come "Conglomerato di Eboli" e destinato alla produzione di granulati per usi edili, stradali, conglomerati ed opere pubbliche.

Nello specifico, lo studio redatto secondo la normativa nazionale (D.M. 14/01/2008 e s.m.) e regionale vigente (L.R. 9/83 e s.m.), è basato sulla seguente campagna di indagini geologiche e sismiche (come ubicate nelle Carte Tematiche) eseguite direttamente sul sito dal committente e costituite da:

- n. 3 sondaggi geognostici spinti fino alla profondità di 30 metri;
- n. 4 prospezioni sismiche che hanno fornito indicazioni sulla compattezza dei litotipi;
- n. 5 prove Point Load, per risalire alla resistenza a compressione monassiale della roccia, i campioni, chiaramente, sono stati prelevati dalle pareti e non da blocchi già staccati, alla base delle stesse.

si è fatto inoltre riferimento ai sondaggi e alle prove di laboratorio eseguite nell'ambito degli studi geologici precedenti e del PUC Comunale, in aree prossime a quella in oggetto con caratteristiche geologiche, idrogeologiche, morfoevolutive e geotecniche simili all'area in esame al fine di inquadrare il tutto in uno scenario geologico a scala regionale.

Lo studio, è stato articolato in più fasi, anche nel rispetto di quanto riportato negli strumenti urbanistici e di pianificazione, sia a livello comunale che sovracomunale, come di seguito riportate:

- fase preliminare durante la quale si sono reperiti gli studi eseguiti sul territorio comunale e presenti presso vari Enti, una cartografia aggiornata in scala di dettaglio e tutte le foto aeree riguardanti il territorio in questione;
- seconda fase nella quale è stato effettuato un rilevamento geologico di campagna e un rilevamento geomorfologico, confortato sempre dalle foto aeree;
- terza fase durante la quale è stata eseguita una campagna sismica di dettaglio, che si è sviluppata mediante sondaggi geognostici, prospezioni sismiche e prove di laboratorio consultate.

3

*Tutti i dati reperiti, misurati e interpretati hanno permesso di chiarire le caratteristiche geologiche e sismiche del sito in esame, i cui risultati sono rappresentati nelle seguenti carte tematiche e negli elaborati allegati in fondo alla presente:*

- *Carta della Microzonazione Sismica e ubicazione indagini*
- *Relazione illustrativa finale, stratigrafie, grafici e tabulati relativi alle indagini geognostiche e alle verifiche di stabilità sui fronti di progetto.*

## **2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA**

I terreni oggetto di studio sono noti in letteratura come Conglomerati di Eboli, costituiscono una successione di depositi alluvionali, affioranti estesamente lungo il bordo meridionale dei M. Picentini nella fascia collinare compresa fra gli abitati di Eboli, Battipaglia, Montecorvino Pugliano e Montecorvino Rovella. Sono frutto delle fasi neotettoniche che hanno determinato il sollevamento dei Monti Picentini e l'individuazione della depressione morfostrutturale della Piana del Sele – Golfo di Salerno, nel contesto delle fasi morfoevolutive di questo settore dell'Appennino Campano. I numerosi tagli ed affioramenti, lungo le scarpate ed i fronti di scavo, in uno alle indagini eseguite, hanno permesso di sviluppare l'inquadramento litologico del fronte di cava, che evidenzia la presenza delle varie formazioni costituenti i Conglomerati di Eboli. Le quali sono state descritte, in modo dettagliato, dai Professori e Ricercatori della Federico II di Napoli e dell'Università di Salerno:

4

### Formazione Fontana del Fico

Essa costituisce la formazione più bassa stratigraficamente. Il suo spessore non è misurabile perché non è possibile osservarne la base. La porzione in affioramento è costituita dall'alternanza di due litofacies: una ghiaiosa ed una fine la prima è costituita da conglomerati a matrice sabbiosa e granulare con elementi di natura calcarea calcarea dolomitica, arrotondati ed organizzati in tratti massivi spessi da poche decine di centimetri a due metri. La litofacies fine si intercala a quella ghiaiosa ed è costituita da sabbie e silt carbonatici, spessi da poche decine di centimetri a un metro con assetto lenticolare. Nell'area di cava Buccoli queta

formazione ha un affioramento limitato, mentre è ben visibile nella cava adiacente dove è esposta da uno sbancamento.

#### Formazione Colle Mancuso

Presenta, a luoghi, un intervallo di argille verdastre di ambiente palustre, con gusci di gasteropodi continentali e resti vegetali. Le argille sono ricoperte da ghiaie poligeniche, per uno spessore di circa venti metri. Su queste ghiaie poggiano per uno spessore massimo di due metri i limi argillosi verdastri. La porzione centrale è costituita da una litofacies ghiaiosa grossolana che si alterna ad una litofacies sabbiosa ed è caratterizzata da una poligenicità dei clasti: calcari, calcari dolomitici, calcari marnosi, calcari con selce, marne, arenarie micacee, quarzareniti e diaspri. Le ghiaie ben arrotondate si presentano massive e solo raramente la presenza di sottili livelli sabbioso-siltosi evidenzia una rozza stratificazione. L'insieme delle caratteristiche tessiturali e sedimentologiche indicano una deposizione avvenuta in ambiente fluviale.

5

#### Formazione di castelluccia

Caratterizzata da litofacies ghiaiose grossolane con elementi moderatamente arrotondati ed esclusivamente di natura calcarea dolomitica, presenta uno spessore di circa cinquanta metri. Le ghiaie sono disorganizzate e massive, con elementi delle ghiaie grossolane e dei blocchi. Questa formazione, che presenta facies sedimentarie caratteristiche di depositi trasportati in massa o appena elaborati da piccoli corsi d'acqua distributori in un ambiente di conoide alluvionale, termina con un paleosuolo di spessore variabile da pochi centimetri a circa due metri, costituito da argille rosse e magnesio.

### Formazione di Sant'Anna

Spessore circa trentacinque metri, caratterizzato alla base da faglie sin-sedimentarie a modesto rigetto verticale, costituita da due litofacies una ghiaiosa e una fine. Le ghiaie grossolane e fini arrotondate sono di natura calcarea e calcarea dolomitica. I depositi sono organizzati in strati massivi da pochi centimetri ad un metro. La litofacies fine prevalentemente sabbioso siltoso è di natura carbonatica. Nel complesso le facies di questa formazione sono indicative di conoide alluvionale e sono rappresentate da depositi messi in posto ad opera di lame di piena e di corsi d'acqua a rami divaganti tributari su conoide alluvionale.

### **3.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STABILITA' DEI FRONTI**

Le indagini eseguite hanno permesso di definire le caratteristiche tecniche dell'ammasso roccioso oggetto di coltivazione, le quali sono state tarate anche con dati presenti in "letteratura" ed in altri lavori, poiché i terreni in studio, principalmente quelli più esterni, si presentano con un grado di fratturazione variabile, sia in senso verticale che in senso orizzontale.

A verifica, comunque, dei dati prelevati dalla letteratura e da altri lavori sono state eseguite, nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008, delle nuove prospezione sismiche che hanno fornito indicazioni sullo stato di consistenza e la categoria di suolo con relativo Vs30.

Si è rilevato, comunque, che le normali metodologie di analisi su campioni per la misura diretta dei parametri fisici non sono applicabili ed inoltre l'estrapolazione del dato puntiforme di laboratorio all'intero complesso è in molti casi non attendibile.

7

Pertanto i dati ricavati dal rilievo geomeccanico, eseguito e presente nella relazione geologica-geotecnica, hanno portato alla determinazione della qualità dell'ammasso roccioso, esprimibile attraverso appositi indici che hanno lo scopo di permettere una valutazione preliminare delle caratteristiche meccaniche della roccia.

- indice RMR (Bieniawski)
- indice Q (Barton)

Pertanto le verifiche di stabilità svolte nell'ambito del presente studio sono state eseguite ai fini di verificare che nello stato di fatto e in particolar modo nello



stato di progetto si abbiano adeguate condizioni di stabilità anche per un uso successivo dell'area oggetto di estrazione.

Le analisi sono state eseguite nel rispetto del D.M. 11/3/88, relativo alle "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", così come integrate e modificate dalla norme tecniche sulle costruzioni DM 14/01/2008.

I calcoli sono stati effettuati mediante l'approccio dell'equilibrio limite globale, che si basa sulle seguenti ipotesi:

- La legge tensioni-deformazioni del terreno è di tipo rigido-plastico
- La deformazione è piana
- La rottura si raggiunge contemporaneamente lungo tutta la superficie di scorrimento
- Il coefficiente di sicurezza FS è definito come rapporto tra le forze resistenti disponibili e quelle necessarie per l'equilibrio.

8

E' stato adottato, quindi, un programma di calcolo basato sul metodo dell'equilibrio limite, in cui l'operatore fornisce la geometria del pendio, la sua stratigrafia, le caratteristiche meccaniche del materiale e la maglia dei centri, ossia una regione del piano in cui il programma di calcolo colloca i centri dei cerchi di scorrimento, distanziandoli in verticale ed in orizzontale di una quantità specificata dallo stesso operatore. I risultati sono espressi in termini di coefficiente di sicurezza FS, definito come il rapporto fra la resistenza a taglio disponibile e la resistenza a taglio mobilitata (aliquota della resistenza disponibile necessaria all'equilibrio).

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

Adoperando i vari metodi di Bishop, Fellenius e Jambu, nell'equilibrio del concio i-mo con il quale si suddivide la superficie analizzata (si veda fig.1), si considera nota la forma della funzione che lega le forze di interstriscia tangenziali  $X$  con le forze normali  $E$ .

In particolare la suddetta relazione si esprime come:

$$X = \lambda f(x) E$$

dove  $\lambda$  è una costante scalare incognita ed  $f(x)$  è una funzione di inclinazione definibile con la limitazione  $|f(x)| \leq 1$ .

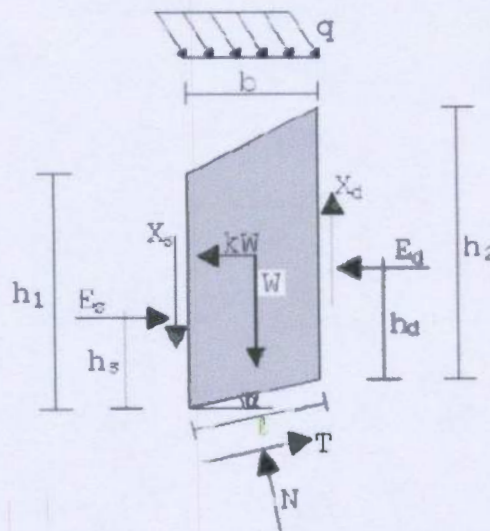


Figura 1 - Forze che intervengono nell'equilibrio del concio i-mo.

Questo metodo consente l'analisi di stabilità per qualsiasi forma della superficie di rottura. Supponendo che la linea di rottura abbia equazione  $y = y(x)$  e la linea delle forze abbia equazione  $y = yt(x)$ , il coefficiente di sicurezza si

ottiene risolvendo il sistema di equazioni differenziali che esprimono l'equilibrio alla traslazione e quello alla rotazione.

La risoluzione di queste equazioni differenziali è tutt'altro che agevole, e suggerisce di linearizzare il problema in modo che

- la superficie di rottura ha sulla striscia un'espressione del tipo  $y = Ax + B$
- la funzione  $f(x)$  ha sulla striscia un'espressione del tipo  $f(x) = kx + m$
- la funzione peso ha sulla striscia un'espressione del tipo  $dW/dx = px + q$

Il software utilizzato, è in grado di risolvere le suddette equazioni differenziali, applicando le opportune condizioni al contorno. Inoltre con riferimento alla superficie circolare più critica, ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza minimo, il software esegue un processo di ottimizzazione della superficie di scorrimento basato su una procedura di discretizzazione con la quale l'arco di circonferenza viene suddiviso in una serie di segmenti i cui vertici vengono spostati in maniera consecuzionale fino a quando non si ottiene una superficie a cui compete un coefficiente di sicurezza inferiore. Il processo di calcolo viene ripetuto fino a quando viene soddisfatto il criterio di convergenza imposto, ossia quando la differenza tra i coefficienti di sicurezza calcolati negli ultimi 2 step rientra nei limiti della tolleranza dettata dall'utente (si vedano fig. 2 e 3). Questo tipo di analisi numerica, basato su analisi statistiche del tipo Monte Carlo, è il frutto delle ultime ricerche nel campo della stabilità dei pendii affrontata con gli usuali metodi dell'equilibrio limite (Greco, 1996; Malkawi, Hassan e Sarma, 2001)

10

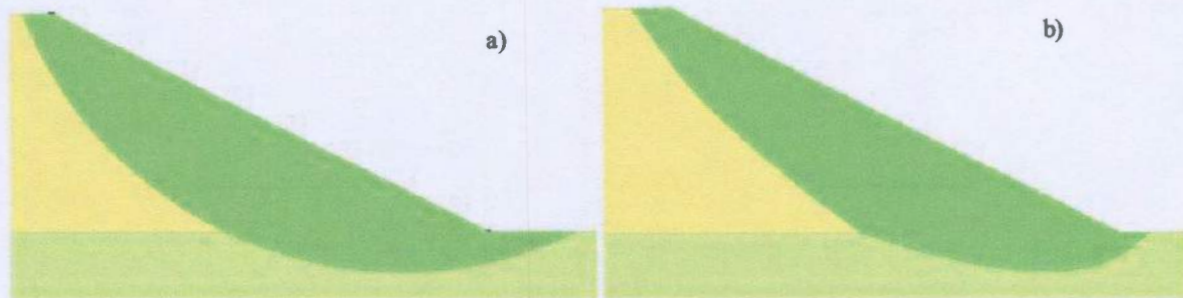
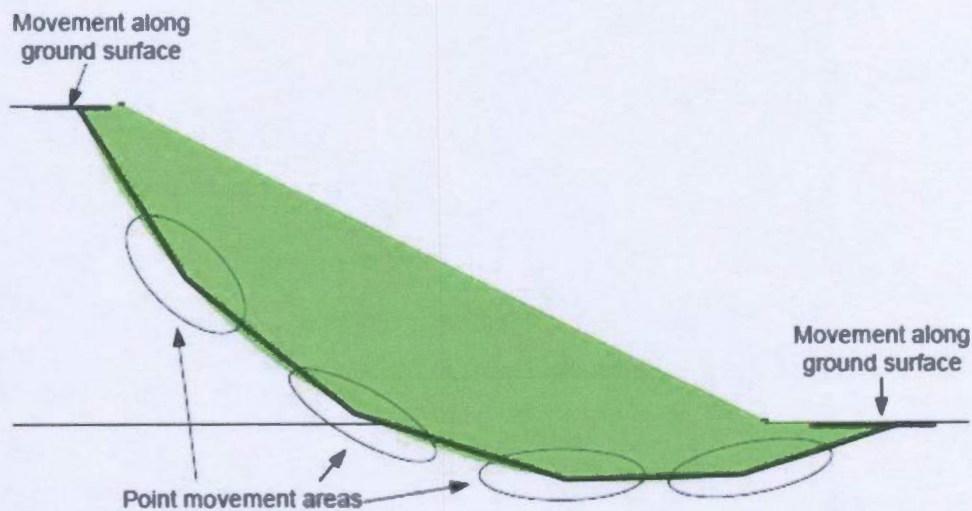


Figura 2 – Superficie di scorrimento ottenuta dagli usuali metodi dell'equilibrio limite (a) e superficie di scorrimento a seguito del processo di ottimizzazione (b).



11

Figura 3 – Schema grafico che illustra il processo di ottimizzazione della superficie analizzata.

Le verifiche, condotte sempre in condizioni drenate, sono state inoltre effettuate in condizioni sismiche, adottando un metodo pseudo-statico con il quale si introducono delle forze instabilizzanti mediante un coefficiente moltiplicativo  $c$

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

dei pesi propri di ciascun concio in cui è stato suddiviso il volume analizzato. In base alla classificazione sismica del territorio nazionale l'area in questione presenta i seguenti parametri sismici.

**Sito in esame - Battipaglia**

latitudine: 40,604265  
longitudine: 15,011437  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

**Siti di riferimento**

Sito 1 ID: 34100 Lat: 40,6249 Lon: 15,0050 Distanza: 2353,244  
Sito 2 ID: 34101 Lat: 40,6240 Lon: 15,0709 Distanza: 5472,655  
Sito 3 ID: 34323 Lat: 40,5740 Lon: 15,0696 Distanza: 5959,000  
Sito 4 ID: 34322 Lat: 40,5749 Lon: 15,0039 Distanza: 3331,696

12

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: C (come risulta dalle prove sismiche allegate in fondo alla presente)  
Categoria topografica: T2  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,111 g

Fo: 2,575  
Tc\*: 0,453 [s]

Coefficienti Sismici

SLV:

Ss: 1,500

Cc: 1,360

St: 1,200

Kh: 0,048

Kv: 0,024

Amax: 1,952

Beta: 0,240

E' opportuno sottolineare che adoperando tali metodi per le analisi di stabilità in condizioni sismiche si opera molto a vantaggio di sicurezza in quanto la sollecitazione dovuta al sisma sul pendio è considerata sincrona, quindi estremamente gravosa.

Dai risultati emerge che nelle ipotesi di progetto proposte, la configurazione delle pareti come schematizzata nelle sezioni 19-36-39 più critiche analizzate, risultano ampiamente sufficiente a garantire coefficienti di sicurezza maggiore di quelli previsti dalla normativa e anche di quelli dello stato di fatto attuale, sia in condizioni statiche che in presenza di sisma

Resistenza a taglio di picco				
	Peso dell'unità di volume (kg/m <sup>3</sup> )	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di attrito (°)	Resistenza a compressione (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Giacimento minerario</b>	2000	1,0-2,0	35°-40°	300-600

Tab. 1 - Proprietà fisico-meccaniche dei terreni utilizzati nel modello stratigrafico

		Stato di fatto e di progetto		
SEZ	STATO	Metodo di Fellenius	Metodo di Bishop	Metodo di Jambu
<b>14</b>	di Fatto	<b>1.39</b>	1.46	1.48
	di Progetto	2.78	<b>2.72</b>	3.20
<b>36</b>	di Fatto	<b>1.10</b>	1.20	1.23
	di Progetto	<b>1.58</b>	1.65	1.79
<b>39</b>	di Fatto	<b>1.08</b>	1.09	1.22
	di Progetto	<b>1.39</b>	1.46	1.57

Tabella 2 - Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità

## 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:

15

1. 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 ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. 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 ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

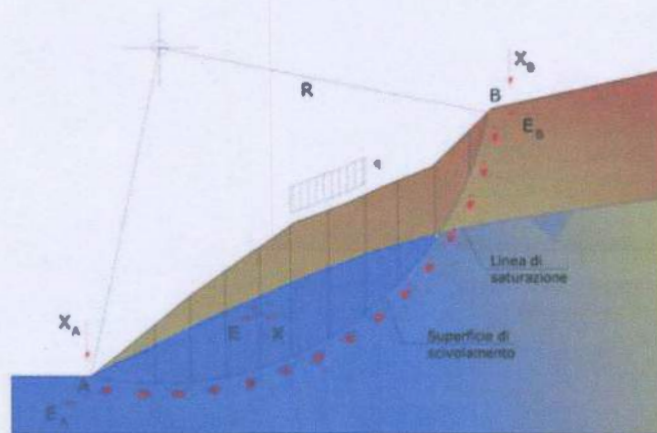




$$F = \tau_f / \tau$$

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 concii considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

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



### Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii 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 concii;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $n$  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 :

17

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

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che  $N_j$  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.

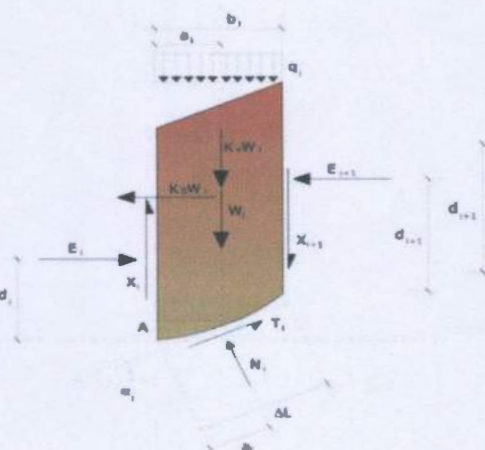
### Metodo di Fellenius (1927)

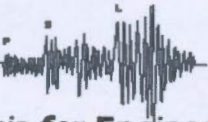
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali  $N_j$ ;

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com





- n valori delle forze da taglio  $T_j$ ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite  $(2n+1)$ .

Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

18

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

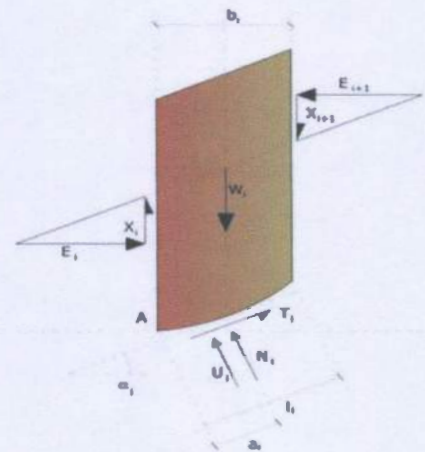
### Metodo di Bishop (1955)

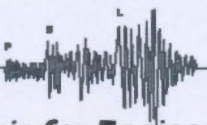
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$





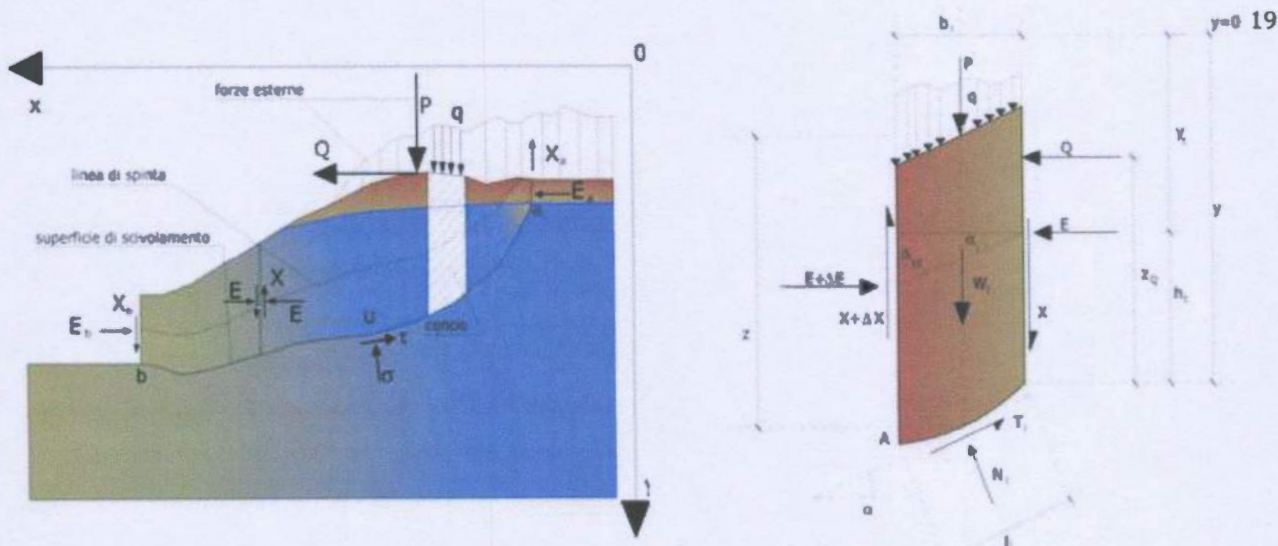
I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

**Metodo di Janbu (1967)**

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum [c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i] \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



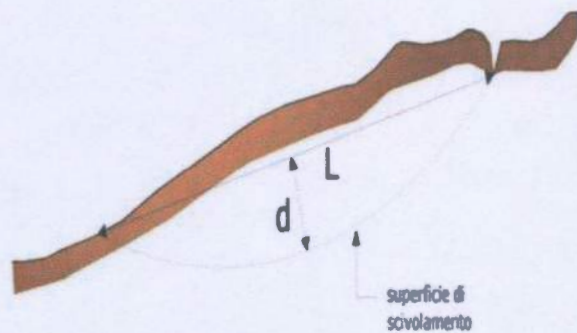
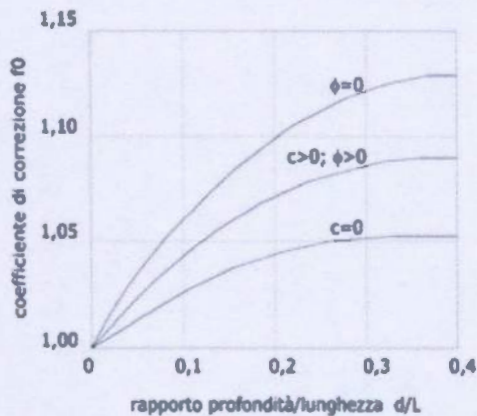
*Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso*

Assumendo  $\Delta X_i = 0$  si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:



$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata 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 vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

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

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

**GeoSAFE** s.a.s. 

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

#### **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 14 STATO DI FATTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---

**Maglia dei Centri**

---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-14.95 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	14.61 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4.32 m
Ordinata vertice destro superiore ys	30.93 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: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
<b>S.L.V.</b>	<b>475.0</b>	<b>1.09</b>	<b>2.58</b>	<b>0.45</b>
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

23

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084



S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	11.83	0.0
3	12.1	1.0
4	12.48	2.0
5	12.69	3.0
6	13.04	4.0
7	13.36	5.0
8	13.62	6.0
9	13.79	7.0
10	14.09	8.0
11	14.37	9.0
12	14.91	10.0
13	15.39	11.0
14	16.03	12.0
15	16.7	13.0
16	17.73	14.0
17	19.32	15.0

**GeoSAFE s.a.s.**



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

18	20.8	16.0
19	22.29	17.0
20	23.72	18.0
21	25.11	19.0
22	25.58	20.0
23	26.09	21.0
24	26.54	22.0
25	26.87	23.0
26	27.19	24.0
27	27.31	25.0
28	27.51	26.0
29	27.73	27.0
30	27.95	28.0
31	28.11	29.0
32	28.26	30.0
33	28.45	31.0
34	28.72	32.0
35	29.0	33.0
36	29.3	34.0
37	29.87	35.0
38	31.33	36.0
39	32.82	37.0
40	34.43	38.0
41	36.7	39.0
42	41.22	39.0

43	54.62	39.0
----	-------	------

**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	Si

---



---

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

26

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

---



---

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.39</b>
Ascissa centro superficie	4.32 m
Ordinata centro superficie	30.93 m
Raggio superficie	28.68 m

---



---

Numero di superfici esaminate....(50)

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644



N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	3.4	15.4	14.3	4.63
2	4.3	14.6	14.0	3.33
3	3.4	17.1	15.7	3.62
4	4.3	16.2	13.7	5.15
5	2.4	17.9	16.3	4.78
6	3.4	18.7	17.1	3.10
7	4.3	17.9	16.6	2.69
8	1.4	20.3	18.6	4.32
9	3.4	20.3	18.7	2.75
10	4.3	19.5	18.0	2.51
11	0.5	21.1	19.2	6.24
12	2.4	21.1	19.4	3.06
13	3.4	22.0	18.2	4.19
14	4.3	21.1	19.6	2.36
15	1.4	23.6	21.3	3.45
16	2.4	22.8	20.7	2.92
17	3.4	23.6	21.5	2.52
18	4.3	22.8	21.0	2.29
19	-1.5	24.4	22.2	9.60
20	-0.5	25.2	22.9	4.72
21	0.5	24.4	22.1	3.99
22	1.4	25.2	22.9	3.07
23	2.4	24.4	19.7	6.32



24	3.4	25.2	23.0	2.54
25	4.3	24.4	19.9	3.48
26	-0.5	26.9	24.6	3.88
27	0.5	26.0	23.7	3.42
28	1.4	26.9	22.1	6.26
29	2.4	26.0	23.7	2.62
30	3.4	26.9	24.6	2.66
31	4.3	26.0	23.9	2.46
32	-3.4	27.7	25.7	10.21
33	-0.5	28.5	26.2	3.41
34	0.5	27.7	23.0	8.22
35	1.4	28.5	26.1	3.02
36	2.4	27.7	25.3	2.91
37	3.4	28.5	26.2	2.40
38	4.3	27.7	25.5	2.20
39	-4.4	30.1	28.2	8.02
40	-1.5	29.3	27.1	3.80
41	-0.5	30.1	27.8	3.10
42	0.5	29.3	24.6	6.20
43	1.4	30.1	25.3	4.39
44	2.4	29.3	24.5	3.85
45	3.4	30.1	27.8	1.81
46	4.3	29.3	24.5	3.24
47	-1.5	30.9	28.7	3.39
48	0.5	30.9	28.6	3.12
49	2.4	30.9	28.6	1.90

50

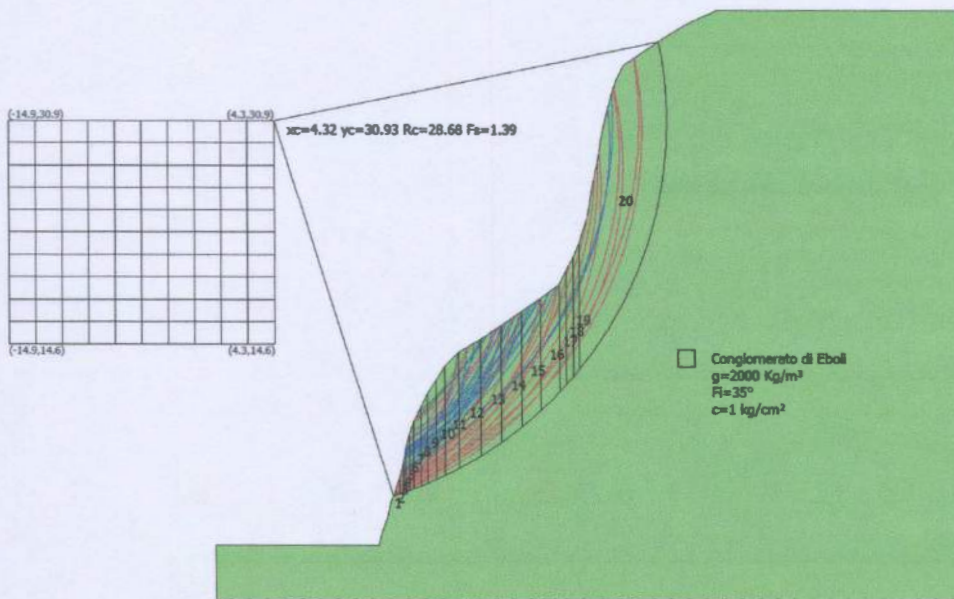
4.3

30.9

28.7

1.39

---



**SEZIONE 14 STATO DI PROGETTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

---



---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---



---

**Maglia dei Centri**

---



---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-3.78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22.22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15.67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	36.52 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: T2

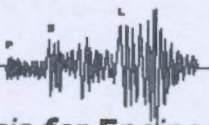
S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
<b>S.L.V.</b>	<b>475.0</b>	<b>1.09</b>	<b>2.58</b>	<b>0.45</b>
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084



S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	19.69	0.01
3	21.15	3.75
4	25.17	3.75
5	26.63	7.75
6	30.65	7.75
7	32.11	11.75
8	36.14	11.75
9	37.59	15.75
10	41.62	15.75
11	43.08	19.75
12	47.1	19.75
13	48.56	23.75
14	52.58	23.75
15	54.04	27.75
16	58.06	27.75
17	59.52	31.75

18	63.55	31.75
19	65.01	35.75
20	66.47	35.75
21	67.26	34.75

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

---



---

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

---



---

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

---



---

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>2.72</b>
Ascissa centro superficie	15.67 m
Ordinata centro superficie	33.66 m

Raggio superficie

33.6 m

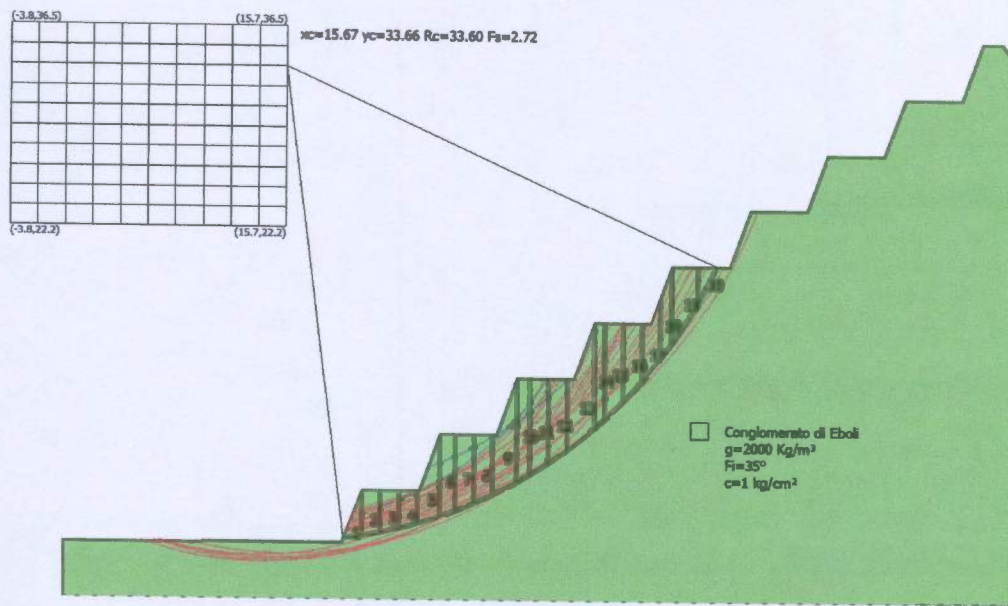
**Numero di superfici esaminate....(27)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	13.7	22.2	23.7	5.69
2	14.7	22.9	24.3	5.02
3	15.7	22.2	21.3	5.40
4	13.7	23.6	24.6	5.70
5	14.7	24.4	25.6	4.66
6	15.7	23.6	22.1	6.34
7	11.8	25.1	25.1	10.38
8	14.7	25.8	26.9	4.35
9	15.7	25.1	23.5	5.63
10	12.7	27.2	27.1	4.97
11	15.7	26.5	24.7	20.00
12	15.7	27.9	28.8	3.82
13	13.7	29.4	29.3	3.77
14	13.7	30.8	30.4	3.81

35

15	12.7	32.9	31.9	5.11
16	13.7	32.2	31.6	3.84
17	14.7	32.9	32.6	3.25
18	15.7	32.2	28.8	6.68
19	12.7	34.4	33.1	4.93
20	13.7	33.7	32.9	3.68
21	14.7	34.4	33.8	3.18
22	15.7	33.7	33.6	2.72
23	13.7	35.1	34.0	4.09
24	14.7	35.8	34.8	3.24
25	15.7	35.1	34.6	2.75
26	13.7	36.5	35.2	3.98
27	15.7	36.5	35.8	2.89

---



**SEZIONE 36 STATO DI FATTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

---



---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---



---

38

**Maglia dei Centri**

---



---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-24.89 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	86.43 m
Ascissa vertice destro superiore xs	17.89 m
Ordinata vertice destro superiore ys	114.91 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: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
<b>S.L.V.</b>	<b>475.0</b>	<b>1.09</b>	<b>2.58</b>	<b>0.45</b>
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

39

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084



S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.49	38.72
3	48.06	40.24
4	62.66	71.25
5	67.4	71.25
6	69.82	73.25
7	76.77	74.25
8	77.87	75.25
9	85.28	76.25
10	86.36	77.25
11	89.44	78.25
12	90.29	79.25
13	91.4	80.25
14	92.3	81.25
15	99.81	82.25
16	100.88	83.25
17	101.57	84.25



18	102.26	85.25
19	102.96	86.25
20	103.65	87.25
21	104.35	88.25
22	105.05	89.25
23	105.75	90.25
24	106.45	91.25
25	107.15	92.25
26	107.87	93.25
27	108.61	94.25
28	109.37	95.25
29	116.15	96.25
30	123.13	97.25
31	123.69	98.25
32	124.2	99.25
33	124.92	100.25
34	125.59	101.25
35	130.54	101.25
36	146.21	100.25
37	164.63	99.25
38	175.95	98.25
39	186.88	97.25
40	186.88	97.25

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

---

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

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

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

42

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.1</b>
Ascissa centro superficie	17.89 m
Ordinata centro superficie	114.91 m
Raggio superficie	104.88 m

**Numero di superfici esaminate....(221)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-24.9	86.4	74.0	2.82
2	-22.8	87.9	74.5	2.56
3	-20.6	86.4	80.9	1.52
4	-18.5	87.9	73.7	2.19
5	-16.3	86.4	80.1	1.74
6	-14.2	87.9	81.0	1.51
7	-12.1	86.4	71.5	1.96
8	-9.9	87.9	72.6	1.95
9	-7.8	86.4	78.9	1.31
10	-5.6	87.9	80.1	1.24
11	-3.5	86.4	70.7	1.79
12	-1.4	87.9	79.9	1.20
13	0.8	86.4	78.5	1.19
14	2.9	87.9	71.9	1.37
15	5.1	86.4	70.5	1.34
16	7.2	87.9	80.1	1.17
17	9.3	86.4	78.8	1.18
18	11.5	87.9	72.2	1.26
19	13.6	86.4	71.0	1.26
20	15.7	87.9	80.9	1.19
21	17.9	86.4	79.9	1.22
22	-24.9	89.3	75.7	3.05
23	-22.8	90.7	76.1	2.80
24	-20.6	89.3	74.9	2.43

**GeoSAFE s.a.s.**

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**



25	-18.5	90.7	84.0	1.78
26	-16.3	89.3	74.2	2.16
27	-14.2	90.7	74.8	2.15
28	-12.1	89.3	73.7	2.03
29	-9.9	90.7	82.8	1.31
30	-7.8	89.3	73.3	1.98
31	-5.6	90.7	74.0	1.94
32	-3.5	89.3	81.2	1.21
33	-1.4	90.7	82.3	1.19
34	0.8	89.3	81.2	1.18
35	2.9	90.7	82.3	1.17
36	5.1	89.3	81.3	1.17
37	7.2	90.7	82.5	1.18
38	9.3	89.3	81.6	1.18
39	11.5	90.7	74.5	1.26
40	13.6	89.3	82.0	1.19
41	15.7	90.7	83.5	1.21
42	17.9	89.3	82.7	1.20
43	-24.9	92.1	86.4	1.60
44	-22.8	93.6	77.8	3.09
45	-20.6	92.1	76.5	2.64
46	-18.5	93.6	86.2	1.68
47	-16.3	92.1	75.9	2.31
48	-14.2	93.6	85.5	1.43
49	-12.1	92.1	84.1	1.37
50	-9.9	93.6	76.0	2.18

**GeoSAFE s.a.s.**



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

51	-7.8	92.1	83.7	1.26
52	-5.6	93.6	75.7	1.97
53	-3.5	92.1	83.5	1.21
54	-1.4	93.6	84.6	1.19
55	0.8	92.1	74.7	1.44
56	2.9	93.6	75.6	1.38
57	5.1	92.1	83.6	1.18
58	7.2	93.6	84.8	1.18
59	9.3	92.1	83.9	1.19
60	11.5	93.6	76.1	1.26
61	13.6	92.1	84.3	1.18
62	15.7	93.6	85.8	1.19
63	17.9	92.1	85.0	1.20
64	-24.9	95.0	88.6	1.64
65	-22.8	96.4	89.2	1.64
66	-20.6	95.0	87.7	1.62
67	-18.5	96.4	88.4	1.61
68	-16.3	95.0	87.0	1.50
69	-14.2	96.4	87.8	1.40
70	-12.1	95.0	86.4	1.34
71	-9.9	96.4	77.7	2.33
72	-7.8	95.0	76.7	2.22
73	-5.6	96.4	87.0	1.22
74	-3.5	95.0	85.8	1.20
75	-1.4	96.4	86.9	1.19
76	0.8	95.0	85.7	1.18

**GeoSAFE** s.a.s.



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

77	2.9	96.4	86.9	1.18
78	5.1	95.0	85.8	1.18
79	7.2	96.4	87.1	1.19
80	9.3	95.0	76.8	1.29
81	11.5	96.4	87.5	1.20
82	13.6	95.0	86.6	1.20
83	15.7	96.4	88.0	1.20
84	17.9	95.0	87.2	1.23
85	-24.9	97.8	80.9	4.29
86	-22.8	99.2	81.9	3.43
87	-20.6	97.8	90.0	1.74
88	-18.5	99.2	91.1	1.53
89	-16.3	97.8	89.3	1.47
90	-14.2	99.2	90.4	1.35
91	-12.1	97.8	88.8	1.32
92	-9.9	99.2	90.0	1.26
93	-7.8	97.8	78.6	2.34
94	-5.6	99.2	89.7	1.21
95	-3.5	97.8	78.4	1.73
96	-1.4	99.2	79.8	1.53
97	0.8	97.8	88.1	1.18
98	2.9	99.2	79.8	1.38
99	5.1	97.8	78.5	1.35
100	7.2	99.2	89.8	1.18
101	9.3	97.8	88.5	1.18
102	11.5	99.2	80.3	1.29

**GeoSAFE s.a.s.**



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

103	13.6	97.8	79.1	1.29
104	15.7	99.2	90.6	1.20
105	17.9	97.8	89.6	1.20
106	-24.9	100.7	93.4	1.69
107	-22.8	102.1	83.8	3.69
108	-20.6	100.7	92.5	1.63
109	-18.5	102.1	93.5	1.48
110	-16.3	100.7	81.7	2.75
111	-14.2	102.1	92.9	1.32
112	-12.1	100.7	91.3	1.29
113	-9.9	102.1	92.4	1.25
114	-7.8	100.7	80.9	2.42
115	-5.6	102.1	92.1	1.20
116	-3.5	100.7	90.7	1.20
117	-1.4	102.1	92.0	1.19
118	0.8	100.7	90.7	1.19
119	2.9	102.1	81.9	1.38
120	5.1	100.7	80.8	1.35
121	7.2	102.1	82.0	1.31
122	9.3	100.7	91.0	1.19
123	11.5	102.1	92.5	1.19
124	13.6	100.7	81.4	1.30
125	15.7	102.1	93.1	1.20
126	17.9	100.7	81.9	1.29
127	-24.9	103.5	96.0	1.70
128	-22.8	104.9	86.6	3.47



129	-20.6	103.5	95.2	1.54
130	-18.5	104.9	86.0	2.91
131	-16.3	103.5	94.5	1.36
132	-14.2	104.9	85.5	2.64
133	-12.1	103.5	83.8	2.56
134	-9.9	104.9	95.2	1.23
135	-7.8	103.5	93.7	1.21
136	-5.6	104.9	94.9	1.19
137	-3.5	103.5	93.4	1.19
138	-1.4	104.9	94.8	1.19
139	0.8	103.5	83.3	1.43
140	2.9	104.9	94.8	1.18
141	5.1	103.5	83.4	1.34
142	7.2	104.9	95.0	1.18
143	9.3	103.5	93.8	1.18
144	11.5	104.9	95.3	1.20
145	13.6	103.5	94.2	1.20
146	15.7	104.9	85.4	1.29
147	17.9	103.5	94.8	1.18
148	-24.9	106.4	98.6	1.73
149	-22.8	107.8	88.5	3.89
150	-20.6	106.4	87.3	3.27
151	-18.5	107.8	87.8	3.20
152	-16.3	106.4	97.1	1.33
153	-14.2	107.8	98.0	1.29
154	-12.1	106.4	86.1	2.66

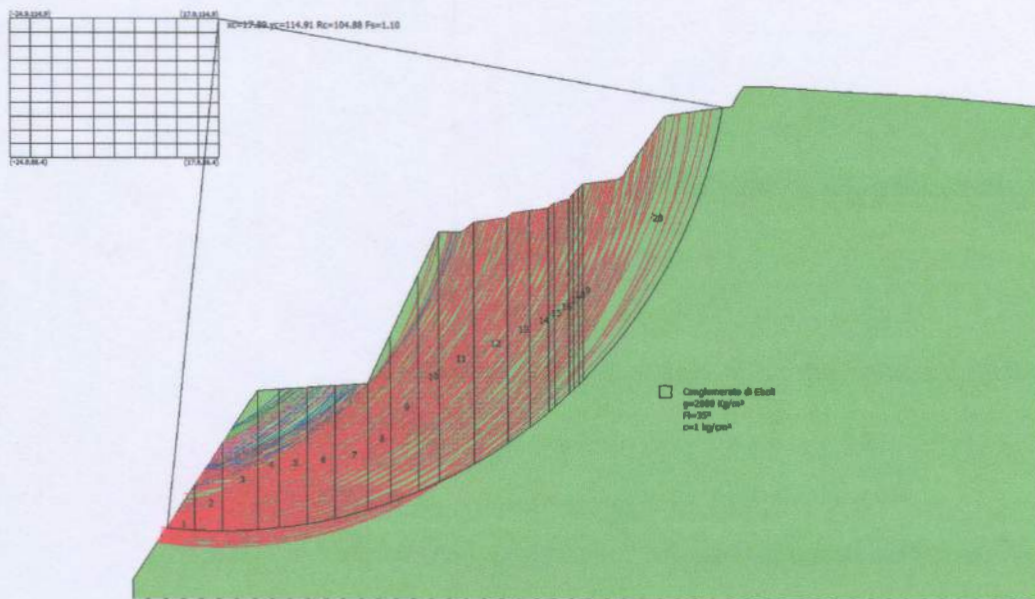
155	-9.9	107.8	97.5	1.23
156	-7.8	106.4	96.2	1.21
157	-5.6	107.8	86.5	1.77
158	-3.5	106.4	85.5	1.59
159	-1.4	107.8	97.1	1.20
160	0.8	106.4	85.4	1.42
161	2.9	107.8	97.1	1.18
162	5.1	106.4	96.0	1.19
163	7.2	107.8	97.2	1.19
164	9.3	106.4	85.7	1.32
165	11.5	107.8	97.6	1.20
166	13.6	106.4	96.6	1.20
167	15.7	107.8	87.2	1.29
168	17.9	106.4	97.2	1.16
169	-24.9	109.2	100.8	1.69
170	-22.8	110.6	90.4	4.29
171	-20.6	109.2	100.0	1.45
172	-18.5	110.6	101.0	1.36
173	-16.3	109.2	88.4	3.14
174	-14.2	110.6	100.4	1.28
175	-12.1	109.2	88.0	2.86
176	-9.9	110.6	100.0	1.23
177	-7.8	109.2	98.6	1.21
178	-5.6	110.6	88.8	1.74
179	-3.5	109.2	87.5	1.60
180	-1.4	110.6	88.7	1.50



181	0.8	109.2	98.3	1.19
182	2.9	110.6	99.7	1.19
183	5.1	109.2	87.5	1.37
184	7.2	110.6	89.0	1.34
185	9.3	109.2	98.7	1.20
186	11.5	110.6	89.3	1.31
187	13.6	109.2	88.1	1.31
188	15.7	110.6	100.8	1.15
189	17.9	109.2	88.7	1.30
190	-24.9	112.1	103.4	1.60
191	-22.8	113.5	104.4	1.45
192	-20.6	112.1	91.4	3.77
193	-18.5	113.5	103.7	1.34
194	-16.3	112.1	90.9	3.20
195	-14.2	113.5	91.8	3.11
196	-12.1	112.1	101.6	1.24
197	-9.9	113.5	102.6	1.22
198	-7.8	112.1	101.3	1.21
199	-5.6	113.5	102.3	1.21
200	-3.5	112.1	101.1	1.20
201	-1.4	113.5	102.2	1.19
202	0.8	112.1	101.0	1.19
203	2.9	113.5	90.8	1.41
204	5.1	112.1	90.0	1.36
205	7.2	113.5	102.4	1.21
206	9.3	112.1	90.1	1.33

207	11.5	113.5	102.7	1.18
208	13.6	112.1	90.4	1.30
209	15.7	113.5	103.2	1.13
210	17.9	112.1	102.1	1.16
211	-24.9	114.9	105.9	1.54
212	-20.6	114.9	93.5	4.05
213	-16.3	114.9	92.9	3.45
214	-12.1	114.9	104.0	1.24
215	-7.8	114.9	103.7	1.22
216	-3.5	114.9	103.5	1.20
217	0.8	114.9	92.1	1.44
218	5.1	114.9	103.6	1.20
219	9.3	114.9	103.9	1.19
220	13.6	114.9	92.9	1.32
221	17.9	114.9	104.9	1.10

---



**SEZIONE 36 STATO DI PROGETTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

---



---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---



---

53

**Maglia dei Centri**

---



---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-13.39 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	78.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	54.33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	112.88 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: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
S.L.V.	475.0	1.09	2.58	0.45
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

54

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084

S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	5.43	0.05
3	7.04	4.05
4	11.45	4.05
5	13.06	8.05
6	17.47	8.05
7	19.08	12.05
8	23.49	12.05
9	25.12	16.05
10	29.67	16.05
11	31.31	20.05
12	35.86	20.05
13	37.51	24.05
14	42.06	24.05
15	43.71	28.05
16	48.25	28.05
17	49.9	32.05





18	54.45	32.05
19	56.1	36.05
20	61.04	36.05
21	62.95	40.05
22	68.23	40.05
23	70.14	44.05
24	80.69	44.05
25	82.6	48.05
26	87.87	48.05
27	89.78	52.05
28	95.06	52.05
29	96.97	56.05
30	102.24	56.05
31	104.16	60.05
32	109.43	60.05
33	111.34	64.05
34	116.62	64.05
35	118.53	68.05
36	123.8	68.05
37	125.71	72.05
38	131.16	72.05
39	133.17	76.05
40	138.71	76.05
41	140.72	80.05
42	146.26	80.05

43	148.27	84.05
44	153.81	84.05
45	155.82	88.05
46	161.36	88.05
47	163.37	92.05
48	168.91	92.05
49	170.92	96.05
50	176.47	96.05
51	176.74	96.59
52	220.11	97.05

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

---



---

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

---



---

57

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

---



---

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.58</b>
Ascissa centro superficie	44.17 m
Ordinata centro superficie	111.14 m
Raggio superficie	104.16 m

---



---

**Numero di superfici esaminate....(163)**

---



---

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	0.2	78.0	70.4	3.68
2	3.5	79.7	71.9	2.74
3	6.9	78.0	70.7	20.00
4	13.7	78.0	71.5	1.89
5	17.1	79.7	73.4	1.87
6	20.5	78.0	72.8	1.76
7	23.9	79.7	74.9	1.74
8	27.2	78.0	74.0	1.73
9	30.6	79.7	67.1	1.93
10	34.0	78.0	74.0	1.71
11	37.4	79.7	75.4	1.71
12	40.8	78.0	73.8	1.69
13	44.2	79.7	67.1	1.85

---



---

**GeoSAFE** s.a.s. 

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

14	47.6	78.0	74.0	1.70
15	50.9	79.7	67.0	1.81
16	54.3	78.0	73.9	1.72
17	0.2	81.5	73.5	3.75
18	3.5	83.2	75.1	2.78
19	10.3	83.2	75.6	2.10
20	13.7	81.5	74.5	1.91
21	17.1	83.2	76.6	1.84
22	20.5	81.5	67.5	2.23
23	23.9	83.2	78.0	1.77
24	27.2	81.5	77.1	1.70
25	30.6	83.2	70.0	1.96
26	34.0	81.5	77.1	1.69
27	37.4	83.2	70.0	1.88
28	40.8	81.5	77.1	1.68
29	44.2	83.2	70.0	1.87
30	47.6	81.5	77.0	1.69
31	50.9	83.2	70.0	1.82
32	54.3	81.5	77.1	1.70
33	3.5	86.7	78.2	2.65
34	6.9	85.0	76.8	2.30
35	13.7	85.0	69.0	3.68
36	17.1	86.7	79.7	1.84
37	20.5	85.0	78.8	1.78
38	23.9	86.7	81.1	1.74
39	27.2	85.0	71.4	2.03



40	30.6	86.7	72.8	1.95
41	34.0	85.0	71.4	1.92
42	37.4	86.7	72.8	1.91
43	40.8	85.0	71.4	1.86
44	44.2	86.7	81.7	1.66
45	47.6	85.0	80.1	1.69
46	50.9	86.7	72.8	1.78
47	54.3	85.0	71.4	1.79
48	0.2	88.5	79.7	20.00
49	3.5	90.2	81.4	2.61
50	6.9	88.5	79.9	2.26
51	10.3	90.2	81.9	1.99
52	13.7	88.5	80.6	1.99
53	17.1	90.2	73.8	2.71
54	20.5	88.5	81.8	1.80
55	23.9	90.2	84.2	1.73
56	27.2	88.5	74.1	2.07
57	30.6	90.2	75.7	2.00
58	34.0	88.5	74.1	1.96
59	37.4	90.2	75.7	1.89
60	40.8	88.5	83.2	1.65
61	44.2	90.2	75.7	1.81
62	47.6	88.5	74.1	1.83
63	50.9	90.2	84.8	1.66
64	54.3	88.5	83.2	1.65
65	-3.2	93.7	84.5	4.70



66	10.3	93.7	85.0	2.01
67	13.7	92.0	83.7	1.91
68	17.1	93.7	76.4	2.90
69	20.5	92.0	84.8	1.83
70	23.9	93.7	77.6	2.19
71	27.2	92.0	76.7	2.12
72	30.6	93.7	88.1	1.68
73	34.0	92.0	86.4	1.67
74	37.4	93.7	88.1	1.64
75	40.8	92.0	86.4	1.65
76	44.2	93.7	78.4	1.82
77	47.6	92.0	86.4	1.65
78	50.9	93.7	88.0	1.63
79	54.3	92.0	86.4	1.65
80	-3.2	97.2	87.6	4.32
81	6.9	95.4	86.2	2.22
82	13.7	95.4	77.3	4.10
83	20.5	95.4	87.9	1.80
84	23.9	97.2	80.3	2.28
85	27.2	95.4	89.4	1.70
86	30.6	97.2	91.2	1.67
87	34.0	95.4	89.5	1.68
88	37.4	97.2	91.2	1.63
89	40.8	95.4	79.6	1.84
90	44.2	97.2	91.1	1.64
91	47.6	95.4	89.5	1.64

**GeoSAFE** s.a.s.



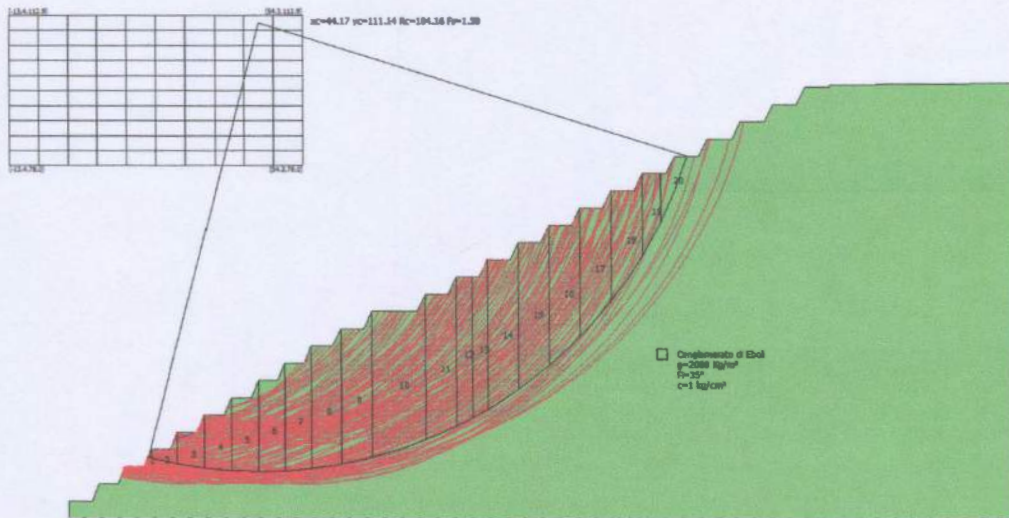
**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

92	50.9	97.2	91.2	1.63
93	54.3	95.4	79.6	1.76
94	-3.2	100.7	91.1	3.73
95	6.9	98.9	89.5	2.18
96	10.3	100.7	91.5	2.03
97	13.7	98.9	90.2	1.95
98	17.1	100.7	82.6	20.00
99	20.5	98.9	91.2	1.80
100	23.9	100.7	93.6	1.72
101	27.2	98.9	92.6	1.70
102	30.6	100.7	94.7	1.68
103	34.0	98.9	92.9	1.64
104	37.4	100.7	94.7	1.63
105	40.8	98.9	92.9	1.62
106	44.2	100.7	94.4	1.62
107	47.6	98.9	82.7	1.82
108	50.9	100.7	83.9	1.77
109	54.3	98.9	82.4	1.78
110	3.5	104.2	94.6	2.35
111	10.3	104.2	95.0	2.00
112	13.7	102.4	93.6	1.92
113	17.1	104.2	95.8	1.81
114	20.5	102.4	84.8	2.52
115	23.9	104.2	97.0	1.75
116	27.2	102.4	86.1	2.09
117	30.6	104.2	98.2	1.64

118	34.0	102.4	96.4	1.64
119	37.4	104.2	98.2	1.60
120	40.8	102.4	96.3	1.63
121	44.2	104.2	97.6	1.60
122	47.6	102.4	95.9	1.62
123	50.9	104.2	97.4	1.60
124	54.3	102.4	95.9	1.61
125	-3.2	107.7	98.1	3.07
126	10.3	107.7	98.5	2.00
127	13.7	105.9	87.4	3.29
128	17.1	107.7	99.3	1.81
129	20.5	105.9	98.1	1.76
130	23.9	107.7	90.5	2.24
131	27.2	105.9	89.5	2.04
132	30.6	107.7	101.6	1.65
133	34.0	105.9	99.9	1.62
134	37.4	107.7	101.5	1.61
135	40.8	105.9	89.2	1.82
136	44.2	107.7	90.1	1.83
137	47.6	105.9	88.0	1.79
138	50.9	107.7	89.7	1.76
139	54.3	105.9	88.3	1.72
140	-6.6	109.4	100.0	16.73
141	6.9	109.4	100.0	2.13
142	10.3	111.1	102.0	1.99
143	13.7	109.4	90.9	3.08



144	17.1	111.1	102.7	1.80
145	20.5	109.4	91.7	2.47
146	23.9	111.1	94.0	2.23
147	27.2	109.4	92.9	2.03
148	30.6	111.1	105.1	1.62
149	34.0	109.4	103.4	1.60
150	37.4	111.1	94.4	1.83
151	40.8	109.4	102.8	1.59
152	44.2	111.1	104.2	1.58
153	47.6	109.4	91.0	1.79
154	50.9	111.1	92.3	1.74
155	54.3	109.4	102.1	1.59
156	6.9	112.9	103.5	2.07
157	13.7	112.9	104.0	1.86
158	20.5	112.9	104.9	1.73
159	27.2	112.9	96.3	2.03
160	34.0	112.9	96.6	1.88
161	40.8	112.9	95.3	1.84
162	47.6	112.9	105.5	1.59
163	54.3	112.9	105.3	1.59



**SEZIONE 39 STATO DI FATTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---

66

**Maglia dei Centri**

---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-49.58 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	70.99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	-8.66 m
Ordinata vertice destro superiore ys	100.17 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: T2

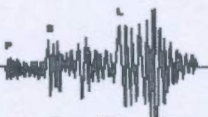
S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
<b>S.L.V.</b>	<b>475.0</b>	<b>1.09</b>	<b>2.58</b>	<b>0.45</b>
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

67

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084



S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	12.74	19.64
3	15.13	20.64
4	16.34	21.64
5	17.44	22.64
6	18.12	23.64
7	18.78	24.64
8	19.45	25.64
9	21.65	26.64
10	22.09	27.64
11	22.58	28.64
12	23.12	29.64
13	25.17	30.64
14	25.6	31.64
15	27.9	32.64
16	28.4	33.64
17	28.96	34.64



18	29.54	35.64
19	31.9	36.64
20	32.55	37.64
21	33.03	38.64
22	35.53	39.64
23	36.15	40.64
24	38.89	41.64
25	39.28	42.64
26	39.94	43.64
27	42.37	44.64
28	43.0	45.64
29	43.5	46.64
30	46.29	47.64
31	47.01	48.64
32	47.56	49.64
33	50.51	50.64
34	51.32	51.64
35	54.15	52.64
36	54.6	53.64
37	55.5	54.64
38	57.52	55.64
39	58.2	56.64
40	60.45	57.64
41	61.07	58.64
42	63.74	59.64



43	64.5	60.64
44	65.28	61.64
45	67.9	62.64
46	68.81	63.64
47	69.74	64.64
48	70.66	65.64
49	73.08	66.64
50	74.37	67.64
51	75.73	68.64
52	82.76	69.64
53	84.13	70.64
54	88.9	71.64
55	90.06	72.64
56	91.39	73.64
57	99.24	74.64
58	101.06	75.64
59	103.5	76.64
60	103.9	77.64
61	104.81	78.64
62	105.49	79.64
63	105.96	80.64
64	106.99	81.64
65	107.79	82.64
66	108.51	83.64
67	109.02	84.64

68	120.01	84.64
----	--------	-------

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

---



---

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

---



---

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

71

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

---



---

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.08</b>
Ascissa centro superficie	-8.66 m
Ordinata centro superficie	97.26 m
Raggio superficie	89.14 m

---



---



Numero di superfici esaminate....(120)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-31.2	72.5	70.0	9.01
2	-29.1	71.0	68.8	4.40
3	-27.1	72.5	70.0	2.67
4	-25.0	71.0	68.7	2.14
5	-23.0	72.5	69.6	1.88
6	-20.9	71.0	67.8	1.75
7	-18.9	72.5	68.6	1.55
8	-16.8	71.0	66.8	1.49
9	-14.8	72.5	61.6	2.76
10	-12.8	71.0	66.0	1.31
11	-10.7	72.5	67.1	1.35
12	-8.7	71.0	65.4	1.34
13	-31.2	75.4	72.4	7.06
14	-27.1	75.4	72.4	2.47
15	-23.0	75.4	71.8	1.82
16	-20.9	73.9	70.2	1.65
17	-18.9	75.4	64.0	6.26
18	-16.8	73.9	69.3	1.48
19	-14.8	75.4	70.1	1.40
20	-12.8	73.9	68.6	1.35
21	-10.7	75.4	69.4	1.24
22	-8.7	73.9	68.0	1.20

23	-31.2	78.3	74.7	6.36
24	-27.1	78.3	74.7	2.29
25	-25.0	76.8	73.5	1.98
26	-23.0	78.3	74.1	1.91
27	-20.9	76.8	72.4	1.65
28	-18.9	78.3	73.1	1.64
29	-16.8	76.8	71.6	1.52
30	-14.8	78.3	72.3	1.34
31	-12.8	76.8	70.9	1.29
32	-10.7	78.3	64.5	2.27
33	-8.7	76.8	70.4	1.14
34	-31.2	81.2	77.0	5.33
35	-27.1	81.2	77.0	2.38
36	-20.9	79.7	74.7	1.73
37	-18.9	81.2	67.4	12.47
38	-16.8	79.7	66.2	5.01
39	-14.8	81.2	66.7	3.84
40	-12.8	79.7	73.2	1.26
41	-10.7	81.2	74.1	1.18
42	-8.7	79.7	72.7	1.14
43	-31.2	84.1	79.4	5.20
44	-27.1	84.1	79.4	2.28
45	-20.9	82.7	76.9	1.65
46	-18.9	84.1	77.7	1.48
47	-16.8	82.7	76.1	1.41
48	-14.8	84.1	76.9	1.41

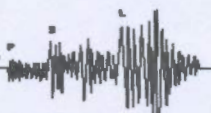
**GeoSAFE** s.a.s.



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

49	-12.8	82.7	67.3	3.00
50	-10.7	84.1	76.4	1.24
51	-8.7	82.7	75.0	1.20
52	-31.2	87.0	82.2	3.41
53	-29.1	85.6	80.7	2.65
54	-27.1	87.0	82.2	2.06
55	-23.0	87.0	81.3	1.65
56	-20.9	85.6	79.4	1.55
57	-18.9	87.0	71.7	17.56
58	-16.8	85.6	78.6	1.49
59	-14.8	87.0	79.7	1.33
60	-12.8	85.6	78.0	1.28
61	-10.7	87.0	79.2	1.27
62	-8.7	85.6	77.5	1.31
63	-33.2	88.5	83.6	5.71
64	-31.2	90.0	85.1	2.79
65	-29.1	88.5	83.6	2.37
66	-27.1	90.0	85.1	1.97
67	-23.0	90.0	84.1	1.70
68	-20.9	88.5	82.2	1.63
69	-18.9	90.0	74.6	6.42
70	-16.8	88.5	81.5	1.40
71	-14.8	90.0	82.6	1.36
72	-12.8	88.5	72.3	2.66
73	-10.7	90.0	82.1	1.28
74	-8.7	88.5	80.4	1.29

**GeoSAFE** s.a.s.



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

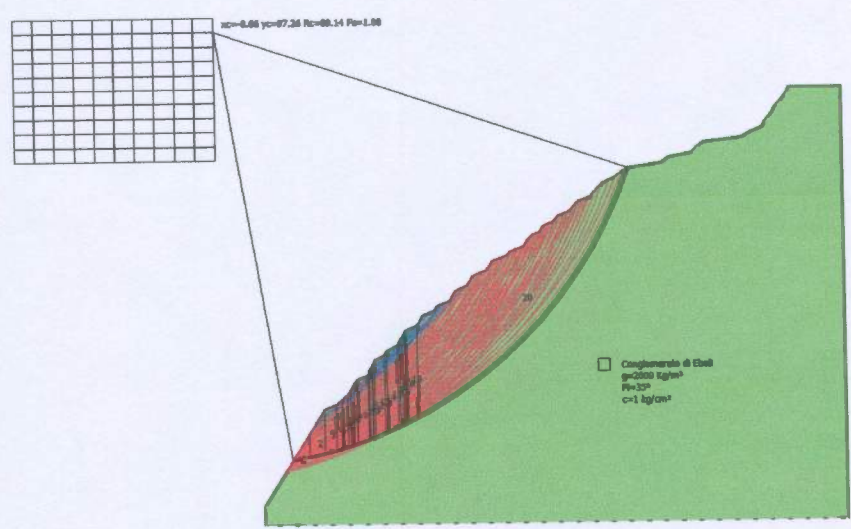
75	-33.2	91.4	86.6	4.04
76	-31.2	92.9	88.0	2.66
77	-29.1	91.4	86.6	2.19
78	-27.1	92.9	87.9	1.76
79	-20.9	91.4	85.1	1.51
80	-18.9	92.9	86.1	1.36
81	-16.8	91.4	84.3	1.32
82	-14.8	92.9	76.9	2.70
83	-12.8	91.4	83.8	1.33
84	-10.7	92.9	85.0	1.34
85	-8.7	91.4	83.3	1.34
86	-35.3	95.8	90.9	4.37
87	-33.2	94.3	89.5	3.11
88	-31.2	95.8	90.9	2.23
89	-29.1	94.3	89.5	1.96
90	-25.0	94.3	88.8	1.68
91	-23.0	95.8	89.8	1.51
92	-20.9	94.3	87.9	1.43
93	-18.9	95.8	89.0	1.40
94	-16.8	94.3	87.2	1.34
95	-14.8	95.8	88.4	1.35
96	-12.8	94.3	86.6	1.31
97	-10.7	95.8	87.9	1.11
98	-8.7	94.3	77.7	1.80
99	-35.3	98.7	93.9	3.35
100	-33.2	97.3	92.4	2.82

75

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

101	-31.2	98.7	93.9	2.15
102	-29.1	97.3	92.4	1.87
103	-27.1	98.7	93.5	1.63
104	-25.0	97.3	91.6	1.57
105	-23.0	98.7	83.9	6.60
106	-20.9	97.3	82.1	4.85
107	-18.9	98.7	91.9	1.42
108	-16.8	97.3	90.1	1.38
109	-14.8	98.7	82.7	2.15
110	-12.8	97.3	81.0	2.05
111	-10.7	98.7	90.8	1.10
112	-8.7	97.3	89.1	1.08
113	-37.3	100.2	95.3	5.04
114	-33.2	100.2	95.3	2.35
115	-29.1	100.2	95.3	1.77
116	-25.0	100.2	94.5	1.46
117	-20.9	100.2	93.7	1.45
118	-16.8	100.2	84.4	2.54
119	-12.8	100.2	92.4	1.12
120	-8.7	100.2	83.5	1.50



**SEZIONE 39 STATO DI PROGETTO**

**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

---



---

Lat./Long.	40.604265/15.011437
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

---



---

78

**Maglia dei Centri**

---



---

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-16.01 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	66.63 m
Ascissa vertice destro superiore xs	44.83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	103.65 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: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.28
S.L.D.	50.0	0.46	2.43	0.33
<b>S.L.V.</b>	<b>475.0</b>	<b>1.09</b>	<b>2.58</b>	<b>0.45</b>
S.L.C.	975.0	1.37	2.63	0.48

79

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.666	0.2	0.0136	0.0068
S.L.D.	0.828	0.2	0.0169	0.0084





S.L.V.	1.962	0.24	0.048	0.024
S.L.C.	2.4324	0.24	0.0595	0.0298

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048

Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.59	0.11
3	9.1	4.11
4	13.26	4.11
5	14.76	8.11
6	18.92	8.11
7	20.43	12.11
8	24.59	12.11
9	26.1	16.11
10	30.26	16.11
11	31.76	20.11
12	35.92	20.11
13	37.43	24.11
14	41.59	24.11
15	43.1	28.11
16	47.26	28.11
17	48.77	32.11

18	52.92	32.11
19	54.43	36.11
20	58.59	36.11
21	60.1	40.11
22	64.26	40.11
23	65.77	44.11
24	74.08	44.11
25	75.59	48.11
26	79.75	48.11
27	81.26	52.11
28	85.51	52.11
29	87.06	56.11
30	91.34	56.11
31	92.89	60.11
32	97.17	60.11
33	98.72	64.11
34	103.0	64.11
35	104.56	68.11
36	108.84	68.11
37	110.39	72.11
38	114.67	72.11
39	116.22	76.11
40	120.5	76.11
41	122.05	80.11
42	126.33	80.11

43	127.89	84.11
44	132.17	84.11
45	133.72	88.11
46	138.0	88.11
47	139.55	92.11
48	143.86	92.11
49	145.46	96.11
50	149.88	96.11
51	151.48	100.11
52	155.9	100.11
53	157.5	104.11
54	161.92	104.11
55	163.13	105.41
56	167.46	105.11

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

---



---

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

---



---

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	1		35	2000	2100.00	Conglomerato di Eboli	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

---



---

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.57</b>
Ascissa centro superficie	41.79 m
Ordinata centro superficie	101.8 m
Raggio superficie	95.39 m

---



---

83

**Numero di superfici esaminate....(143)**

---



---

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-0.8	68.5	61.7	17.36
2	11.4	68.5	55.6	24.79
3	14.4	66.6	54.8	2.97
4	20.5	66.6	56.1	2.19
5	23.5	68.5	65.2	1.84
6	26.6	66.6	63.7	1.78
7	29.6	68.5	65.3	1.78
8	32.7	66.6	63.6	1.77
9	35.7	68.5	65.3	1.74

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242 - 83100 AVELLINO - ITALY -

Info: +39.082525629 - geosafesas@gmail.com - P. iva 02641290644

**GeoSAFE** s.a.s.



**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

10	38.7	66.6	63.7	1.76
11	41.8	68.5	65.2	1.73
12	44.8	66.6	63.6	1.75
13	-0.8	72.2	65.0	20.55
14	8.3	70.3	63.9	2.53
15	11.4	72.2	65.8	2.18
16	14.4	70.3	64.8	1.98
17	17.4	72.2	66.8	1.98
18	20.5	70.3	66.1	1.84
19	23.5	72.2	68.3	1.79
20	26.6	70.3	67.1	1.79
21	29.6	72.2	68.6	1.74
22	32.7	70.3	67.0	1.78
23	35.7	72.2	68.6	1.74
24	38.7	70.3	66.9	1.76
25	41.8	72.2	68.6	1.72
26	44.8	70.3	67.1	1.73
27	11.4	75.9	61.4	4.53
28	14.4	74.0	68.1	2.00
29	17.4	75.9	70.1	1.92
30	20.5	74.0	69.3	1.89
31	23.5	75.9	63.6	2.13
32	26.6	74.0	70.4	1.74
33	29.6	75.9	71.9	1.73
34	32.7	74.0	70.4	1.72
35	35.7	75.9	71.9	1.70

**GeoSAFE** s.a.s.

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**



36	38.7	74.0	70.3	1.71
37	41.8	75.9	71.9	1.68
38	44.8	74.0	70.3	1.70
39	2.2	77.7	70.2	3.40
40	8.3	77.7	70.5	2.39
41	11.4	79.6	72.4	2.17
42	14.4	77.7	63.6	45.35
43	17.4	79.6	73.4	1.91
44	20.5	77.7	72.5	1.83
45	23.5	79.6	74.7	1.77
46	26.6	77.7	73.7	1.75
47	29.6	79.6	75.3	1.72
48	32.7	77.7	73.7	1.72
49	35.7	79.6	75.3	1.70
50	38.7	77.7	73.7	1.69
51	41.8	79.6	75.2	1.67
52	44.8	77.7	65.5	1.80
53	2.2	81.4	73.5	3.21
54	5.3	83.3	75.2	2.57
55	11.4	83.3	75.7	2.16
56	14.4	81.4	74.6	2.01
57	20.5	81.4	67.4	2.32
58	23.5	83.3	69.4	2.28
59	26.6	81.4	77.0	1.71
60	29.6	83.3	78.6	1.69
61	32.7	81.4	77.0	1.68

**GeoSAFE** s.a.s.



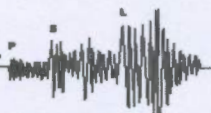
**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

62	35.7	83.3	78.6	1.66
63	38.7	81.4	76.9	1.67
64	41.8	83.3	78.6	1.64
65	44.8	81.4	77.0	1.66
66	2.2	85.1	76.8	3.21
67	5.3	87.0	78.5	2.48
68	14.4	85.1	77.8	2.01
69	17.4	87.0	80.0	1.90
70	20.5	85.1	78.9	1.81
71	23.5	87.0	81.2	1.74
72	26.6	85.1	80.3	1.73
73	29.6	87.0	82.0	1.70
74	32.7	85.1	80.3	1.68
75	35.7	87.0	82.0	1.66
76	38.7	85.1	80.3	1.64
77	41.8	87.0	82.0	1.63
78	44.8	85.1	80.3	1.62
79	-3.8	88.8	80.1	16.28
80	2.2	88.8	80.1	3.05
81	5.3	90.7	81.9	2.46
82	11.4	90.7	73.4	4.92
83	14.4	88.8	72.1	3.33
84	17.4	90.7	74.2	2.77
85	20.5	88.8	82.1	1.85
86	23.5	90.7	84.5	1.77
87	26.6	88.8	83.5	1.69



88	29.6	90.7	85.4	1.65
89	32.7	88.8	83.6	1.65
90	35.7	90.7	85.4	1.62
91	38.7	88.8	83.6	1.64
92	41.8	90.7	75.8	1.78
93	44.8	88.8	74.3	1.73
94	-3.8	92.5	83.4	18.51
95	2.2	92.5	83.4	39.36
96	5.3	94.4	85.3	2.53
97	8.3	92.5	83.7	2.24
98	11.4	94.4	76.4	17.60
99	14.4	92.5	84.3	1.96
100	17.4	94.4	86.6	1.87
101	20.5	92.5	85.4	1.79
102	23.5	94.4	87.7	1.72
103	26.6	92.5	77.1	2.08
104	29.6	94.4	88.7	1.67
105	32.7	92.5	77.3	1.91
106	35.7	94.4	88.7	1.63
107	38.7	92.5	77.3	1.77
108	41.8	94.4	88.7	1.59
109	44.8	92.5	77.3	1.71
110	5.3	98.1	88.6	2.46
111	8.3	96.2	87.0	2.25
112	11.4	98.1	89.1	2.06
113	14.4	96.2	87.6	1.97





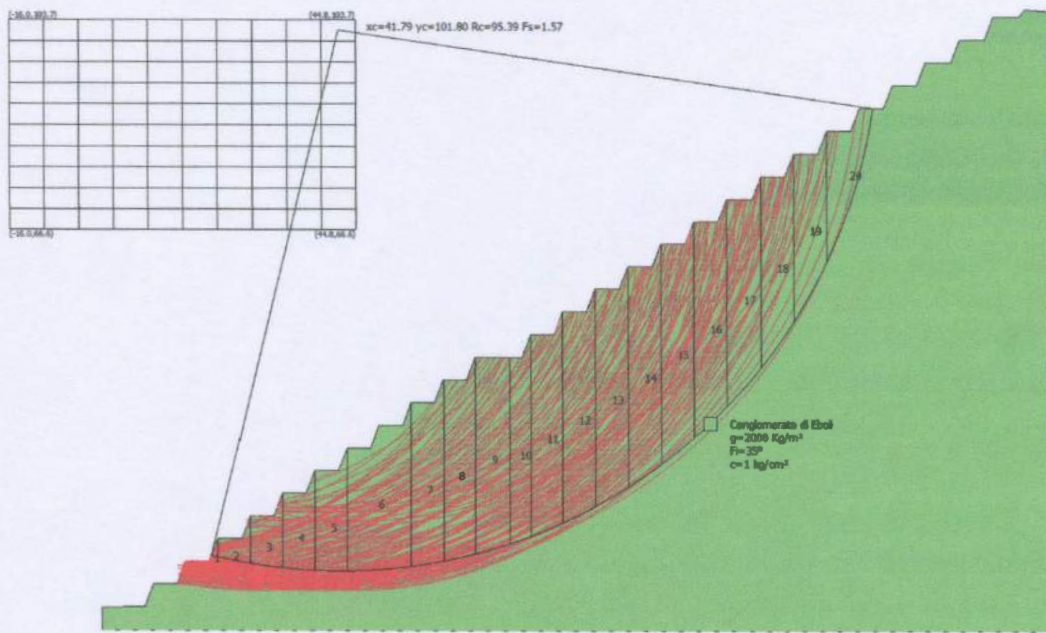
114	17.4	98.1	89.9	1.83
115	20.5	96.2	88.6	1.81
116	23.5	98.1	91.0	1.74
117	26.6	96.2	89.9	1.66
118	29.6	98.1	92.1	1.62
119	32.7	96.2	90.2	1.62
120	35.7	98.1	92.1	1.59
121	38.7	96.2	90.2	1.60
122	41.8	98.1	92.1	1.58
123	44.8	96.2	90.2	1.59
124	-0.8	101.8	91.8	3.15
125	5.3	101.8	91.9	2.49
126	11.4	101.8	92.4	2.11
127	14.4	99.9	90.9	1.93
128	17.4	101.8	93.1	1.82
129	20.5	99.9	91.8	1.75
130	23.5	101.8	83.9	2.29
131	26.6	99.9	93.1	1.69
132	29.6	101.8	95.4	1.64
133	32.7	99.9	83.2	1.92
134	35.7	101.8	95.4	1.59
135	38.7	99.9	83.2	1.75
136	41.8	101.8	95.4	1.57
137	44.8	99.9	83.2	1.69
138	8.3	103.7	93.6	2.25
139	14.4	103.7	94.2	1.96

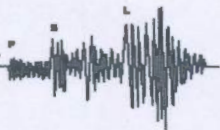
**GeoSAFE** s.a.s. 

**Geological  
Seismic Analysis for Engineering**

140	26.6	103.7	96.3	1.64
141	32.7	103.7	86.2	1.86
142	38.7	103.7	86.2	1.75
143	44.8	103.7	86.2	1.71

---





#### 4.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA E MICROZONAZIONE

**Sismicamente** con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Per microzonazione sismica si intende l'individuazione, nell'area investigata, di varie zone aventi caratteristiche di omogeneità, mediante caratterizzazioni quantitative e semi - quantitative delle risposte dinamiche locali.

In base alla vecchia legislazione vigente il territorio comunale di Battipaglia era ascritto alla III categoria di rischio sismico, con "grado sismico"  $S = 6$  a cui corrisponde un coefficiente di intensità sismica  $C = (S - 2) / 100$  che rappresenta l'accelerazione tangenziale che può prodursi durante un evento sismico sulle strutture edilizie, la nuova classificazione (Giunta Regionale n. 5447 del 7 novembre 2002), riporta tale comune in categoria 2 (Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti), con aumento della classe sismica.

Detta valutazione del rischio sismico, frutto del Progetto Finalizzato Geodinamica del C.N.R., pur avendo prodotto una discreta macrozonazione sismica del territorio nazionale, in tempi brevi, presenta oggettivamente un grosso limite, cioè quello di caratterizzare omogeneamente un intero territorio comunale con un unico valore di intensità sismica, quando è indiscutibile, anche alla luce delle condizioni fatte nei precedenti paragrafi, che gli effetti di un sisma in superficie, interagendo con le strutture, variano da zona a zona in



funzione delle caratteristiche idro – geomorfologiche, topografiche e di rigidità dei luoghi.

Il quadro normativo, tuttavia, in tema di Pianificazione Urbanistica e Costruzioni ha subito, negli ultimi anni, un travagliato processo evolutivo nell'adeguamento alla norma europea di riferimento (Eurocodice 8). Tale adeguamento è partito con l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n° 3274, successivamente modificata dal Testo Unico sulle Costruzioni 14/09/2005, poi integralmente sostituito dall'ultimo D.M. Infrastrutture emanato il 14/01/2008. Tutte le normative citate fanno riferimento, ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto, alla definizione del quadro morfologico e stratigrafico che contribuisce alla ricostruzione della "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa è definita in termini di accelerazione sismica massima attesa ( $a_g$ ), in campo libero su profilo stratigrafico di riferimento rigido (A), pianeggiante.

92

L'ultimo riferimento normativo varato, nella valutazione della pericolosità sismica, fa richiamo, alla Vita nominale ( $V_n$ ) ed alla Classe d'uso ( $C_u$ ) dell'opera in progetto, che insieme contribuiscono alla definizione della Vita Reale del manufatto ( $V_r$ ), riferimento fondamentale per la definizione del Periodo di ritorno dell'azione sismica (Cap.2.4); essa, infatti, sarà d'intensità maggiore quanto più lunga sarà la vita reale del manufatto ( $V_r$ ). Al punto 3.2, che esamina l'azione sismica, definisce le forme spettrali in funzione di ciascuna probabilità di superamento del Periodo di riferimento ( $P_{Vr}$ ) a partire dai seguenti parametri riferiti a sito rigido orizzontale:



- **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma cui ci si riferisce (Allegato B), sono tabellati i valori dei parametri citati per tutti i siti considerati (10751) elencati per coordinate geografiche sul reticolo di riferimento e per 9 periodi di ritorno crescenti ( 30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni ), i cui vertici dell'area in oggetto sono riportati nell'allegato parametri sismici.

Le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione riportate al punto 3.2.2 nell'ultimo decreto di riferimento, sono rimaste pressoché invariate e sono definite, preferibilmente, in virtù del parametro  $V_{s30}$ , ovvero della velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità rispetto al piano di fondazione delle onde di taglio, calcolata con la seguente espressione :

93

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ esimo per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori. Alternativamente le stesse categorie di suolo possono essere definite in funzione della resistenza penetrometrica dinamica equivalente NSPT30 :

$$N_{SPT30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / N_{SPTi}}$$

o della resistenza non drenata equivalente  $C_{u30}$ :

$$C_{u30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / C_{ui}}$$

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>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 <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>NSPT_{,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>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 <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; NSPT_{,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>D</b>	<i>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 <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>NSPT_{,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>



La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. 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) NSPT30 (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa o della resistenza non drenata equivalente Cu30 (definita successivamente) nei terreni prevalentemente a grana fina.

Pertanto, il sito in esame è stato parametrizzato, partendo dalla ricostruzione litostratigrafia effettuata a mezzo della campagna di indagini geognostiche a carotaggio continuo eseguita e in base ai risultati delle misurazioni sismografiche di onde di taglio ( $V_s$ ) eseguite con metodologia MASW, HVSR e RIFRAZIONE sia sulle aree dei piazzali che del giacimento in S.S..

95

Rimandando, per i dettagli, all'allegato relativo all'indagine sismica eseguita, per l'area indagata è risultata una schematizzazione geosismica, costituita dalla presenza, in superficie di uno strato, superficiale, dovuto ai terreni di copertura e uno sottostante corrispondente proprio al giacimento in questione (con  $V_s$  mediamente superiori ai 300-400 m/sec) con velocità delle onde sismiche di taglio crescenti che poi passano gradatamente ad un substrato profondo con velocità delle onde S maggiori che raggiungono anche i 1000 m/sec..

Sulla base di tali valori, è possibile calcolare il parametro  $V_{s30}$  la cui espressione di calcolo è quella sopra descritta ed il cui valore consentirà di classificare il sottosuolo sismicamente significativo dell'area in studio nell'ambito della scala di cui al punto 3.1 del D.M..





La classificazione ottenuta condurrà, quindi, alla individuazione del fattore di amplificazione  $S$ , che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo e delle condizioni topografiche (ricavate dalla carta delle pendenze elaborata che ha portato ad una classificazione T1), secondo quanto disposto alle tabelle 3.2.IV, 3.2.V e 3.2.VI che appresso si descrivono. La categoria Topografica distingue, quindi, 4 condizioni topografiche, come appresso esplicitato:

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T2</b>	<b>Pendii con inclinazione media <math>i &gt; 15^\circ</math></b>
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

96

A tali categorie topografiche corrispondono altrettanti Fattori di amplificazione ST che si rifanno ad altrettante condizioni morfologiche.

Il parametro ST viene definito in base alla seguente tabella che, oltre alla categoria topografica, considera anche l'ubicazione dell'opera:

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	ST
T1	-	1,0
<b>T2</b>	<b>In corrispondenza della sommità del pendio</b>	<b>1,2</b>
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4



Il fattore di amplificazione  $S$  che viene utilizzato nel calcolo dello spettro di risposta elastico, come indicato al punto 3.2.3. del D.M., combina anche una componente dipendente dalla classe di suolo presente nel sito in esame ( $S_s$ ).

La stessa classe di suolo condiziona anche il calcolo del Periodo  $T_C$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante nello spettro di risposta sismica, che in uno con il fattore  $SS$  viene così computato:

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $SS$  e di  $CC$**

Categoria sottosuolo	SS	CC
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g / g \leq 1,20$	$1,10 * (T_C)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g / g \leq 1,50$	$1,05 * (T_C)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g / g \leq 1,80$	$1,25 * (T_C)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g / g \leq 1,60$	$1,15 * (T_C)^{-0,40}$

97

Per i valori ricavati dalla prospezione MASW e HVSR eseguita sul sito si ottiene un valore del  $V_{s30}$  in superficie ( $V_{s30}$  dal p.c.) che nel rispetto di tutte le approssimazioni può essere cautelativamente considerato compreso nella classe tra 360 m/sec e 800 m/sec.

Il valore del parametro  $V_{s30}$  così ottenuto ricade nella Classe di profilo stratigrafico di suolo di tipo "B", così come definito nel paragrafo 3.1 del D.M. 14/01/08 citato *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  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

In funzione delle tipologie di opere da realizzare (Tabella 2.4.I - Vita nominale  $V_n$  per diversi tipi di opere), e della classe d'uso dell'opera di "frequentazione pubblica", il periodo di riferimento e lo stato limite a cui riferirsi per la definizione dell'azione sismica di progetto sarà quindi:

$$V_R = V_N * C_u$$

I vari parametri sismici caratteristici per il sito oggetto di variante in funzione anche delle finalità dell'intervento, per i diversi periodi di ritorno, definiscono una Risposta Sismica Locale  $S$ , calcolata secondo la formula riportata nella tabella 3.2.V del D.M. 14/01/08 funzione della categoria del sottosuolo  $S_s$  e della categoria topografica  $ST$ , riportati sia negli allegati dei parametri sismici che della Carta della zonazione in prospettiva sismica, redatta in conformità alla L.R. 9/83 e al DM 14/01/2008.



## **5.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

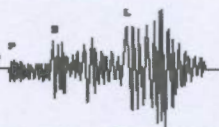
Nella presente relazione sono stati analizzati e presentati gli aspetti relativi alla stabilità e alla sismicità dei terreni che saranno oggetto delle varie fasi di coltivazione ed estrazione. Lo studio ha consentito l'inquadramento globale dell'intera area interessata, al fine di individuare le parti del territorio geologicamente e geotecnicamente omogenee, alle quali riferire la caratterizzazione dei terreni.

Secondo i dati emersi dal presente studio, tuttavia, si evince che gli interventi a farsi non daranno luogo a disequilibri nell'assetto statico dei terreni, che alla fine del periodo di coltivazione risulteranno ampiamente in sicurezza come di mostrato dalle verifiche eseguite.

Relativamente agli aspetti sismici e di microzonazione, per le possibili classi di suolo individuate in sito, e in funzione delle caratteristiche morfologiche del sito analizzato legato al contributo morfologico dell'amplificazione sismica, il valore relativo all'amplificazione sismica locale, varia, come noto, in funzione della tipologia dell'opera, della classe di utilizzo e quindi dello stato limite di progetto (funzione del tempo di ritorno).

Sulla base delle tipologie di lavorazioni previste, scavo e risagomatura del giacimento, e sulla scorta delle classi d'uso ipotizzabili, l'Amplificazione Sismica Locale, su sottosuolo di categoria B e C e categoria topografica T2, tende a variare in funzione dello stato limite considerato.

Pertanto, valutati i parametri spettrali  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$  per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente"), corretti per il calcolo del periodo di ritorno necessario, incrementati per l'amplificazione stratigrafica e topografica e sulla base della classe d'uso, è stato possibile definire gli spettri orizzontali e verticali, necessari per la stima dell'azione sismica di progetto delle singole



opere a farsi, che nel caso in esame sono state utili per eseguire le verifiche di stabilità.

Le indagini specifiche eseguite integrate con le indagini sismiche ha permesso di redigere la carta in prospettiva sismica classificando i suoli secondo la nuova normativa tecnica.

Nello specifico, le risultanze dei parametri sismici integrati con i rilievi geomorfologici e di stabilità del territorio, hanno permesso di definire le prescrizioni e le raccomandazioni per la zona classificata, anche in accordo con quanto indicato dalla Regione Campania – A.G.C. LL.PP. – Settore Geologico Regionale, nelle Linee Guida finalizzate alla mitigazione del Rischio sismico - Indagini ed Analisi Geologiche, Geofisiche e Geotecniche – Zonazione Sismica.

Pertanto, la carta in prospettiva sismica che riporta la microzonazione dell'area interessata, in funzione delle attività e/o infrastrutture previste ha consentito di giungere all'obiettivo finale di definire la suscettibilità :

100

- alla amplificazione del segnale sismico
- alla liquefazione
- alla instabilità dei pendii naturali

L'approccio utilizzato, integrazione dei dati geolitologici, geomorfologici e dei dati sismici di campagna, ha quindi permesso la redazione di una carta in scala 1:5.000 che rispetta anche quanto previsto dalla normativa regionale 9/83 che riporta la "categoria di suolo media della Microzona" e quindi il relativo fattore di incremento da applicare, nelle varie Microzone o Sottozone individuate.

E' da sottolineare che, nello spirito della normativa, tale suddivisione del territorio rappresenta una sottozonazione sismica a carattere ancora generale, a livello cioè di pianificazione del territorio e non può, né vuole, rappresentare una specifica e corretta identificazione della categoria di terreno presente nell'immediato sottosuolo di uno specifico sito. I valori di "Vs30" determinati nei punti di rilevamento sono stati infatti estrapolati su tutta l'area sulla base anche della litologia affiorante e, come è ben comprensibile, possono solo essere rappresentativi di situazioni non particolari, ma generali, come è appunto negli obiettivi di una Microzonazione in prospettiva sismica di un territorio Comunale o di una porzione di esso.

Pertanto, ai fini delle opere previste a farsi, gli interventi di coltivazione con sistemazione finale (stato di progetto), sono da considerarsi compatibili con il rischio sismico presente e rilevato nell'area.

101

In definitiva, i terreni potenzialmente interessati dalle opere di coltivazione, non essendo riconducibili a situazioni tipo di "grave pericolosità sismica" non sono pertanto da escludere quale sito oggetto di intervento estrattivo, resta chiaro che, sarà necessario e indispensabile uno studio di Risposta sismica locale con procedure di indagine e di analisi di maggiore dettaglio così come d'altro canto prevede la normativa sismica oggi in vigore, per qualunque opera o manufatto accessorio a farsi.

In definitiva, per l'area di intervento, sono stati individuati due areali con le seguenti caratteristiche, geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche (vedi carta in prospettiva sismica):

- Area di substrato conglomeratico con coefficiente topografico T1/T2 e coefficiente stratigrafico B e/o C;
- Area con coperture diffuse e con coefficiente topografico T1/T2 e coefficiente stratigrafico C;

inoltre esternamente all'area di intervento è stata identificata una terza zona con le seguenti caratteristiche:

- Area alluvionali con coefficiente topografico T1 e coefficiente stratigrafico D.

Inoltre, al fine di ottemperare a quanto previsto dalla nuova normativa si è provveduto, in questa fase di microzonazione, a indicare le amplificazioni di sito delle aree in funzione del tipo di suolo e della categoria topografica, indicando come suolo di partenza ad incremento uno quello di tipo "A" relativo al comune di Battipaglia e considerando le possibili tipologie di opere e la relativa classe di utilizzo.

La dipendenza dello spettro di risposta elastico dalle caratteristiche geosismiche o comunque dinamiche dei terreni di fondazione, sembrerebbe aver superato i problemi di genericità e di scarsa attenzione alle problematiche geolitologiche, geosismiche e geotecniche, che pur tantissima e preponderante influenza hanno sulla Risposta di Sito, riscontrati nelle leggi antisismiche precedenti.

E' da sottolineare, infatti, che già la precedente normativa in materia della Regione Campania (L.R. 9/83 art.14 e seg.) prevedeva, per le indagini a scopo antisismico in un sito ove era ubicata o doveva esser ubicata una costruzione, la valutazione sperimentale delle caratteristiche sismiche dei terreni fino ad una profondità di 20-40 metri. Ciò evidentemente allo scopo di procedere, utilizzando tale dato, alla modulazione della funzione di risposta  $R(T)$  che la legge definiva specificamente in Ampiezza,  $R$ , ed in Periodo,  $T$ , per il basamento rigido, e di individuare così i periodi per i quali si sarebbero potute avere particolari amplificazioni del segnale sismico in superficie in presenza di terreni di copertura non rigidi.

La Microzonazione sismica deve tener conto di quanto espressamente citato nella su indicata legge regionale 9/83 relativamente alla programmazione dell'uso del territorio ed ai Piani Regolatori Generali e nella più recente normativa della Regione Campania (Delibera n. 5447 G. R. Campania del 07/11/2002; Delibera n. 248 G. R. Campania del 24/01/2003; Delibera n. 334 G. R. Campania del 31/01/2003; Delibera n°816 G. R. Campania del 10-6-2004) riguardante la zonazione del territorio in prospettiva sismica, ma essere anche congrua ed omogenea con quanto previsto dalla Ordinanza 3274 e dalle Nuove Norme Tecniche relativamente alle costruzioni ed ai relativi siti.

I valori di incremento assegnati alla singola "Microzona" individuata possono quindi essere anche essi resi congrui con quanto disposto della normativa vigente, considerando soltanto i fattori di incremento del livello massimo raggiunto dallo spettro elastico relativo alle varie Categorie di suolo rispetto a quello riferito alla Categoria di suolo A. Ovviamente non si vuole qui definire la specifica forma spettrale che caratterizza il sito, non essendo necessario eseguire una valutazione della Risposta Sismica di Sito, ma solo dare una valutazione generale del livello massimo dell'amplificazione dell'evento sismico che si avrà nella microzona individuata rispetto a quello che si avrà nelle altre sottozone ove affiori il basamento o in ogni caso affiori un mezzo rigido.

103

Avellino, novembre 2013