



REGIONE SICILIA
PROVINCE DI PALERMO E TRAPANI
COMUNI DI ALCAMO E MONREALE

PROGETTO:

*Impianto per la produzione di
energia elettrica da fonte solare fotovoltaica
denominato "PIRAINO"*

Progetto Definitivo

PROPONENTE:

Limes 19 S.R.L.
PACHINO (SR)
VIA GIUSEPPE GIARDINA 22 CAP 96018
PIVA 10363600965



ELABORATO:

Relazione geotecnica

PROGETTISTA COORDINATORE:

Dott. Ing. Eugenio Bordonali

Scala:

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Cangelosi

Ing. Gaetano Scurto

Tavola:

RGT

Data:

01-06-2021

Rev. Data Revisione

00 01-06-2021

Descrizione

emissione

Indice generale

1	PREMESSE	2
1.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	3
2	INFORMAZIONI SULL'ANALISI SVOLTA	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018)	5
2.3	MISURA DELLA SICUREZZA	5
2.4	MODELLI DI CALCOLO	6
3	AZIONI APPLICATE	7
3.1	AZIONI AMBIENTALI E NATURALI	7
3.2	SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE	8
3.3	AZIONE SISMICA	8
3.4	COMBINAZIONI DI CALCOLO	9
4	VERIFICHE DI STABILITA'	11
4.1	GENERALITA'	11
4.2	METODO DI BELL	12
4.3	METODO DI BISHOP	13
4.4	METODO DI JAMBU	14
4.5	METODO DI SARMA	14
5	CONCLUSIONI	16
6	ALLEGATO A COLORMAP VERIFICHE	17
7	ALLEGATO B TABULATI DI CALCOLO	22

1 PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le metodologie di calcolo applicate per le verifiche geotecniche dei pendii interessati dal progetto di un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel territorio del comune di Alcamo (TP) denominato “Piraino” (di seguito il “Progetto” o “l’Impianto”).

Si descriveranno i criteri generali e specifici utilizzati per il calcolo della stabilità dei pendii dimostrandone la coerenza con la normativa strutturale vigente.

Il calcolo è stato sviluppato per 4 pendii rappresentativi dell’intero impianto. Le 4 sezioni sono state scelte perché rappresentano le condizioni più gravose che possono riscontrarsi all’interno delle aree interessate.

Il primo pendio studiato ha una pendenza media di 15,85 % e si estende per circa 100 m in direzione nord-sud all’interno del sottocampo A

Il secondo pendio ha una pendenza media del 15,77 % e si estende in direzione nord-sud all’interno del sottocampo C.

Il terzo pendio ha una pendenza media del 10,39 % e si estende in direzione ovest-est all’interno del sottocampo E.

Il quarto pendio ha una pendenza media del 8,23 % e si estende in direzione nord-sud all’interno dei sottocampi E-F.

In fase esecutiva potrà essere approfondito lo studio individuando delle sottoaree con caratteristiche geotecniche simili e differenziare diverse formazioni morfologiche in funzione delle caratteristiche riscontrate.

Nei calcoli effettuati si è tenuto conto delle indicazioni del D.M. 18/01/2018 per la schematizzazione delle azioni, per la individuazione delle caratteristiche geotecniche e per l’applicazione dei coefficienti di calcolo necessari per le verifiche.

In particolare si è fissato il limite per la stabilità del pendio con un coefficiente di sicurezza pari a 1.30 che, come si dimostrerà nelle pagine seguenti non viene mai raggiunto nelle diverse configurazioni studiate.

Nella pagina seguente si allegano le planimetrie con l’individuazione delle sezioni studiate.

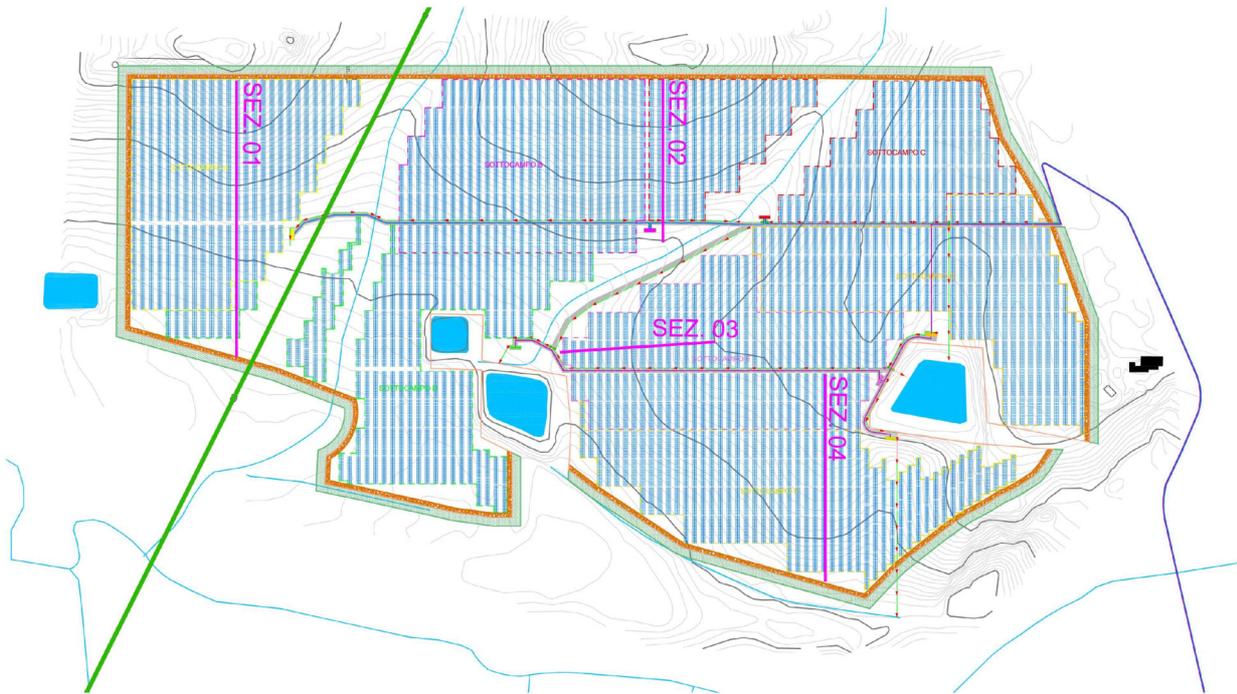


Figura 01 – Planimetria con indicazione della sezione di calcolo

1.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'opera oggetto di progettazione ricade nel territorio comunale di Alcamo.

La colonna stratigrafica delle unità litologiche ed i relativi spessori medi nel vasto areale di studio possono essere ricostruiti grazie all'integrazione di tutte le indagini eseguite a cura del dott. Geol. Ignazio Giuffrè.

Si riporta di seguito un estratto della relazione geologica per semplicità di lettura, per la trattazione approfondita dei temi geologici si rimanda al relativo elaborato RGS "Relazione Geologica" allegata al presente progetto.

Da quanto osservato dal rilevamento geologico, e da quanto rilevato durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, si può affermare che i terreni affioranti nell'area ove si prevede di realizzare il parco fotovoltaico e l'area della sottostazione, sono caratterizzati da una copertura di suolo che sormonta litotipi afferenti alla Formazione Terravecchia.

Ricapitolando i due orizzonti che caratterizzano l'intero versante sono:

- suolo agrario (SA);
- Fm. Terravecchia (FTA - FTB).

I litotipi appartenenti alla formazione Terravecchia, sono caratterizzati da sabbie argillose, argille sabbiose con inclusi rari ciottoli, che nella parte superficiale presentano un certo grado di alterazione che tende con la profondità a ridursi fino ad annullarsi, allorquando le argille si presentano grigiastre, asciutte e consistenti.

Per la parametrizzazione geotecnica si è fatto riferimento a indagini geognostiche eseguite su terreni di analoga facies petrografica.

Di seguito si riporta una sintesi dell'interpretazione dei parametri geotecnici ricavati dallo studio del Geologo a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

LITOTIPO	SPESSORI	CARATTERISTICHE FISICO / MECCANICHE	VALORI
Suolo agrario (SA)	0.0 – 0.3	peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno	17.8 KN/m ³ 0.0 KN/m ² 18°
Argille alterate della Formazione Terravecchia (FTA)	0.3 – 6.0	peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno	18.02 KN/m ³ 9.96 KN/m ² 25°
Argille di base della Formazione Terravecchia (FTB)	6.0 – n.d.	peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno	18.98 KN/m ³ 2.4 KN/m ² 26°

Colonna geotecnica riepilogativa

Tabella 01 – Parametri geotecnici di calcolo

2 INFORMAZIONI SULL'ANALISI SVOLTA

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

2.2 REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1 – Costruzioni in acciaio
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno
- EN 1990: Criteri generali di progettazione strutturale
- EN 1991: Azioni sulle strutture
- EN 1090: Esecuzione delle strutture in acciaio criteri tecnici

2.3 MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore della corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

2.4 MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

3 AZIONI APPLICATE

3.1 AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale delle opere;
- Classe d'Uso;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni esterne secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

3.2 SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Le verifiche sono state condotte tenendo in conto delle azioni trasmesse dalle strutture di sostegno pannelli che saranno installate.

In particolare si è considerato un carico distribuito sul terreno in corrispondenza della struttura di sostegno pannelli.

Al fine di evitare la distorsione del calcolo dovuto all'effetto stabilizzante del carico posto al piede del pendio, il carico è stato applicato solo sulla porzione di monte dove l'effetto è destabilizzante per il pendio.

3.3 AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;

- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

3.4 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle

formule sopra riportate il simbolo + vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I del DM. 17/01/2018.

4 VERIFICHE DI STABILITA'

4.1 GENERALITA'

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 a taglio del terreno lungo tale superficie.

La verifica di stabilità del pendio si riconduce alla determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata.

Suddiviso il pendio in un determinato numero di conci di uguale ampiezza, per ogni concio si possono individuare:

- a) il peso;
- b) la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie;
- c) le forze inerziali orizzontali e verticali;
- d) le reazioni normali e tangenziali mutue tra i conci;
- e) le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci;
- f) le pressioni idrostatiche alla base.

Sotto l'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura alla Mohr–Coulomb, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali alla base, le incognite, per la determinazione dello equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione, e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti, per cui il problema della stabilità dei pendii è, in via rigorosa, staticamente indeterminato. La risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci. Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo.

I casi in cui non è possibile stabilire un coefficiente di sicurezza per il pendio vengono segnalati

attraverso le seguenti stringhe:

- SCARTATA: coefficiente di sicurezza minore di 0,1;
- NON CONV. : convergenza del metodo di calcolo non ottenuta;
- ELEM.RIG. : intersezione della superficie di scivolamento con un corpo rigido.

Nei paragrafi seguenti si descriveranno le metodologie di calcolo utilizzate.

4.2 METODO DI BELL

L'ipotesi alla base del metodo consiste nell'imporre una specifica distribuzione delle tensioni normali lungo la superficie di scivolamento.

Definite le quantità:

$$-f = \text{sen}\left(2 \cdot pg \cdot \frac{xb - xi}{xb - xa}\right)$$

- pg = costante pi greca
- xb = ascissa punto di monte del pendio
- xa = ascissa punto di valle del pendio
- xi = ascissa parete di monte del pendio
- Kx, Ky = coeff. sismici orizzontale e verticale
- xci = ascissa punto medio alla base del concio i
- zci = ordinata punto medio alla base del concio i
- xgi, ygi = ascissa e ordinata baricentro concio i
- xmi, ymi = ascissa e ordinata punto applicazione risultante forze esterne

il coefficiente di sicurezza F scaturisce come parametro contenuto nei coefficienti del sistema di equazioni:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{14} \\ a_{24} \\ a_{34} \end{bmatrix}$$

dove:

$$\begin{aligned}
 a_{11} &= (1 - Kx) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) - F \cdot \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right) \\
 a_{12} &= \sum_i f \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i) - F \cdot \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i) \\
 a_{13} &= \sum_i c_i \cdot b \\
 a_{14} &= \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i) + F(Kx \cdot \sum_i W_i - Q_i) \\
 a_{21} &= (1 - Ky) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) + F \cdot \sum_i W_i \cos^2(a_i) \right) \\
 a_{22} &= \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i) + F \cdot \sum_i f \cdot b \\
 a_{23} &= \sum_i c_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \\
 a_{24} &= \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) + F \left[(1 - Ky) \cdot \sum_i W_i + P_i \right] \\
 a_{31} &= (1 - Ky) \cdot \left\{ \begin{aligned} &\sum_i (W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i)) \cdot zci - \\ &\left[- \sum_i (W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot xci - F \left[\sum_i (W_i \cos^2(a_i)) \cdot xci + \sum_i (W_i \sin(a_i) \cos(a_i)) \cdot zci \right] \right] \end{aligned} \right\} \\
 a_{32} &= \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci - \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot xci - F \cdot \left[\sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci + \sum_i (f \cdot b \cdot xci) \right] \\
 a_{33} &= \sum_i (ci \cdot b) \cdot zci - \sum_i (ci \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot xci \\
 a_{34} &= \sum_i (ui \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i)) \cdot zci - \sum_i (ui \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot xci + F \cdot Kx \sum_i W_i \cdot ygi - (1 - Ky) \sum_i W_i \cdot xgi - Q_i \cdot ymi - P_i \cdot xmi
 \end{aligned}$$

4.3 METODO DI BISHOP

Le ipotesi alla base dell'espressione di Bishop del coefficiente di sicurezza sono date da:

- superficie di scivolamento circolare;
- uguaglianza delle reazioni normali alle facce laterali dei conci.

$$(1) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^N [ci \cdot b + (W_i(1 - Kv) - u_i \cdot b) \tan(\hat{f}_i)] \frac{\sec(a_i)}{1 + \tan(\hat{f}_i) \tan(a_i)}}{\sum_{i=1}^N W_i \left[(1 - Kv) \sin(a_i) + \frac{Kh \cdot dh_i}{R} \right]}$$

dove:

- N = numero di conci in cui e' suddiviso il pendio
- ci = coesione alla base del concio i
- b = larghezza del concio
- Wi = peso del concio
- ui = pressione interstiziale alla base
- fi = angolo di attrito del terreno alla base del concio
- ai = inclinazione della base del concio
- Kv = coefficiente sismico verticale

- K_h = coefficiente sismico orizzontale
- R = raggio del cerchio di scivolamento
- d_{hi} = distanza verticale del profilo superiore del concio dal centro della superficie di scivolamento

Tale espressione del coefficiente di sicurezza F risulta in forma implicita, pertanto viene risolta per via ITERATIVA.

4.4 METODO DI JAMBU

L'ipotesi alla base del metodo è la conoscenza della posizione della linea di spinta, pertanto risultano noti i bracci delle reazioni laterali ai conci.

$$(2) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

posto:

$$(3) \quad A_i = \left[c_i + \left(\frac{dW}{b} + \frac{dX}{b} - u_i \right) \tan(f_i) \right] \frac{b}{n_i}$$

$$(4) \quad n_i = \frac{1 + \frac{\tan(a_i) \tan(f_i)}{F}}{1 + \tan^2(a_i)}$$

$$(5) \quad B_i = Q_i + K_h \cdot W_i + (dW + dX) \tan(a_i)$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di Bishop, si definiscono le ulteriori grandezze:

- $dW = W_i + P_i$
- P_i = forze verticali esterne agenti sul concio i
- Q_i = forze orizzontali sulla superficie esterna
- dX = differenza tra le forze tangenziali sulle superfici opposte del concio, che scaturiscono dallo equilibrio alla rotazione delle forze statiche e delle forze sismiche.

Il coefficiente di sicurezza F viene determinato in via iterativa ponendo al primo tentativo $dX = 0$ e $n_i = 1$.

4.5 METODO DI SARMA

Il metodo si basa sul calcolo recursivo delle reazioni mutue tra i conci, in modo da ottenere la convergenza con le condizioni al contorno.

L'incremento di componente verticale della reazione, da valle a monte, è dato da:

$$dX_i = \frac{\sum_{i=1}^N D_i \cdot (y_i - y_g)}{\sum_{i=1}^N P_{s_i} \cdot [(x_i - x_g) + (y_i - y_g) \tan(ff_i - a_i)]} P_{s_i}$$

essendo:

$$D_i = W y_i \tan(ff_i - a_i) + \frac{c_i \cdot b \cdot \cos(ff_i) \sec(a_i) - u_i \cdot b \cdot \sin(ff_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

Sono note quindi le reazioni alla base del concio:

$$N_i = \frac{[W y_i + dX_i - c_i \cdot b \cdot \tan(a_i) + u_i \cdot b \cdot \tan(ff_i)] \cdot \cos(ff_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

$$T_i = \frac{c_i \cdot b \cdot \cos(ff_i) + (W y_i + dX_i) \sin(ff_i) - u_i \cdot b \cdot \sin(ff_i) \cos(a_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

e quindi l'incremento di componente orizzontale della reazione:

$$dE_i = T_i \cdot \cos(a_i) - N_i \cdot \sin(a_i) - W x_i$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di Bishop, si definiscono le ulteriori grandezze:

$$- ff_i = \arctan \frac{\tan(fi)}{F}$$

$$- cf = \frac{c_i}{F}$$

- x_i, y_i = coordinate cartesiane del baricentro del concio

- x_G, y_G = coordinate cartesiane del baricentro della intera massa slittante

- $W y_i$ = peso proprio concio + risultante forze applicate e inerziali a componente verticale

- $W x_i$ = risultante delle forze applicate e inerziali a componente orizzontale

- P_{s_i} = funzione di Sarma, funzione dello stato tensionale del singolo concio

- N_i = reazione normale alla base del concio i

- T_i = reazione tangenziale alla base del concio i

5 CONCLUSIONI

Le verifiche effettuate hanno permesso di calcolare i coefficienti di sicurezza dei pendii interessati dalle opere nelle diverse configurazioni possibili.

Per la sezione denominata SEZ.01 il coefficiente minimo calcolato è pari a 2.21 (metodo di Sarma superficie di rottura num. 50), per la sezione SEZ.02 il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 2.36 (metodo di Sarma superficie di rottura n. 30), per la sezione SEZ.03 il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 2.67 (metodo di Sarma superficie di rottura n. 30), per la sezione SEZ. 04 il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 3.58 (metodo di SARMA superficie di rottura n. 80).

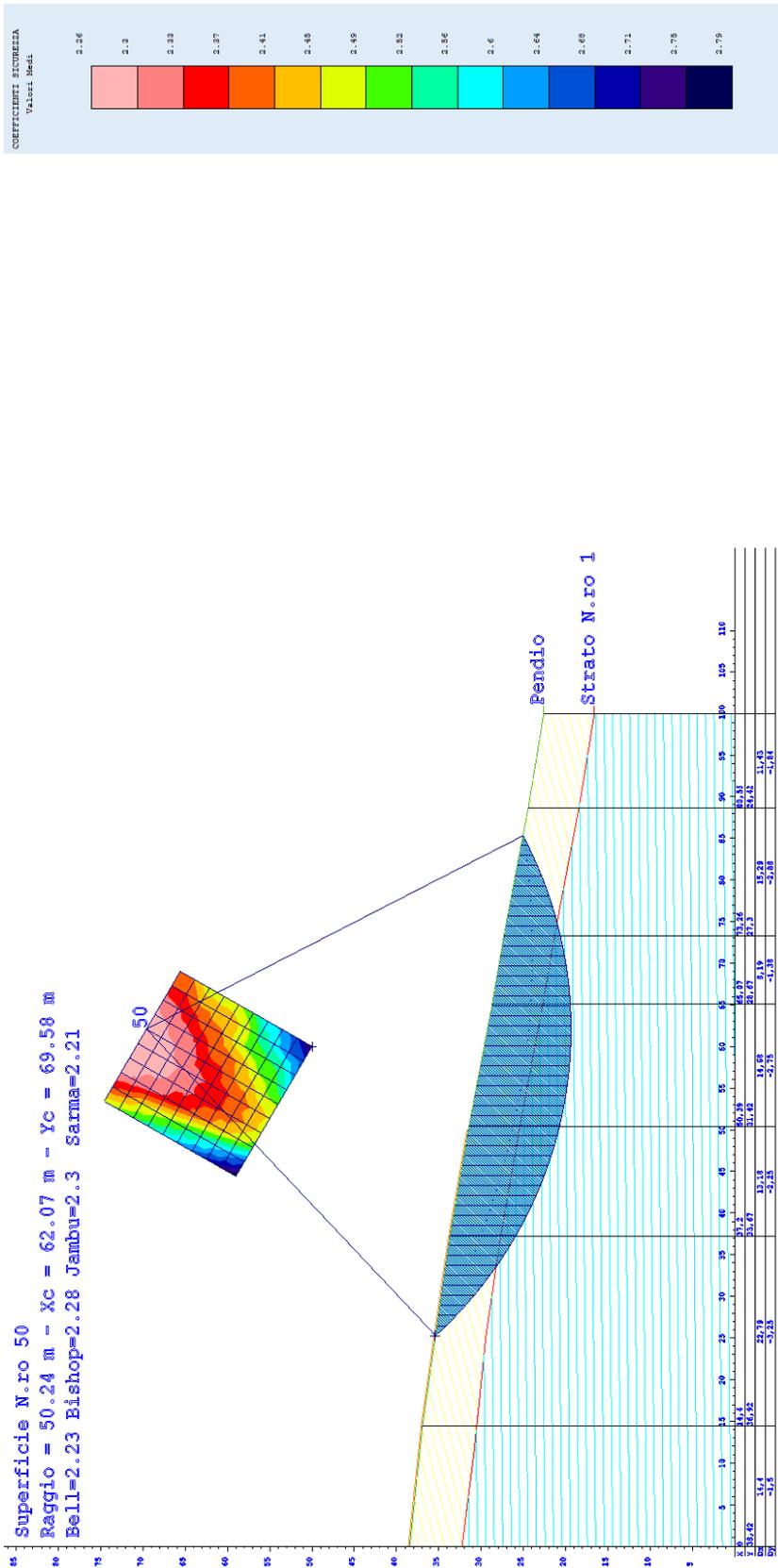
Tutti i valori risultano superiori al coefficiente minimo di 1.3 che consente di affermare che i pendii sono in condizioni di stabilità nelle diverse configurazioni analizzate.

In conclusione si è verificato che le opere che saranno realizzate non arrecheranno pregiudizio alcuno alla statica dei terreni interessati potendo in questo modo affermare che il progetto risulta conforme alle norme tecniche sulle costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.

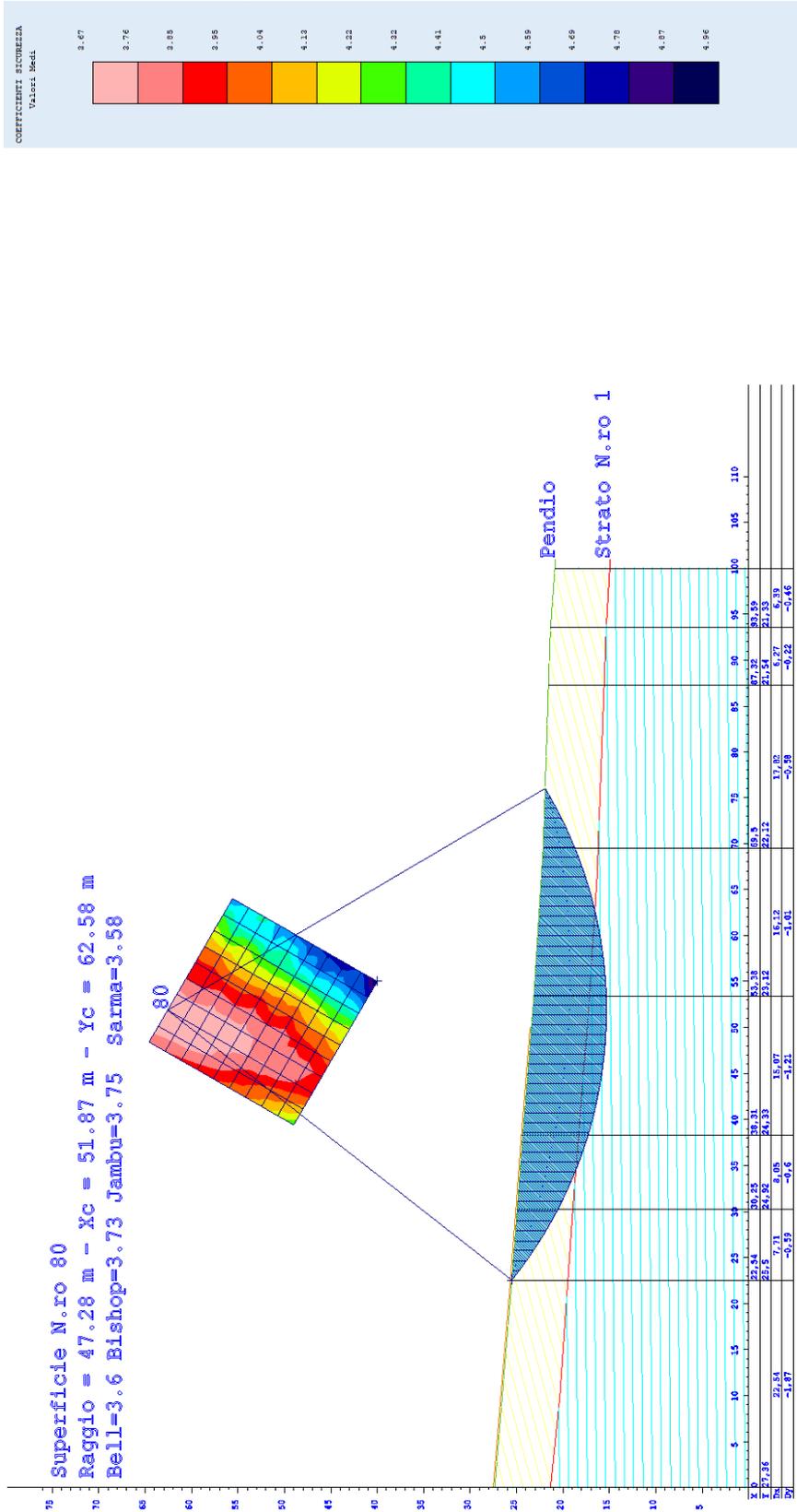
Nelle pagine seguenti si allegano i tabulati giustificativi dei calcoli effettuati e le immagini delle verifiche più significative.

6 ALLEGATO A COLORMAP VERIFICHE

Verifica Sez.01 – superficie di rottura 50



Verifica Sez.04 – superficie di rottura 80



7 ALLEGATO B TABULATI DI CALCOLO

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

Numero conci	: <i>Numero di conci in cui è suddiviso il pendio</i>
Coefficiente sismico orizzontale	: <i>Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale</i>
Coefficiente sismico verticale	: <i>Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale</i>
Rapporto Hs/Hm	: <i>Rapporto tra altezza della spinta e altezza del concio, nel metodo di Jambu</i>
Ascissa punto passaggio cerchio (m)	: <i>Ascissa del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento</i>
Ordinata punto passaggio cerchio (m)	: <i>Ordinata del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento</i>
Ascissa polo (m)	: <i>Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento</i>
Ordinata polo (m)	: <i>Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento</i>
Numero righe maglia	: <i>Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento</i>
Numero colonne maglia	: <i>Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento</i>
Passo direzione 'X' (m)	: <i>Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari</i>
Passo direzione 'Y' (m)	: <i>Distanza in verticale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari</i>

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Str. N.ro	: <i>Numero dello strato</i>
Descrizione strato	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>
Coesione	: <i>Coesione</i>
Ang. attr.	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Densità	: <i>Peso specifico del terreno in situ</i>
D. Saturo	: <i>Peso specifico del terreno saturo</i>
Vert. N.ro	: <i>Numero del vertice della poligonale che definisce lo strato</i>
Ascissa / Ordinata	: <i>Coordinate dei vertici dello strato</i>

Verifica Geotecnica sezione Sez.01

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Naturale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	100
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,994
Latitudine Nord (Grd)	37,905
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	1898,000
Accelerazione Ag/g	0,256
Fattore Stratigrafia 'S'	1,315
Coeff. Sismico Kh	0,094
Coeff. Sismico Kv	0,046
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
Rapporto Hs/Hm :	0,40
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	25,239
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	35,430
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	60,000
Ordinata Polo (m):	50,000
Numero righe maglia :	10,0
Numero colonne maglia :	10,0
Passo direzione 'X' (m) :	2,00
Passo direzione 'Y' (m) :	2,00
Rotazione maglia (Grd) :	60,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,00
Peso Specifico	1,00
Coessione Efficace (c'k)	1,00
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00
Coefficiente R2	1,00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coessione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0,00	38,43
						2	14,41	36,93
						3	37,21	33,68
						4	50,39	31,43
						5	65,08	28,68
						6	73,27	27,30
						7	88,56	24,43
						8	100,00	22,59
1	Argille al	0,990	25,00	1,800	1,800	1	0,00	32,24
						2	11,30	30,84
						3	25,24	29,43
						4	37,21	27,68

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						5	50,00	25,50
						6	65,08	22,68
						7	72,59	21,43
						8	88,56	18,43
						9	100,00	16,59
2	Argille di	0,240	26,00	1,900	1,900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 50											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	60,0	50,0	37,7	2,8213	NON CONV.	2,7342				NON CONV.	
2	61,0	51,7	39,3	2,7485	NON CONV.	2,6696				2,5947	
3	62,0	53,5	40,9	2,6836	NON CONV.	2,6112				2,5389	
4	63,0	55,2	42,6	2,6274	NON CONV.	2,5603				NON CONV.	
5	64,0	56,9	44,3	2,5786	NON CONV.	2,5159				2,4499	
6	65,0	58,7	46,0	2,5359	NON CONV.	2,4768				2,4142	
7	66,0	60,4	47,8	2,5012	2,5843	2,4457				2,3858	
8	67,0	62,1	49,6	2,4679	2,5475	2,4151				NON CONV.	
9	68,0	63,9	51,3	2,4384	NON CONV.	2,3878				NON CONV.	
10	69,0	65,6	53,1	2,4121	2,4906	2,3635				2,3125	
11	58,3	51,0	36,5	2,7376	SCARTATA	2,6594				2,5861	
12	59,3	52,7	38,2	2,6732	NON CONV.	2,6022				NON CONV.	
13	60,3	54,5	39,9	2,6143	SCARTATA	2,5485				NON CONV.	
14	61,3	56,2	41,6	2,5628	NON CONV.	2,5014				NON CONV.	
15	62,3	57,9	43,3	2,5205	NON CONV.	2,4629				2,403	
16	63,3	59,7	45,1	2,4813	SCARTATA	2,4268				2,3704	
17	64,3	61,4	46,9	2,4469	NON CONV.	2,395				NON CONV.	
18	65,3	63,1	48,7	2,4166	2,4768	2,3669				NON CONV.	
19	66,3	64,9	50,5	2,3898	2,4498	2,3419				2,295	
20	67,3	66,6	52,3	2,366	2,4259	2,3198				NON CONV.	
21	56,5	52,0	35,4	2,6618	NON CONV.	2,5915				NON CONV.	
22	57,5	53,7	37,1	2,6019	NON CONV.	2,5369				2,4731	
23	58,5	55,5	38,9	2,5501	NON CONV.	2,4893				NON CONV.	
24	59,5	57,2	40,6	2,5081	2,5509	2,4513				NON CONV.	
25	60,5	58,9	42,4	2,4681	2,5113	2,4142				NON CONV.	
26	61,5	60,7	44,2	2,4326	2,4761	2,3812				2,3324	
27	62,5	62,4	46,0	2,4009	2,4447	2,3516				NON CONV.	
28	63,5	64,1	47,9	2,3759	2,4196	2,3284				2,2857	
29	64,5	65,9	49,7	2,3512	2,3954	2,3054				2,2655	
30	65,5	67,6	51,6	2,3294	2,374	2,285				2,2476	
31	54,8	53,0	34,4	2,592	2,6139	2,5278				NON CONV.	
32	55,8	54,7	36,1	2,5402	2,5638	2,48				2,4245	
33	56,8	56,5	37,9	2,4952	2,5204	2,4384				NON CONV.	
34	57,8	58,2	39,7	2,4558	2,4824	2,4018				2,3547	
35	58,8	59,9	41,6	2,4245	2,4524	2,3732				2,3293	
36	59,8	61,7	43,4	2,3936	2,4225	2,3443				NON CONV.	
37	60,8	63,4	45,2	2,3659	2,3958	2,3183				2,2809	
38	61,8	65,1	47,1	2,3442	2,3746	2,2979				2,2631	
39	62,8	66,9	49,0	2,3216	2,3528	2,2767				2,2444	
40	63,8	68,6	50,9	2,3011	2,3331	2,2573				2,2274	
41	53,1	54,0	33,5	2,534	2,5408	2,4737				2,4237	
42	54,1	55,7	35,3	2,494	2,5035	2,4372				NON CONV.	
43	55,1	57,5	37,1	2,4557	2,4675	2,4014				2,3598	
44	56,1	59,2	38,9	2,4219	2,4357	2,3698				NON CONV.	
45	57,1	60,9	40,8	2,392	2,4075	2,3417				2,3074	
46	58,1	62,7	42,7	2,3653	2,3824	2,3166				NON CONV.	
47	59,1	64,4	44,5	2,3413	2,3597	2,294				2,2654	
48	60,1	66,1	46,4	2,3196	2,3393	2,2735				2,2474	
49	61,1	67,9	48,3	2,2998	2,3207	2,2549				2,231	
50	62,1	69,6	50,2	2,2818	2,3037	2,2378				2,2159	
51	51,3	55,0	32,6	2,495	2,4908	2,4357				2,3984	
52	52,3	56,7	34,5	2,4563	2,4553	2,3997				2,3666	
53	53,3	58,5	36,3	2,4234	2,425	2,369				2,3396	
54	54,3	60,2	38,2	2,395	2,399	2,3425				2,3163	
55	55,3	61,9	40,1	2,3697	2,3757	2,3187				2,2954	
56	56,3	63,7	42,0	2,3468	2,3547	2,2972				2,2764	
57	57,3	65,4	43,9	2,326	2,3356	2,2776				2,2591	
58	58,3	67,1	45,8	2,3071	2,3182	2,2598				2,2433	
59	59,3	68,9	47,8	2,286	2,2986	2,2399				2,2251	
60	60,3	70,6	49,7	2,27	2,2838	2,2248				NON CONV.	
61	49,6	56,0	31,9	2,4871	2,4754	2,4248				NON CONV.	
62	50,6	57,7	33,8	2,4504	2,442	2,3908				2,3724	
63	51,6	59,5	35,7	2,4193	2,4138	2,362				2,3464	
64	52,6	61,2	37,6	2,3926	2,3896	2,3373				2,3241	
65	53,6	62,9	39,5	2,3696	2,3688	2,3159				NON CONV.	
66	54,6	64,7	41,4	2,3494	2,3506	2,2972				2,2881	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 50				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
67	55,6	66,4	43,4	2,3314	2,3343	2,2805				2,273	
68	56,6	68,1	45,3	2,3104	2,3148	2,2604				2,2545	
69	57,6	69,9	47,3	2,2948	2,3006	2,2459				2,2412	
70	58,6	71,6	49,2	2,2803	2,2875	2,2323				2,2287	
71	47,9	57,0	31,3	2,5439	2,5272	2,4723				2,4707	
72	48,9	58,7	33,2	2,5012	2,4878	2,4329				2,4332	
73	49,9	60,5	35,1	2,4683	2,4577	2,4027				2,4046	
74	50,9	62,2	37,1	2,4396	2,4314	2,3765				2,3797	
75	51,9	63,9	39,0	2,41	2,4042	2,3495				2,3536	
76	52,9	65,7	41,0	2,3836	2,3796	2,3251				2,33	
77	53,9	67,4	42,9	2,3649	2,3627	2,3081				2,3139	
78	54,9	69,1	44,9	2,3435	2,343	2,2886				2,2948	
79	55,9	70,9	46,8	2,324	2,3249	2,2704				2,2772	
80	56,9	72,6	48,8	2,3102	2,3125	2,2578				2,2651	
81	46,1	58,0	30,8	2,6986	2,6793	2,6075				NON CONV.	
82	47,1	59,7	32,7	2,6555	2,6393	2,5691				2,5959	
83	48,1	61,5	34,7	2,6171	2,6037	2,5348				2,5612	
84	49,1	63,2	36,6	2,5828	2,5716	2,5042				2,5299	
85	50,1	64,9	38,6	2,5517	2,5426	2,4763				2,5015	
86	51,1	66,7	40,6	2,5235	2,5163	2,4512				2,4757	
87	52,1	68,4	42,5	2,4988	2,4934	2,4293				2,4533	
88	53,1	70,1	44,5	2,4769	2,4731	2,4098				2,4333	
89	54,1	71,9	46,5	2,4206	2,418	2,3574				2,3792	
90	55,1	73,6	48,5	2,3934	2,3921	2,3325				2,3537	
91	44,4	59,0	30,4	2,8385	2,8178	2,7211				2,7847	
92	45,4	60,7	32,4	2,7827	2,7648	2,673				2,7322	
93	46,4	62,5	34,3	2,7335	2,7181	2,6306				2,686	
94	47,4	64,2	36,3	2,6898	2,6766	2,5928				2,6448	
95	48,4	65,9	38,3	2,6506	2,6393	2,5588				2,6078	
96	49,4	67,7	40,3	2,6152	2,6056	2,528				2,5742	
97	50,4	69,4	42,3	2,5829	2,5749	2,4998				2,5437	
98	51,4	71,1	44,3	2,5534	2,5468	2,474				2,5157	
99	52,4	72,9	46,3	2,5267	2,5215	2,4506				2,4902	
100	53,4	74,6	48,2	2,5032	2,4993	2,4302				2,4682	

Verifica Geotecnica sezione Sez.02

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Naturale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	100
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,994
Latitudine Nord (Grd)	37,905
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	1898,000
Accelerazione Ag/g	0,256
Fattore Stratigrafia 'S'	1,315
Coeff. Sismico Kh	0,094
Coeff. Sismico Kv	0,046
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
Rapporto Hs/Hm :	0,40
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	25,239
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	35,430
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	60,000
Ordinata Polo (m):	50,000
Numero righe maglia :	10,0
Numero colonne maglia :	10,0
Passo direzione 'X' (m) :	2,00
Passo direzione 'Y' (m) :	2,00
Rotazione maglia (Grd) :	60,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,00
Peso Specifico	1,00
Coazione Efficace (c'k)	1,00
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00
Coefficiente R2	1,00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coazione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0,00	36,41
						2	19,74	33,41
						3	38,23	30,41
						4	56,78	27,40
						5	67,24	25,87
						6	81,13	23,77
						7	92,26	21,66
						8	101,43	20,41
1	Argille al	0,990	25,00	1,800	1,800	1	0,00	30,41
						2	11,67	28,64

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						3	24,89	26,58
						4	38,23	24,41
						5	50,00	22,48
						6	67,24	19,87
						7	86,16	17,08
						8	92,26	15,66
						9	100,00	14,63
						10	101,43	14,41
2	Argille di	0,240	26,00	1,900	1,900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 30											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	60,0	50,0	37,7	2,8567	SCARTATA	2,7706				NON CONV.	
2	61,0	51,7	39,3	2,7924	SCARTATA	2,7124				NON CONV.	
3	62,0	53,5	40,9	2,7359	SCARTATA	2,6608				NON CONV.	
4	63,0	55,2	42,6	2,6858	2,7452	2,6149				NON CONV.	
5	64,0	56,9	44,3	2,6477	2,713	2,5809				2,5227	
6	65,0	58,7	46,0	2,6076	2,6646	2,5438				NON CONV.	
7	66,0	60,4	47,8	2,5722	2,6289	2,5112				2,4611	
8	67,0	62,1	49,6	2,5413	2,5975	2,4825				2,436	
9	68,0	63,9	51,3	2,5141	2,57	2,4573				NON CONV.	
10	69,0	65,6	53,1	2,4901	2,5459	2,435				NON CONV.	
11	58,3	51,0	36,5	2,7745	SCARTATA	2,6956				2,6302	
12	59,3	52,7	38,2	2,7208	SCARTATA	2,6465				NON CONV.	
13	60,3	54,5	39,9	2,677	2,7142	2,6065				NON CONV.	
14	61,3	56,2	41,6	2,6349	2,6723	2,5675				NON CONV.	
15	62,3	57,9	43,3	2,5971	2,6349	2,5325				2,4863	
16	63,3	59,7	45,1	2,5666	2,6048	2,5047				2,462	
17	64,3	61,4	46,9	2,5355	2,574	2,4757				2,4366	
18	65,3	63,1	48,7	2,5073	2,546	2,4492				2,4134	
19	66,3	64,9	50,5	2,4813	2,5202	2,4249				2,392	
20	67,3	66,6	52,3	2,4582	2,4976	2,4034				2,3732	
21	56,5	52,0	35,4	2,6977	2,714	2,6237				2,5729	
22	57,5	53,7	37,1	2,6541	2,6721	2,5835				2,5378	
23	58,5	55,5	38,9	2,6166	2,6362	2,5489				NON CONV.	
24	59,5	57,2	40,6	2,5875	2,6084	2,5224				2,4852	
25	60,5	58,9	42,4	2,5574	2,5795	2,4943				NON CONV.	
26	61,5	60,7	44,2	2,53	2,553	2,4686				2,4387	
27	62,5	62,4	46,0	2,5047	2,5287	2,4449				NON CONV.	
28	63,5	64,1	47,9	2,4813	2,5062	2,4229				2,3989	
29	64,5	65,9	49,7	2,4596	2,4853	2,4025				2,381	
30	65,5	67,6	51,6	2,4393	2,4657	2,3834				2,3641	
31	54,8	53,0	34,4	2,6399	2,6413	2,5672				2,5338	
32	55,8	54,7	36,1	2,6035	2,6074	2,5335				2,5047	
33	56,8	56,5	37,9	2,5724	2,5784	2,5047				NON CONV.	
34	57,8	58,2	39,7	2,5499	2,5579	2,4844				2,4629	
35	58,8	59,9	41,6	2,5266	2,5363	2,4627				2,4444	
36	59,8	61,7	43,4	2,5062	2,5175	2,4438				2,4282	
37	60,8	63,4	45,2	2,4876	2,5002	2,4263				NON CONV.	
38	61,8	65,1	47,1	2,4697	2,4836	2,4095				2,3986	
39	62,8	66,9	49,0	2,4526	2,4676	2,3935				2,3845	
40	63,8	68,6	50,9	2,4362	2,4523	2,3782				2,3708	
41	53,1	54,0	33,5	2,6163	2,6075	2,5399				2,5278	
42	54,1	55,7	35,3	2,586	2,58	2,5119				2,5035	
43	55,1	57,5	37,1	2,56	2,5565	2,4879				2,4827	
44	56,1	59,2	38,9	2,5471	2,5457	2,4766				2,4739	
45	57,1	60,9	40,8	2,5276	2,5281	2,4587				NON CONV.	
46	58,1	62,7	42,7	2,5104	2,5126	2,443				2,4444	
47	59,1	64,4	44,5	2,4905	2,4944	2,4247				2,4276	
48	60,1	66,1	46,4	2,4769	2,4823	2,4124				2,4166	
49	61,1	67,9	48,3	2,4646	2,4714	2,4013				2,4067	
50	62,1	69,6	50,2	2,4527	2,4607	2,3903				NON CONV.	
51	51,3	55,0	32,6	2,6868	2,6716	2,596				2,6135	
52	52,3	56,7	34,5	2,6596	2,6473	2,5716				2,5912	
53	53,3	58,5	36,3	2,6361	2,6262	2,5506				NON CONV.	
54	54,3	60,2	38,2	2,6102	2,6025	2,5274				2,5494	
55	55,3	61,9	40,1	2,5921	2,5863	2,5114				2,5343	
56	56,3	63,7	42,0	2,5758	2,5719	2,4971				2,5207	
57	57,3	65,4	43,9	2,5505	2,5482	2,4742				2,4978	
58	58,3	67,1	45,8	2,5373	2,5365	2,4627				2,4866	
59	59,3	68,9	47,8	2,5252	2,5257	2,4522				2,4763	
60	60,3	70,6	49,7	2,5036	2,5054	2,4326				2,4564	
61	49,6	56,0	31,9	2,84	2,8215	2,7205				2,7808	
62	50,6	57,7	33,8	2,8064	2,7906	2,6917				2,751	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 30				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
63	51,6	59,5	35,7	2,7776	2,7642	2,6674				2,7255	
64	52,6	61,2	37,6	2,7525	2,7412	2,6464				2,7031	
65	53,6	62,9	39,5	2,7306	2,7211	2,6282				2,6835	
66	54,6	64,7	41,4	2,7106	2,7027	2,6115				2,6654	
67	55,6	66,4	43,4	2,6922	2,6859	2,5964				2,6487	
68	56,6	68,1	45,3	2,6753	2,6703	2,5824				2,6332	
69	57,6	69,9	47,3	2,6595	2,6559	2,5694				2,6187	
70	58,6	71,6	49,2	2,6447	2,6423	2,5572				2,605	
71	47,9	57,0	31,3	3,0282	3,0089	2,8662				2,9831	
72	48,9	58,7	33,2	3,0048	2,9875	2,8454				2,9621	
73	49,9	60,5	35,1	2,9783	2,9631	2,8228				2,9377	
74	50,9	62,2	37,1	2,9333	2,9199	2,7869				2,8948	
75	51,9	63,9	39,0	2,8944	2,8827	2,7561				2,8577	
76	52,9	65,7	41,0	2,8605	2,8502	2,7293				2,8252	
77	53,9	67,4	42,9	2,8305	2,8216	2,7058				2,7964	
78	54,9	69,1	44,9	2,8039	2,7962	2,6849				2,7708	
79	55,9	70,9	46,8	2,7794	2,7728	2,6656				2,7471	
80	56,9	72,6	48,8	2,7567	2,7513	2,6476				2,7251	
81	46,1	58,0	30,8	3,4022	3,3848	3,1617				3,371	
82	47,1	59,7	32,7	3,3495	3,3336	3,1182				3,3195	
83	48,1	61,5	34,7	3,2984	3,2837	3,076				3,2692	
84	49,1	63,2	36,6	3,2492	3,2358	3,0354				3,2208	
85	50,1	64,9	38,6	3,2071	3,1948	3,0009				3,1796	
86	51,1	66,7	40,6	3,1681	3,1568	2,969				3,1412	
87	52,1	68,4	42,5	3,1106	3,1005	2,9249				3,0846	
88	53,1	70,1	44,5	3,0537	3,0446	2,8817				3,0284	
89	54,1	71,9	46,5	3,0043	2,9962	2,8442				2,9795	
90	55,1	73,6	48,5	2,961	2,9538	2,8111				2,9367	
91	44,4	59,0	30,4	4,3758	4,3628	3,9006				4,3582	
92	45,4	60,7	32,4	4,2066	4,1942	3,7742				4,1889	
93	46,4	62,5	34,3	4,0559	4,0439	3,6602				4,0378	
94	47,4	64,2	36,3	3,9212	3,9098	3,5572				3,9032	
95	48,4	65,9	38,3	3,8006	3,7898	3,4641				3,7825	
96	49,4	67,7	40,3	3,6923	3,682	3,3798				3,674	
97	50,4	69,4	42,3	3,5947	3,585	3,3031				3,5763	
98	51,4	71,1	44,3	3,5102	3,5011	3,2365				3,4917	
99	52,4	72,9	46,3	3,438	3,4295	3,1796				3,4198	
100	53,4	74,6	48,2	3,3627	3,3548	3,1218				3,3446	

Verifica Geotecnica sezione Sez.03

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Naturale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	100
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,994
Latitudine Nord (Grd)	37,905
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	1898,000
Accelerazione Ag/g	0,256
Fattore Stratigrafia 'S'	1,315
Coeff. Sismico Kh	0,094
Coeff. Sismico Kv	0,046
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
Rapporto Hs/Hm :	0,40
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	33,960
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	33,340
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	60,000
Ordinata Polo (m):	50,000
Numero righe maglia :	10,0
Numero colonne maglia :	10,0
Passo direzione 'X' (m) :	2,00
Passo direzione 'Y' (m) :	2,00
Rotazione maglia (Grd) :	60,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,00
Peso Specifico	1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00
Coefficiente R2	1,00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0,00	35,24
						2	23,31	34,24
						3	34,61	33,24
						4	48,11	31,36
						5	63,87	29,24
						6	79,80	27,24
						7	90,05	26,24
						8	100,00	24,84
1	Argille al	0,990	25,00	1,800	1,800	1	0,00	29,24
						2	23,31	28,24
						3	34,61	27,24

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						4	40,28	26,24
						5	50,00	25,09
						6	69,40	22,62
						7	79,80	21,24
						8	90,05	20,24
						9	100,00	18,84
2	Argille di	0,240	26,00	1,900	1,900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 30											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	60,0	50,0	30,9	3,0781	3,0895	2,9834				NON CONV.	
2	61,0	51,7	32,7	3,0248	3,0323	2,9354				NON CONV.	
3	62,0	53,5	34,5	2,9821	2,9945	2,8969				2,8238	
4	63,0	55,2	36,3	2,9475	2,9644	2,8657				2,7987	
5	64,0	56,9	38,2	2,9196	2,9403	2,8405				NON CONV.	
6	65,0	58,7	40,1	2,8968	2,9211	2,8199				2,7629	
7	66,0	60,4	41,9	2,8782	2,9057	2,8031				2,7502	
8	67,0	62,1	43,8	2,8614	2,8917	2,7876				NON CONV.	
9	68,0	63,9	45,7	2,845	2,8779	2,7726				2,7269	
10	69,0	65,6	47,6	2,8293	2,8647	2,7582				2,7158	
11	58,3	51,0	30,0	2,9947	2,9816	2,9043				2,841	
12	59,3	52,7	31,9	2,9485	2,9412	2,8623				NON CONV.	
13	60,3	54,5	33,7	2,9098	2,9075	2,8271				2,7763	
14	61,3	56,2	35,6	2,8789	2,8811	2,7992				NON CONV.	
15	62,3	57,9	37,5	2,8543	2,8605	2,7771				NON CONV.	
16	63,3	59,7	39,4	2,835	2,8448	2,7598				2,7217	
17	64,3	61,4	41,3	2,8197	2,8328	2,7461				NON CONV.	
18	65,3	63,1	43,2	2,8076	2,8238	2,7353				2,7033	
19	66,3	64,9	45,1	2,7982	2,8173	2,7271				2,6975	
20	67,3	66,6	47,1	2,7899	2,8116	2,7196				2,6923	
21	56,5	52,0	29,3	2,9511	2,9286	2,8591				NON CONV.	
22	57,5	53,7	31,2	2,9119	2,8951	2,8237				2,7925	
23	58,5	55,5	33,1	2,8792	2,8672	2,7941				NON CONV.	
24	59,5	57,2	35,0	2,8513	2,8436	2,7691				2,7454	
25	60,5	58,9	36,9	2,8223	2,8183	2,7424				2,722	
26	61,5	60,7	38,8	2,7976	2,7972	2,7202				2,7022	
27	62,5	62,4	40,8	2,7828	2,7856	2,7072				2,6913	
28	63,5	64,1	42,7	2,7714	2,7771	2,6974				2,6833	
29	64,5	65,9	44,6	2,763	2,7715	2,6903				NON CONV.	
30	65,5	67,6	46,6	2,7568	2,7679	2,6853				2,674	
31	54,8	53,0	28,7	2,9958	2,9681	2,8917				2,889	
32	55,8	54,7	30,6	2,9523	2,9298	2,8531				2,8526	
33	56,8	56,5	32,5	2,9093	2,8913	2,8146				2,8155	
34	57,8	58,2	34,4	2,877	2,8629	2,7858				NON CONV.	
35	58,8	59,9	36,4	2,8484	2,8379	2,7605				2,7639	
36	59,8	61,7	38,3	2,823	2,8156	2,7378				2,7421	
37	60,8	63,4	40,3	2,8001	2,7957	2,7177				2,7225	
38	61,8	65,1	42,3	2,7797	2,7779	2,6995				2,705	
39	62,8	66,9	44,2	2,7632	2,764	2,6853				2,691	
40	63,8	68,6	46,2	2,7553	2,7585	2,679				NON CONV.	
41	53,1	54,0	28,1	3,1244	3,0944	2,9952				3,0361	
42	54,1	55,7	30,1	3,0781	3,0529	2,956				2,9952	
43	55,1	57,5	32,1	3,0396	3,0184	2,9235				2,9611	
44	56,1	59,2	34,0	3,007	2,9893	2,896				2,9322	
45	57,1	60,9	36,0	2,9788	2,9642	2,8723				2,9071	
46	58,1	62,7	38,0	2,9541	2,9424	2,8517				2,8851	
47	59,1	64,4	39,9	2,9323	2,9233	2,8335				2,8656	
48	60,1	66,1	41,9	2,9128	2,9062	2,8172				2,8481	
49	61,1	67,9	43,9	2,8647	2,8603	2,7737				2,8023	
50	62,1	69,6	45,9	2,8254	2,8231	2,7383				2,7651	
51	51,3	55,0	27,8	3,2846	3,2544	3,1154				3,2131	
52	52,3	56,7	29,7	3,2135	3,1875	3,0573				3,1463	
53	53,3	58,5	31,7	3,1556	3,1331	3,0103				3,0918	
54	54,3	60,2	33,7	3,1078	3,0883	2,9716				3,0469	
55	55,3	61,9	35,7	3,0676	3,0509	2,9391				3,009	
56	56,3	63,7	37,7	3,0333	3,019	2,9113				2,9767	
57	57,3	65,4	39,7	3,0034	2,9914	2,8873				2,9485	
58	58,3	67,1	41,7	2,9772	2,9673	2,8661				2,9237	
59	59,3	68,9	43,7	2,9538	2,9459	2,8472				2,9015	
60	60,3	70,6	45,6	2,9327	2,9267	2,8301				2,8815	
61	49,6	56,0	27,5	3,5569	3,5282	3,3223				3,5003	
62	50,6	57,7	29,5	3,4934	3,4675	3,27				3,4389	
63	51,6	59,5	31,5	3,3906	3,368	3,1899				3,339	
64	52,6	61,2	33,5	3,3071	3,2871	3,1244				3,2577	
65	53,6	62,9	35,5	3,2383	3,2206	3,0704				3,1906	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 30				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarua	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
66	54,6	64,7	37,5	3,1816	3,166	3,026				3,1354	
67	55,6	66,4	39,5	3,1338	3,1202	2,9885				3,0888	
68	56,6	68,1	41,5	3,0929	3,081	2,9564				3,049	
69	57,6	69,9	43,5	3,0574	3,0473	2,9285				3,0144	
70	58,6	71,6	45,5	3,0262	3,0177	2,9038				2,9839	
71	47,9	57,0	27,4	3,9211	3,8963	3,5991				3,8797	
72	48,9	58,7	29,4	3,8198	3,7968	3,5195				3,7791	
73	49,9	60,5	31,4	3,7297	3,7085	3,4482				3,6895	
74	50,9	62,2	33,4	3,649	3,6295	3,384				3,6094	
75	51,9	63,9	35,4	3,5472	3,5295	3,3058				3,5085	
76	52,9	65,7	37,4	3,4437	3,4279	3,2274				3,4062	
77	53,9	67,4	39,4	3,3581	3,3439	3,1619				3,3214	
78	54,9	69,1	41,4	3,2876	3,2749	3,108				3,2518	
79	55,9	70,9	43,4	3,2284	3,2171	3,0625				3,1932	
80	56,9	72,6	45,4	3,1778	3,1678	3,0234				3,143	
81	46,1	58,0	27,5	4,5517	4,5314	4,065				4,5231	
82	47,1	59,7	29,5	4,3659	4,3466	3,9273				4,3367	
83	48,1	61,5	31,5	4,2072	4,1889	3,808				4,178	
84	49,1	63,2	33,5	4,0697	4,0524	3,7035				4,0403	
85	50,1	64,9	35,5	3,9496	3,9333	3,6112				3,92	
86	51,1	66,7	37,5	3,8437	3,8284	3,5291				3,8139	
87	52,1	68,4	39,5	3,7429	3,7287	3,4513				3,7131	
88	53,1	70,1	41,5	3,614	3,6011	3,3564				3,5847	
89	54,1	71,9	43,5	3,5078	3,496	3,2772				3,479	
90	55,1	73,6	45,5	3,4195	3,4089	3,2109				3,3911	
91	44,4	59,0	27,7	5,67	5,6549	4,8426				5,6519	
92	45,4	60,7	29,7	5,3012	5,2863	4,5907				5,282	
93	46,4	62,5	31,7	5,0024	4,9876	4,3816				4,9826	
94	47,4	64,2	33,7	4,7531	4,7387	4,2035				4,7324	
95	48,4	65,9	35,6	4,5425	4,5286	4,0505				4,5213	
96	49,4	67,7	37,6	4,3624	4,349	3,9175				4,3406	
97	50,4	69,4	39,6	4,2068	4,194	3,8011				4,1845	
98	51,4	71,1	41,6	4,0711	4,0589	3,6985				4,0483	
99	52,4	72,9	43,6	3,9518	3,9403	3,6073				3,9285	
100	53,4	74,6	45,6	3,8129	3,8022	3,5059				3,7897	

Verifica Geotecnica sezione Sez.04

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Naturale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	100
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,994
Latitudine Nord (Grd)	37,905
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	1898,000
Accelerazione Ag/g	0,256
Fattore Stratigrafia 'S'	1,315
Coeff. Sismico Kh	0,094
Coeff. Sismico Kv	0,046
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
Rapporto Hs/Hm :	0,40
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	22,545
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	25,509
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	55,000
Ordinata Polo (m):	40,000
Numero righe maglia :	10,0
Numero colonne maglia :	10,0
Passo direzione 'X' (m) :	2,00
Passo direzione 'Y' (m) :	2,00
Rotazione maglia (Grd) :	60,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,00
Peso Specifico	1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00
Coefficiente R2	1,00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0,00	27,37
		2	22,54	25,51				
		3	30,26	24,92				
		4	38,31	24,33				
		5	53,38	23,13				
		6	69,50	22,12				
		7	87,32	21,55				
		8	93,60	21,33				
		9	100,00	20,88				
1	Argille al	0,990	25,00	1,800	1,800	1	0,00	21,34
						2	9,92	20,33

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						3	30,26	18,92
						4	44,51	17,85
						5	50,69	17,33
						6	66,22	16,33
						7	87,32	15,55
						8	93,60	15,33
						9	100,00	14,95
2	Argille di	0,240	26,00	1,900	1,900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 80											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	55,0	40,0	35,5	5,101	SCARTATA	4,8263				NON CONV.	
2	56,0	41,7	37,2	4,9941	NON CONV.	4,738				4,2084	
3	57,0	43,5	38,9	4,9052	NON CONV.	4,6643				NON CONV.	
4	58,0	45,2	40,6	4,8305	NON CONV.	4,6021				NON CONV.	
5	59,0	46,9	42,3	4,7676	SCARTATA	4,5496				NON CONV.	
6	60,0	48,7	44,0	4,714	NON CONV.	4,5046				NON CONV.	
7	61,0	50,4	45,8	4,6644	NON CONV.	4,4627				NON CONV.	
8	62,0	52,1	47,6	4,6184	NON CONV.	4,4234				4,0791	
9	63,0	53,9	49,4	4,5753	NON CONV.	4,3865				NON CONV.	
10	64,0	55,6	51,2	4,537	4,8709	4,3544				NON CONV.	
11	53,3	41,0	34,4	4,8199	NON CONV.	4,5798				NON CONV.	
12	54,3	42,7	36,1	4,7365	SCARTATA	4,5121				NON CONV.	
13	55,3	44,5	37,8	4,664	NON CONV.	4,4513				NON CONV.	
14	56,3	46,2	39,6	4,6047	4,8138	4,4016				NON CONV.	
15	57,3	47,9	41,3	4,5559	4,7727	4,3606				NON CONV.	
16	58,3	49,7	43,1	4,5153	4,7395	4,3266				4,0063	
17	59,3	51,4	44,9	4,4816	4,7131	4,2983				NON CONV.	
18	60,3	53,1	46,8	4,4532	4,6916	4,2744				NON CONV.	
19	61,3	54,9	48,6	4,4257	4,6704	4,2511				NON CONV.	
20	62,3	56,6	50,4	4,3991	4,6496	4,2283				3,9723	
21	51,5	42,0	33,4	4,5693	SCARTATA	4,3595				NON CONV.	
22	52,5	43,7	35,1	4,4967	SCARTATA	4,2981				NON CONV.	
23	53,5	45,5	36,9	4,439	4,5625	4,2492				NON CONV.	
24	54,5	47,2	38,6	4,393	4,5264	4,2104				NON CONV.	
25	55,5	48,9	40,5	4,3616	4,5042	4,1856				NON CONV.	
26	56,5	50,7	42,3	4,3326	4,4841	4,1613				NON CONV.	
27	57,5	52,4	44,1	4,3095	4,4696	4,1422				NON CONV.	
28	58,5	54,1	46,0	4,2911	4,4596	4,127				3,8966	
29	59,5	55,9	47,8	4,2766	4,4532	4,1152				NON CONV.	
30	60,5	57,6	49,7	4,2647	4,4491	4,1057				3,8965	
31	49,8	43,0	32,4	4,3463	4,3904	4,1597				3,8739	
32	50,8	44,7	34,2	4,286	4,3426	4,108				NON CONV.	
33	51,8	46,5	36,0	4,2397	SCARTATA	4,0685				NON CONV.	
34	52,8	48,2	37,8	4,2043	4,2826	4,0385				3,813	
35	53,8	49,9	39,7	4,1776	4,2653	4,0161				3,8048	
36	54,8	51,7	41,5	4,1577	4,2546	3,9997				NON CONV.	
37	55,8	53,4	43,4	4,1433	4,249	3,9881				NON CONV.	
38	56,8	55,1	45,3	4,1334	4,2476	3,9805				NON CONV.	
39	57,8	56,9	47,2	4,1268	4,2493	3,9758				3,805	
40	58,8	58,6	49,1	4,1227	4,2532	3,9733				3,8099	
41	48,1	44,0	31,5	4,1724	4,1768	4,0017				NON CONV.	
42	49,1	45,7	33,4	4,119	NON CONV.	3,9554				NON CONV.	
43	50,1	47,5	35,2	4,0794	4,1074	3,9214				NON CONV.	
44	51,1	49,2	37,1	4,0507	4,0887	3,897				3,7278	
45	52,1	50,9	39,0	4,0249	4,0727	3,8745				NON CONV.	
46	53,1	52,7	40,9	4,0115	4,0682	3,8638				3,7151	
47	54,1	54,4	42,8	3,9979	4,0629	3,8519				NON CONV.	
48	55,1	56,1	44,7	3,9939	4,067	3,8496				NON CONV.	
49	56,1	57,9	46,6	3,9932	4,0743	3,8503				3,723	
50	57,1	59,6	48,5	3,9952	4,084	3,8533				3,7312	
51	46,3	45,0	30,8	4,0332	4,0119	3,8689				NON CONV.	
52	47,3	46,7	32,6	3,9842	3,9745	3,8262				NON CONV.	
53	48,3	48,5	34,5	3,9453	3,946	3,7928				NON CONV.	
54	49,3	50,2	36,4	3,9183	3,9285	3,77				3,6535	
55	50,3	51,9	38,3	3,9005	3,9194	3,7554				NON CONV.	
56	51,3	53,7	40,3	3,8899	3,917	3,7474				3,6449	
57	52,3	55,4	42,2	3,8848	3,9196	3,7442				NON CONV.	
58	53,3	57,1	44,1	3,8841	3,9265	3,7452				3,6527	
59	54,3	58,9	46,1	3,8868	3,9366	3,7491				NON CONV.	
60	55,3	60,6	48,0	3,8809	3,9378	3,7439				NON CONV.	
61	44,6	46,0	30,1	3,9627	3,9253	3,796				NON CONV.	
62	45,6	47,7	32,0	3,9194	3,8926	3,759				3,677	
63	46,6	49,5	34,0	3,8843	3,867	3,7294				3,6546	
64	47,6	51,2	35,9	3,8491	3,8401	3,6988				NON CONV.	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 80				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
65	48,6	52,9	37,8	3,8204	3,8194	3,6744				NON CONV.	
66	49,6	54,7	39,8	3,8071	3,8135	3,6644				3,6048	
67	50,6	56,4	41,7	3,8007	3,8141	3,6606				3,604	
68	51,6	58,1	43,7	3,7999	3,8199	3,6617				3,6077	
69	52,6	59,9	45,6	3,7904	3,817	3,6538				NON CONV.	
70	53,6	61,6	47,6	3,7971	3,83	3,6616				3,6122	
71	42,9	47,0	29,6	3,9953	3,9485	3,8109				3,7838	
72	43,9	48,7	31,5	3,9329	3,8956	3,7577				NON CONV.	
73	44,9	50,5	33,5	3,8883	3,8595	3,7207				3,6988	
74	45,9	52,2	35,4	3,8509	3,8296	3,6895				3,6695	
75	46,9	53,9	37,4	3,8195	3,8052	3,6637				NON CONV.	
76	47,9	55,7	39,4	3,7856	3,7778	3,6349				NON CONV.	
77	48,9	57,4	41,4	3,7709	3,7692	3,6242				3,6072	
78	49,9	59,1	43,3	3,7499	3,7541	3,6069				3,5905	
79	50,9	60,9	45,3	3,7489	3,7588	3,6084				NON CONV.	
80	51,9	62,6	47,3	3,7393	3,7547	3,6011				3,5853	
81	41,1	48,0	29,2	4,1904	4,1388	3,9634				4,0139	
82	42,1	49,7	31,2	4,1194	4,0765	3,9066				3,9524	
83	43,1	51,5	33,1	4,0637	4,0282	3,8624				NON CONV.	
84	44,1	53,2	35,1	4,0193	3,9906	3,8276				3,8658	
85	45,1	54,9	37,1	3,9427	3,9201	3,7622				NON CONV.	
86	46,1	56,7	39,1	3,8749	3,8577	3,704				3,733	
87	47,1	58,4	41,1	3,8294	3,8176	3,6661				3,6917	
88	48,1	60,1	43,1	3,7885	3,7816	3,6314				3,6543	
89	49,1	61,9	45,0	3,7675	3,7656	3,6154				NON CONV.	
90	50,1	63,6	47,0	3,7469	3,7498	3,5993				NON CONV.	
91	39,4	49,0	28,9	4,4149	4,3613	4,1218				4,269	
92	40,4	50,7	30,9	4,2916	4,246	4,0257				NON CONV.	
93	41,4	52,5	32,9	4,1983	4,1594	3,9536				4,0676	
94	42,4	54,2	34,9	4,1262	4,0932	3,8983				4,0003	
95	43,4	55,9	36,9	4,0693	4,0416	3,8552				NON CONV.	
96	44,4	57,7	38,9	4,0235	4,0007	3,8208				3,9045	
97	45,4	59,4	40,9	3,986	3,9678	3,793				3,8694	
98	46,4	61,1	42,9	3,9549	3,941	3,7701				3,8402	
99	47,4	62,9	44,9	3,9286	3,919	3,7509				3,8155	
100	48,4	64,6	46,9	3,9061	3,9006	3,7347				3,7944	