



# PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

## POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

### PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

**SIS S.r.l. (MANDATARIA)**  
**A&S Engineering S.r.l.**  
**BONIFICA ITALIA S.r.l.**  
**CO.RE. INGEGNERIA**  
**OMNISERVICE Engineering S.r.l.**

#### RESPONSABILI DI PROGETTO:

**Prof. Ing. Antonio Bevilacqua**  
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058  
**Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664  
**Dott. Ing. Vincenzo Calzona**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656  
**Dott. Ing. Pietro Agnello**  
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPECIALISTICHE  
**Prof. Ing. Antonio Bevilacqua**



#### UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO


RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
**Dott. Ing. Vincenzo Corallo**

ASSISTENTE  
**Dott. Ing. Salvatore Dipasquale**

## STUDI ED INDAGINI - GEOTECNICA

### Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti

CODICE: PD-GE02-GET-RE02-E			SCALA: -	DATA: Gennaio 2012	
			NOME FILE:	PD-GE02-GET-RE02-E.DOC	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Luglio 2010	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	DENARO	ALAGNA	BEVILACQUA
B	Ottobre 2010	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 052241 DEL 02/09/2010	DENARO	ALAGNA	BEVILACQUA
C	Aprile 2011	REVISIONE GIUSTO VERB. COMM. REG.LE LL. PP. DEL 11/04/2011	DENARO	ALAGNA	BEVILACQUA
D	Ottobre 2011	REVISIONE GIUSTA ISTRUTTORIA PER C.d.S. OTTOBRE 2011	DENARO	ALAGNA	BEVILACQUA
E	Gennaio 2012	REVISIONE GIUSTA ISTRUTTORIA PER C.d.S. DICEMBRE 2011	DENARO	ALAGNA	BEVILACQUA


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

## INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	2
4. VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE .....	4
4.1 CRITERI DI VERIFICA .....	4
4.1.1 Metodo di Bishop.....	6
4.1.2 Metodo di Jambu .....	7
4.1.3 Combinazioni di calcolo.....	8
4.2 TRINCEE STRADALI.....	10
4.2.1 Verifica sezione n. 30 .....	11
4.2.2 Verifica sezione n. 470 .....	13
4.2.3 Verifica sezione n. 568 .....	16
4.3 RILEVATI STRADALI .....	18
4.3.1 Verifica di stabilità.....	19
4.3.1.1 Rilevato stradale con materiale di cava.....	21
4.3.1.2 Rilevato stradale con materiale stabilizzato a calce.....	22
4.3.2 Valutazione dei cedimenti .....	23
4.3.3 Conclusioni .....	31

## ALLEGATI

- Allegato 1: Analisi di stabilità globale di trincee e rilevati stradali
- Allegato 2: Valutazione dei cedimenti dei rilevati stradali
- Allegato 3: Analisi di stabilità globale di rilevati stradali stabilizzati a calce

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

## 1. PREMESSA

La presente relazione riporta la descrizione, le verifiche di stabilità globale di trincee e rilevati stradali e l'analisi dei cedimenti di questi ultimi, relativamente al progetto definitivo dei lavori di "Potenziamento dei collegamenti stradali fra la S.S. n. 115 nel tratto Comiso – Vittoria, il nuovo Aeroporto di Comiso e la S.S. n. 514 Ragusa – Catania".

Le verifiche di stabilità globale e l'analisi dei cedimenti sono state condotte su tutti i vari rilevati stradali presenti, in relazione sia all'altezza degli stessi che alla geomorfologia dei terreni di base e nella presente relazione si descrivono solo le sezioni trasversali del tracciato che risultano più rappresentative, o meglio più gravose.

Allo stesso modo vengono condotte le analisi di stabilità delle trincee e di cui si riportano di seguito le situazioni più significative.

In allegato a questi si riportano i relativi tabulati di calcolo.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO


La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di progettazione è la seguente:

- Decreto Ministeriale D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo"

## 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame ricade nel settore occidentale degli Iblei, ai piedi della Scarpata di Comiso, lungo il bordo occidentale dell'Altopiano calcareo s.s. (substrato), i cui affioramenti constano di sedimenti plio-quadernari di ambienti di deposizione che vanno dal marino al continentale, appartenenti ad un unico ciclo sedimentario oligo-miocenico, afferenti alla successione calcareo-calcarenitico-marnosa della Formazione Ragusa ed alla successione marnosa della Formazione Tellaro.

Il tracciato stradale in studio si sviluppa ai piedi della Scarpata di Comiso, all'interno del bacino idrografico del fiume Ippari, compreso tra le quote 340÷180 m s.l.m. circa e nel complesso ricade su un'area a debole pendenza che degrada di quota in direzione NE – SO da Contrada Coffa, territorio di Chiaramonte Gulfi, a Contrada Billona - Bosco Piano, territorio di Vittoria. Non si

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--


riscontrano quindi in sito situazioni di versanti in incipiente movimento, che in presenza di eventi sismici, possano causare fenomeni franosi.

Dal punto di vista tettonico strutturale l'area in esame ricade sull'Avampese Ibleo, che rappresenta l'attuale margine emerso della placca africana, dove si distinguono una zona centro-orientale, l'Altopiano calcareo, ed una zona occidentale, detta Zona di Transizione o di Avanfossa esterna. Il tracciato stradale in progetto ricade proprio in questo settore di raccordo, tra l'Altipiano ragusano e la piana di Vittoria, in un'area che si configura come una depressione strutturale estesa da NE a SO.

La causa della sismicità di tale area è quindi da ricercare nell'assetto geologico-strutturale di tale settore di raccordo, dove la distribuzione degli epicentri dei terremoti ricade lungo i principali sistemi di faglie che lo interessano, quali la Linea di Scicli e le strutture tettoniche della Zona di Transizione e dell'Avanfossa; lungo il tracciato di progetto non risultano quindi faglie o zone a frantumazione cataclastica che inducano ad ipotizzare fenomeni puntuali di movimentazione tettonica e quindi a condurre approfondimenti mirati.

Dall'analisi della carta geologica e geomorfologica dell'area e dalle relative sezioni geologiche, è possibile distinguere i litotipi prevalenti che il tracciato stradale in progetto incontra nel suo sviluppo:

- Alluvioni recenti ed attuali: si tratta di ciottoli calcarei eterometrici e di materiale sabbioso-limoso; affiorano lungo il Fiume Ippari ed lungo le altre incisioni torrentizie costituendo l'alveo di piena e di magra.
- Depositi palustri, Terre rosse, Limi fluvio-lacustri e Depositi travertinosi: i depositi palustri sono costituiti da sabbie e limi di colore bruno; le terre rosse sono costituite da limi argilloso-sabbiosi di colore rosso che derivano da processi di alterazione carsica di rocce carbonatiche e formano coperture residuali da sottili a spesse; i limi fluvio-lacustri e i depositi travertinosi consistono in limi biancastri, croste carbonatiche e depositi travertinosi torbosi, con spessori variabile da qualche metro a qualche decina di metri.
- Conglomerati - ghiaie e sabbie carbonatiche, Sabbie gialle con livelli arenacei: si tratta di conglomerati, ghiaie e sabbie varie che formano collinette dove gli spessori sembrano raggiungere e superare la decina di metri.
- Depositi limnici: sono calcari marnosi, marne, argille e silt biancastri, dall'aspetto talora

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

brecciato o grumoso, affioranti lungo il corso del Torrente Fontana Volpe e del fiume Ippari.

I litotipi individuati dalla campagna di indagini 2009-2010 condotta relativamente alla progettazione definitiva, sono descritti e parametrizzati nella relazione geotecnica allegata al progetto.

Di seguito si descrivono i litotipi suddetti:

- Terreno vegetale (TV)
- Sabbie (S)
- Limi (L)
- Argille (A)
- Marne calcarenitiche sabbiose (MCS)
- Marne calcarenitiche argillose (MCA)
- Calcareniti grigie (CG)

#### 4. VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE


Le verifiche di stabilità globale sono state condotte sia sulle trincee che sui rilievi stradali presenti lungo il tracciato.

Di seguito si riporta una descrizione dei criteri di calcolo utilizzati per le analisi e successivamente si riportano le risultanze delle stesse.

##### 4.1 CRITERI DI VERIFICA

I fenomeni di instabilità 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 consiste nella determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale; dal momento che a ciascuna superficie di scorrimento compete un determinato fattore di sicurezza, occorre ricavare la superficie che presenta il fattore di sicurezza più basso.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--


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

- il peso
- la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie
- le forze inerziali orizzontali e verticali
- le reazioni normali e tangenziali mutue tra i conci
- le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci
- 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 normali e tangenziali alla base, le incognite, per la determinazione dell'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.

La rottura del pendio comporta lo spostamenti del terreno verso il basso e verso l'esterno, che cessa quando la massa in movimento raggiunge il nuovo stato di equilibrio. Nel corso dello spostamento il corpo di frana si suddivide spesso in blocchi più piccoli per cui in assenza di strati di minore resistenza e superfici preferenziali di scorrimento la superficie di scorrimento risulta essere circolare ( Lambe – Withman 1969 ). Risultati di ricerche sviluppate inoltre indicano che nei terreni relativamente omogenei, in assenza di discontinuità fisiche e meccaniche tali da condizionare lo sviluppo della superficie di rottura, il coefficiente di sicurezza minimo calcolato con riferimento a superfici circolari non differisce da quello calcolato per superfici di forma qualunque; in questi casi pertanto non esiste alcuna convenienza nel considerare superfici diverse dalle circolari ( Airò Farulla 2001 ).

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Tale considerazione nel progetto in questione, vale sicuramente per la verifica di stabilità dei rilevati, i quali pertanto saranno analizzati con superfici di scorrimento circolari e il metodo di calcolo adottato sarà il metodo di Bishop.

Le trincee di scavo in oggetto, risultano insistenti su litotipi omogenei per cui si effettueranno verifiche di stabilità con superficie di scorrimento circolare. Tuttavia non essendo un terreno posto in opera e compattato come nel caso dei rilevati, si prevede una verifica supplementare considerando una superficie di scorrimento piana con origine il piede della scarpata per tenere conto di eventuali fenomeni di rottura differenti da quello circolare. La verifica di stabilità per la superficie piana sarà analizzata secondo il metodo di Jambu.

Per le verifiche di stabilità del pendio è stato usato il programma di calcolo CDDWin della S.T.S. s.r.l. di Catania, il quale definisce il fattore di sicurezza allo scorrimento di una qualsiasi superficie di rottura.

#### 4.1.1 Metodo di Bishop

Le ipotesi per l'applicazione di tale metodo sono date da:

superficie di scivolamento circolare;

uguaglianza delle reazioni normali sulle facce laterali dei conci;

Il fattore di sicurezza è definito dalla seguente espressione:

$$F_s = \frac{\sum_1^N [c_i \cdot b + (W_i \cdot (1 - k_v) - u_i \cdot b) \cdot \tan \phi] \cdot \frac{\sec \alpha_i}{(1 + \tan \phi \cdot \tan \alpha_i / F_s)}}{\sum_1^N W_i \cdot [(1 - k_v) \cdot \sin \alpha_i + k_h \cdot dh_i / R]}$$

dove:

N = numero di conci in cui è suddiviso il pendio;


c<sub>i</sub> = coesione alla base del concio i;

b = larghezza del concio;

W<sub>i</sub> = peso del concio;

u<sub>i</sub> = pressione interstiziale alla base;

φ = angolo di attrito del terreno alla base del concio;

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$\alpha_i$  = inclinazione della base del concio;

$k_v$  = 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.

#### 4.1.2 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.

Il fattore di sicurezza è definito dalla seguente espressione:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

dove:

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

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

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

$N$  = numero di conci in cui è suddiviso il pendio;

$c_i$  = coesione alla base del concio  $i$ ;

$dW = W_i + P_i$ ;

$W_i$  = peso del concio;

$P_i$  = forze verticali esterne agenti sul concio  $i$ ;


$b$  = larghezza del concio;

$dX$  = differenza tra le forze tangenziali sulle superfici opposte del concio, che scaturiscono dallo equilibrio alla rotazione delle forze statiche e delle forze sismiche;

$u_i$  = pressione interstiziale alla base;

$f_i$  = angolo di attrito del terreno alla base del concio;



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$\alpha_i$  = inclinazione della base del concio;

$Q_i$  = forze orizzontali sulla superficie esterna;

$k_v$  = coefficiente sismico verticale;

$k_h$  = coefficiente sismico orizzontale.

#### 4.1.3 Combinazioni di calcolo

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate agli Stati Limite Ultimi (S.L.U.) nel rispetto della seguente condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione ed  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza.

In base a quanto specificato dalla vigente normativa la verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando l'approccio progettuale 1, combinazione 1 (A2+M2+R2).

Per i valori dei coefficienti parziali  $\gamma_F$  e  $\gamma_M$  dei set A2 ed M2 e per i coefficienti parziali delle resistenze  $\gamma_R$  del set R2, si riportano di seguito le relative tabelle:

		Coefficiente parziale $\gamma_F$	EQU <sup>1</sup>	A1 (STR)	A2 (GEO)
carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
carichi perm. non strutturali <sup>2</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
carichi da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{E1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 <sup>3</sup>	1.00 <sup>4</sup>	1.00
ritiro, viscosità, $\Delta T$ , cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{E2}, \gamma_{E3}, \gamma_{E4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00


<sup>1</sup> se l'equilibrio non coinvolge il terreno, altrimenti si applica GEO

<sup>2</sup> se risultano compiutamente definiti si possono considerare permanenti

<sup>3</sup> 1.30 per instabilità delle strutture precomprese

<sup>4</sup> 1.20 per effetti locali

**Tabella 1: Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni**

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

		Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

**Tabella 2: Coefficienti parziali di sicurezza per i parametri geotecnici**

Coefficiente Parziale ( $\gamma_R$ )	R2
$\gamma_R$	1.10

**Tabella 3: Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze**

Le verifiche sismiche sono state condotte considerando le espressioni di  $k_h$  e  $k_v$  in accordo con la normativa di riferimento (DM 14.01.2008):

$$k_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

con


$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

- $S_s$  rappresenta il coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- $S_T$  rappresenta il coefficienti di amplificazione topografica;
- $a_g$  rappresenta l'accelerazione sismica di riferimento per il sito in questione;
- $\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, i cui valori sono riportati nella tabella seguente:

	Categoria di suolo	
	A	B, C, D, E
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

**Tabella 4: Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito**

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Si riporta una zonazione sismica del tracciato relativa alle opere d'arte minori con la quale sono state effettuate le verifiche sismiche dei rilevati stradali e delle trincee di scavo:

	Progressive		Cat. suolo	$a_g(g)$ [m/s <sup>2</sup> ]	$S_s$	$S_T$	$a_{max}(g)$ [m/s <sup>2</sup> ]
	da	a					
TRATTO 1	Inizio	4+000.00	B	0.172	1.200	1.000	<b>0.206</b>
TRATTO 2	4+000.00	5+700.00	C	0.204	1.416	1.000	<b>0.289</b>
TRATTO 3	5+700.00	Fine	B	0.232	1.186	1.000	<b>0.275</b>

**Tabella 5: Zonazione sismica del tracciato per trincee e rilevati stradali**

## 4.2 TRINCEE STRADALI


La realizzazione delle trincee richiede scavi di sbancamento che devono essere realizzati con pendenza delle scarpate adeguate alle caratteristiche geotecniche dei terreni in situ, in modo da assicurare la sicurezza, limitare gli ingombri planimetrici e quindi limitare l'impatto ambientale.

In sede di progettazione è stata assunta una pendenza delle scarpate di 2/3 con altezze fino a circa 9 m.

Le trincee presenti lungo il tracciato si sviluppano in 3 tratti principali:

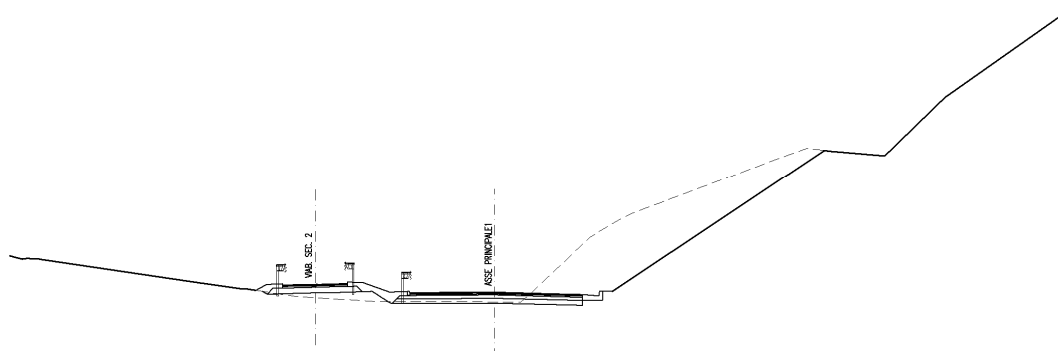
- dalla sez. 29 alla sez. 40 (asse principale): la trincea riguarda lo strato di marne calcarenitiche sabbiose (MCS) con altezze comprese tra 4÷9 m;
- dalla sez. 469 alla sez. 472 (asse principale): la trincea riguarda lo strato di sabbie (S) con altezze di circa 3 m ;
- dalla sez. 565 alla sez. 571 (asse principale): la trincea riguarda lo strato di marne calcarenitiche argillosa (MCA) con altezze comprese tra 2÷4 m.

Le analisi di stabilità globale sono state condotte su tutte le sezioni significative dei 3 tratti su indicati e nella presente relazione si descrive la sez. 30 del tratto 1, la sez. 470 del tratto 2 e la sez. 568 del tratto 3, in quanto sia in termini di geomorfologia che di altezza di sbancamento risulta la più gravosa.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### 4.2.1 Verifica sezione n. 30

La sezione n. 30 in esame, si trova lungo l'asse principale alla progressiva 0+560.00, con altezza massima della trincea di circa 9 m.



**Figura 1: Sezione stradale n. 30**

Il tratto di trincea in esame ricade all'interno di un'area in cui la stratigrafia risulta abbastanza omogenea con la prevalenza dello strato di marne calcarenitiche sabbiose (MCS) che presentano un grado medio basso di cementazione.

Pertanto in sede di progettazione sono stati assunti i valori minimi/medi dei parametri geotecnici caratteristici del range riportato nella relazione geotecnica di progetto:


- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 7.5 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 33^\circ$ .

Le ipotesi fatte per le verifiche di stabilità sono di movimento rotazionale con superficie di scorrimento circolare avente origine nel piede della scarpata. La verifica è stata condotta allo S.L.U. considerando l'azione sismica in quanto le trincee sono definitive.

Tenuto conto che la sezione in esame ricade nel tratto 1 della zonazione sismica definita nella "Relazione Sismica" di progetto, l'accelerazione sismica vale  $a_{\max}(g) = 0.206 \text{ m/s}$ .

I parametri considerati per il dimensionamento sono pertanto i seguenti:

$$a_g(g) = 0.172 \text{ m/s}$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Categoria di suolo: B

$$S_S = 1.20$$

$$S_T = 1.00$$

$$a_{\max}(g) = 0.206 \text{ m/s}$$

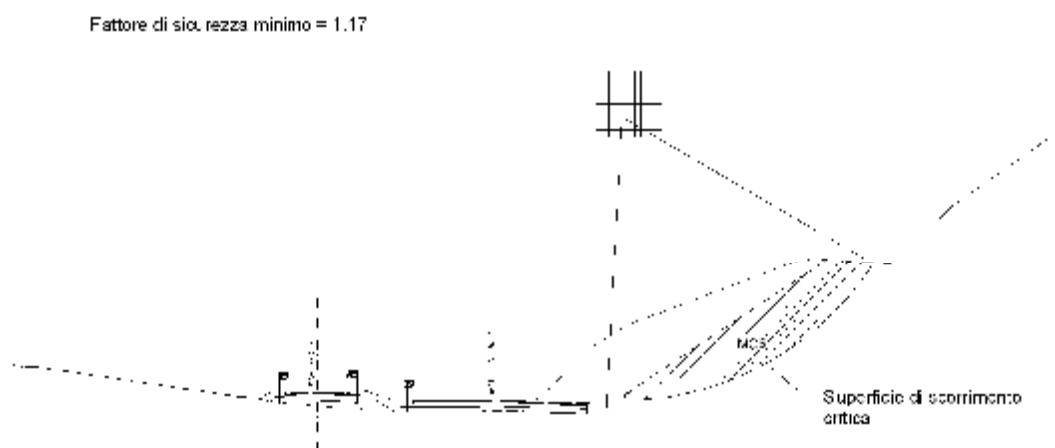
$$\beta_s = 0.24$$

$$k_h = 0.0495$$


$$k_v = 0.0247$$

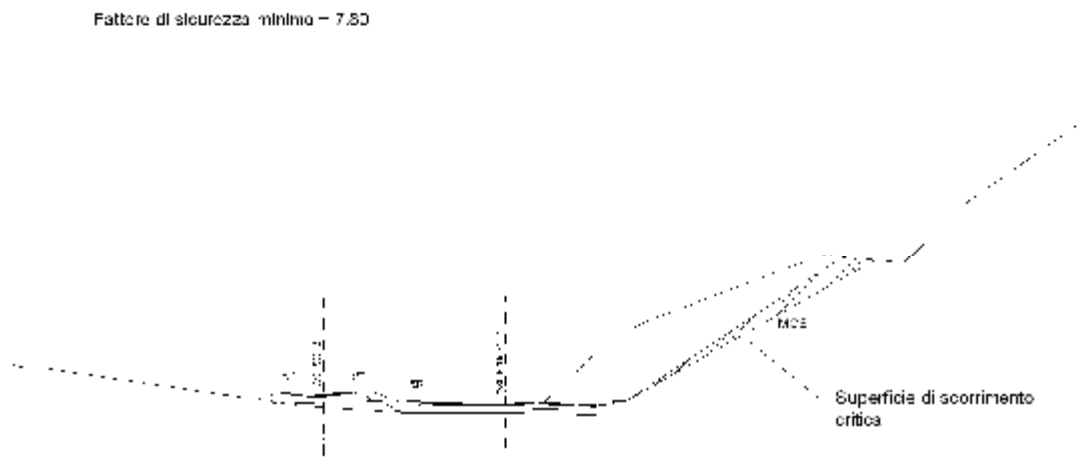
La scelta della superficie circolare risulta adeguata trattandosi di un pendio omogeneo. Tuttavia non essendo un terreno posto in opera e compattato come nel caso dei rilevati, si prevede una verifica supplementare considerando una superficie di scorrimento piana con origine il piede della scarpata.

Di seguito si riportano le immagini delle verifiche di stabilità con rappresentata la superficie di scorrimento circolare più gravosa e la superficie di scorrimento piana più gravosa con i relativi fattori di sicurezza.



**Figura 2: Superficie di scorrimento circolare critica – Sez. 30**

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--




**Figura 3: Superficie di scorrimento piana critica – Sez. 30**

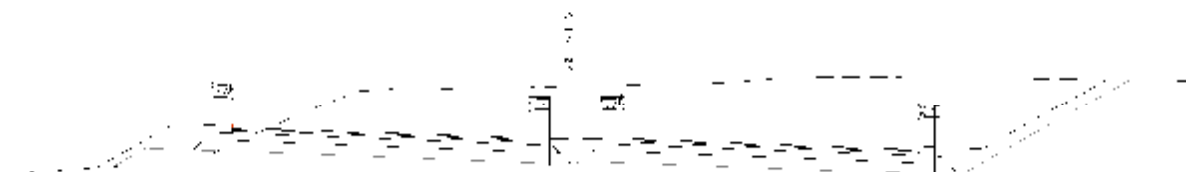
Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale della trincea, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, per la superficie circolare risulta pari a 1.17 e per la superficie piana risulta pari a 7.80. In entrambi i casi il fattore di sicurezza risulta maggiore di 1.10, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Nell'allegato 1 si riportano i dettagli di calcolo della verifica di stabilità globale con superficie circolare che risulta la più gravosa.

#### 4.2.2 Verifica sezione n. 470

La sezione n. 470 in esame, si trova lungo l'asse principale alla progressiva 8+620.00, con altezza massima della trincea di circa 3 m.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--



**Figura 4: Sezione stradale n. 470**

Il tratto di trincea in esame ricade all'interno di un'area in cui la stratigrafia risulta abbastanza omogenea con la prevalenza dello strato di sabbie (S) che presenta, come descritto in relazione geotecnica, una matrice limosa che ne conferisce una certa coesività.

In sede di progettazione sono stati assunti i valori minimi/medi dei parametri geotecnici caratteristici del range riportato nella relazione geotecnica di progetto:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 5 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 32^\circ$ .

Le ipotesi fatte per le verifiche di stabilità sono di movimento rotazionale con superficie di scorrimento circolare avente origine nel piede della scarpata. La verifica è stata condotta allo S.L.U. considerando l'azione sismica in quanto le trincee sono definitive.

Tenuto conto che la sezione in esame ricade nel tratto 3 della zonazione sismica definita nella "Relazione Sismica" di progetto, l'accelerazione sismica vale  $a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$ .

I parametri considerati per il dimensionamento sono pertanto i seguenti:

$$a_g(g) = 0.232 \text{ m/s}$$


Categoria di suolo: B

$$S_S = 1.186$$

$$S_T = 1.00$$

$$a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$$

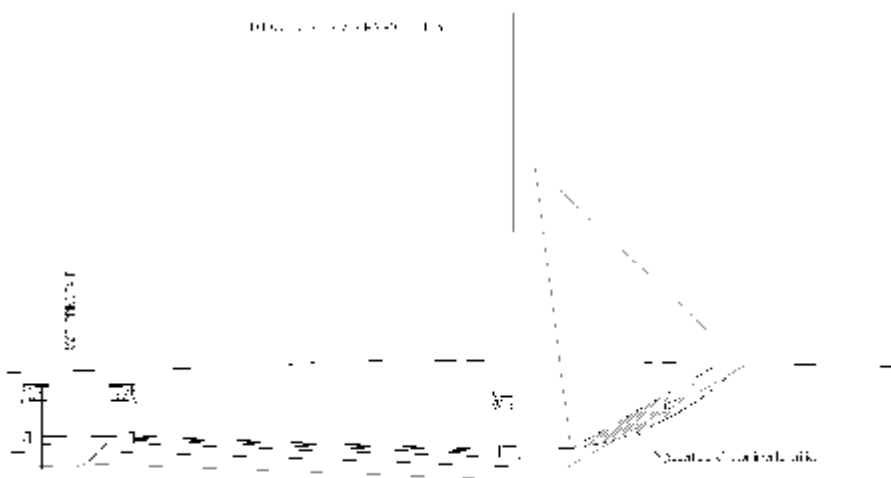
$$\beta_s = 0.28$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$$k_h = 0.077$$

$$k_v = 0.0385$$

Di seguito si riporta l'immagine della verifica di stabilità con rappresentata la superficie di scorrimento circolare più gravosa ed il relativo fattore di sicurezza.



**Figura 5: Superficie di scorrimento circolare critica – Sez. 470**


Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale della trincea, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, risulta pari a 1.45 maggiore di 1.10 prescritto da normativa. Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

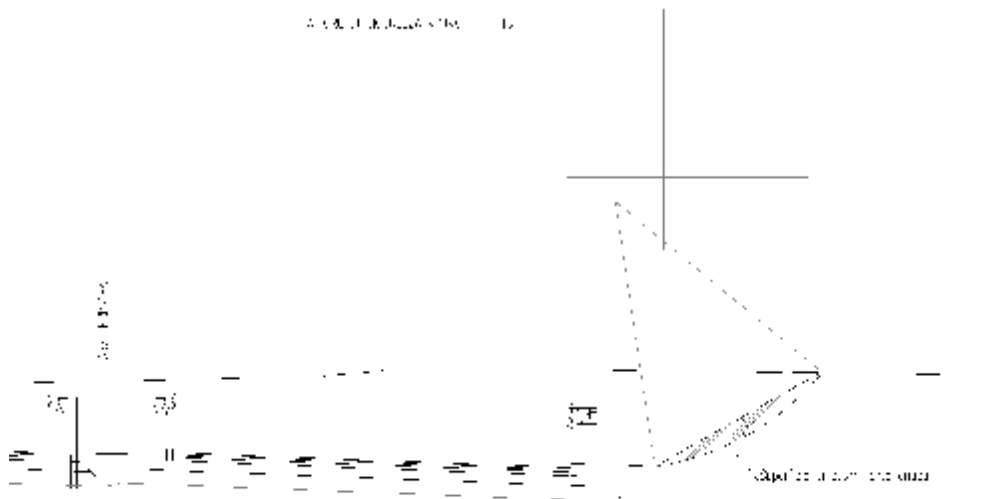
A vantaggio di sicurezza la stessa verifica è stata condotta trascurando la coesione dello strato di sabbie S; i parametri geotecnici caratteristici utilizzati sono pertanto i seguenti:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 0 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 35^\circ$ .

Di seguito si riporta l'immagine della verifica di stabilità con rappresentata la superficie di scorrimento circolare più gravosa ed il relativo fattore di sicurezza.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--




**Figura 6: Superficie di scorrimento circolare critica – Sez. 470 – Senza coesione**

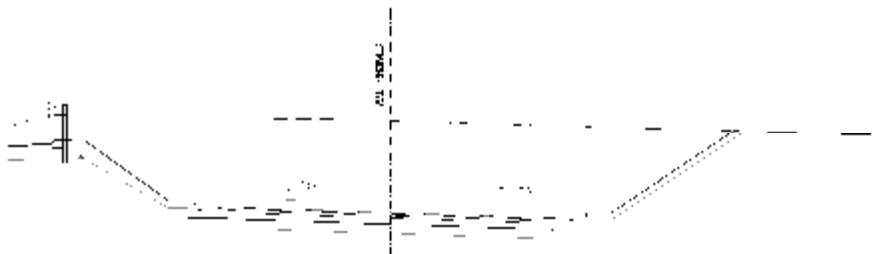
Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale della trincea, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, risulta pari a 1.13 maggiore di 1.10 prescritto da normativa. Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Nell'allegato 1 si riportano i dettagli di calcolo della verifica di stabilità globale con i parametri geotecnici caratteristici di progetto.

#### **4.2.3 Verifica sezione n. 568**

La sezione n. 568 in esame, si trova lungo l'asse principale alla progressiva 10+500.00, con altezza massima della trincea di circa 4 m.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--



**Figura 7: Sezione stradale n. 568**

Il tratto di trincea in esame ricade all'interno di un'area in cui la stratigrafia risulta abbastanza omogenea con la prevalenza dello strato di marne calcarenitiche argillose (MCA) che presentano un grado medio di cementazione.

In sede di progettazione sono stati assunti i valori minimi/medi dei parametri geotecnici caratteristici del range riportato nella relazione geotecnica di progetto:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 30 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 20^\circ$ .

Le ipotesi fatte per le verifiche di stabilità sono di movimento rotazionale con superficie di scorrimento circolare avente origine nel piede della scarpata. La verifica è stata condotta allo S.L.U. considerando l'azione sismica in quanto le trincee sono definitive.

Tenuto conto che la sezione in esame ricade nel tratto 3 della zonazione sismica definita nella "Relazione Sismica" di progetto, l'accelerazione sismica vale  $a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$ .

I parametri considerati per il dimensionamento sono pertanto i seguenti:

$$a_g(g) = 0.232 \text{ m/s}$$

Categoria di suolo: B


$$S_S = 1.186$$

$$S_T = 1.00$$

$$a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$$

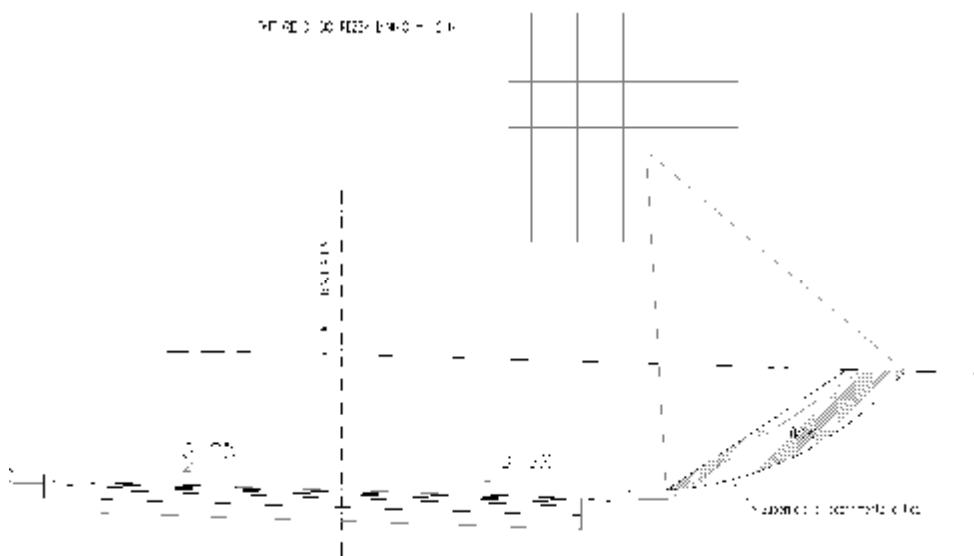
$$\beta_s = 0.28$$

$$kh = 0.077$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$k_v = 0.0385$

Di seguito si riporta l'immagine della verifica di stabilità con rappresentata la superficie di scorrimento circolare più gravosa ed il relativo fattore di sicurezza.



**Figura 8: Superficie di scorrimento circolare critica – Sez. 568**


Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale della trincea, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, risulta pari a 2.49 maggiore di 1.10 prescritto da normativa. Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Nell'allegato 1 si riportano i dettagli di calcolo della verifica di stabilità globale.

### 4.3 RILEVATI STRADALI

Le verifiche dei rilevati sono state condotte verificando la stabilità del corpo del rilevato stesso e valutando i cedimenti del piano di posa.

Lungo l'intero tracciato, principale e secondarie, le altezze dei rilevati stradali risultano variabili fino ad altezze di circa 7.5 m; la pendenza delle scarpate, visto il range di variazione delle

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

accelerazioni sismiche al suolo (vedi "Relazione Sismica"), è stata assunta pari a 2/3.5 in modo da soddisfare le verifiche di stabilità globale dell'opera in condizioni sismiche.

Per la realizzazione dei rilevati si prevede l'utilizzo di materiale granulare arido di cava o, quando risulta idoneo, il materiale di risulta degli scavi opportunamente stabilizzato a calce, al fine di raggiungere sufficienti caratteristiche meccaniche per il soddisfacimento delle verifiche di stabilità. La scelta di utilizzare la stabilizzazione a calce sarà assoggettata a prove di laboratorio e sperimentazione in situ in fase di progettazione esecutiva.

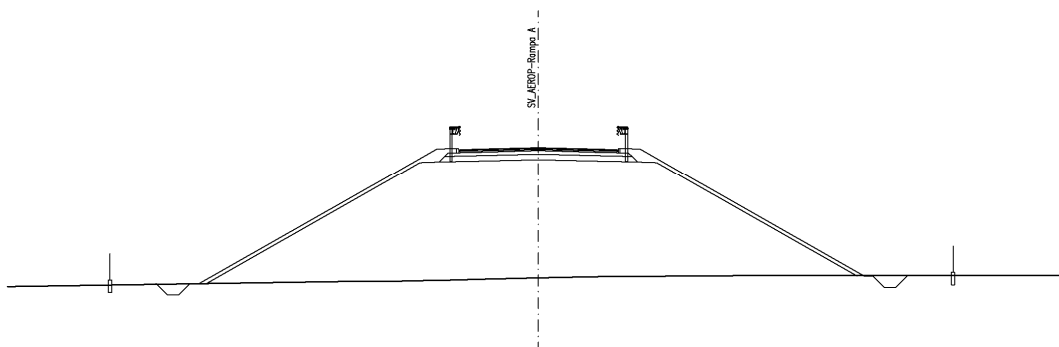
#### 4.3.1 Verifica di stabilità

Esaminando tutte le sezioni stradali del progetto, sia asse principale che viabilità secondaria, le sezioni più significative, sia in termini di altezza di rilevato che in termini di caratteristiche geotecniche del terreno di base, risultano le seguenti:


- sez. 306 sull'asse principale, con altezza di circa 3.50 m;
- sez. 7 della viabilità secondaria 26 in affiancamento all'asse principale alla sez. 486, con rilevato di altezza di circa 3.40 m.
- sez. 21 della rampa A dello svincolo aeroporto, con rilevato di altezza di circa 7.40 m.

Ai fini della verifica di stabilità globale del rilevato si fa riferimento alla situazione più gravosa in termini di altezza fuori terra, ossia la sez. 21 della rampa A dello svincolo per l'aeroporto di Comiso.

La sezione n. 21 in esame, si trova lungo la rampa A alla progressiva 0+355.84, con altezza massima del rilevato di circa 7.40 m:



**Figura 9: Sezione stradale n. 21**

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Il rilevato in esame ricade all'interno di un'area in cui la stratigrafia risulta abbastanza omogenea per i primi 10 m con prevalenza dello strato di sabbie (S) caratterizzate con i seguenti parametri geotecnici caratteristici (vedi "Relazione Geotecnica"):

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 10 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi' = 32^\circ$ .

Le ipotesi fatte per le verifiche di stabilità sono di movimento rotazionale con superficie di scorrimento circolare avente origine nel piede della scarpata.

La verifica è stata condotta allo S.L.U. in combinazione sismica, in quanto risulta la condizione più gravosa.

Tenuto conto che la sezione in esame ricade nel tratto 3 della zonazione sismica definita nella "Relazione Sismica" di progetto, l'accelerazione sismica vale  $a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$ .

I parametri considerati per il dimensionamento sono pertanto i seguenti:

$$a_g(g) = 0.232 \text{ m/s}$$

Categoria di suolo: B

$$S_S = 1.186$$

$$S_T = 1.00$$


$$a_{\max}(g) = 0.275 \text{ m/s}$$

$$\beta_s = 0.28$$

$$k_h = 0.077$$

$$k_v = 0.0385.$$

***In ottemperanza al punto 2) del verbale di Pre-Conferenza della riunione del 05.12.2011, che prescrive la produzione di una verifica di stabilità integrativa relativa ai rilevati stradali stabilizzati a calce, secondo il punto C.4 dello stesso verbale, il presente paragrafo riporta le verifiche di stabilità globale della sezione stradale n. 21 (di maggiore altezza) sia con rilevato costituito da materiale di cava che con materiale stabilizzato a calce.***

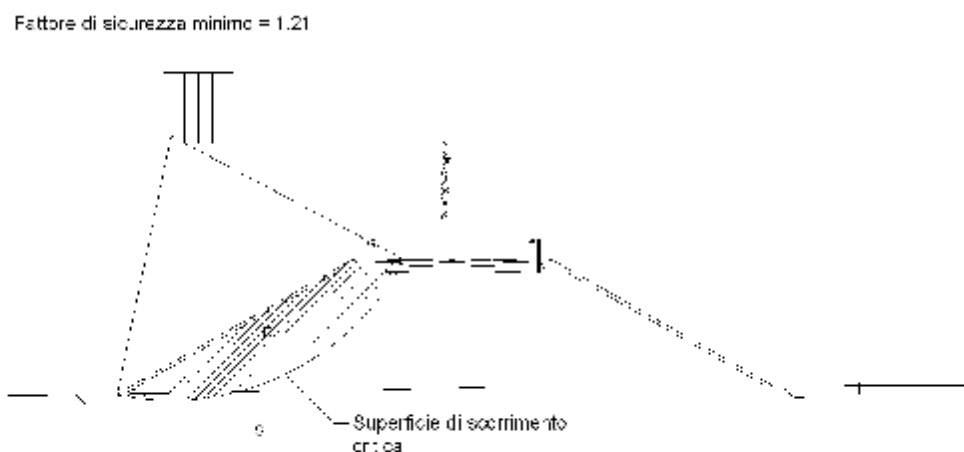
 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### 4.3.1.1 Rilevato stradale con materiale di cava

Il rilevato stradale in esame, sez. n. 21, si suppone costituito da materiale di cava, con i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 0 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi' = 36^\circ$ .


Di seguito si riporta un grafico con rappresentata la superficie di scorrimento più gravosa ed il relativo fattore di sicurezza:



**Figura 10: Superficie di scorrimento critica – Sez. 21**

Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale del rilevato, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, risulta pari a 1.21, maggiore di 1.10. Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

I dettagli di calcolo sono riportati nell'Allegato 1.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

#### 4.3.1.2 Rilevato stradale con materiale stabilizzato a calce

Il rilevato stradale in esame, sez. n. 21, si suppone costituito da materiale stabilizzato a calce; il materiale oggetto della stabilizzazione è quello di risulta degli scavi che per quasi l'intero tracciato, escludendo lo strato superficiale di terreno vegetale, consiste nello strato di sabbie (S) costituito da un'alternanza di sabbie con livelli arenacei, conglomerati, ghiaie e sabbie carbonatiche.

Tale litotipo, come da relazione geotecnica, presenta i seguenti parametri geotecnici:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 10 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 32^\circ$ .

Il rimaneggiamento del litotipo in esame nelle fasi di scavo comporta un decremento delle caratteristiche meccaniche e di resistenza del terreno, considerando cautelativamente l'annullamento della coesione e la riduzione dell'angolo di resistenza al taglio a circa  $28^\circ$ .


La stabilizzazione a calce consiste nella miscelazione del terreno da trattare con legante (calce) mediante l'ausilio di idonee macchine stabilizzatrici, allo scopo di ottenere un miglioramento significativo delle proprietà fisico-meccaniche della terra.

La stabilizzazione a calce consente un notevole incremento della coesione del materiale trattato in relazione al tipo di terreno e alla percentuale di legante utilizzato. Nel caso in esame, con percentuale di legante tra 2÷3%, da letteratura si può ipotizzare, con ampi margini di sicurezza, il raggiungimento di una coesione del terreno trattato compreso tra 20÷50 kPa.

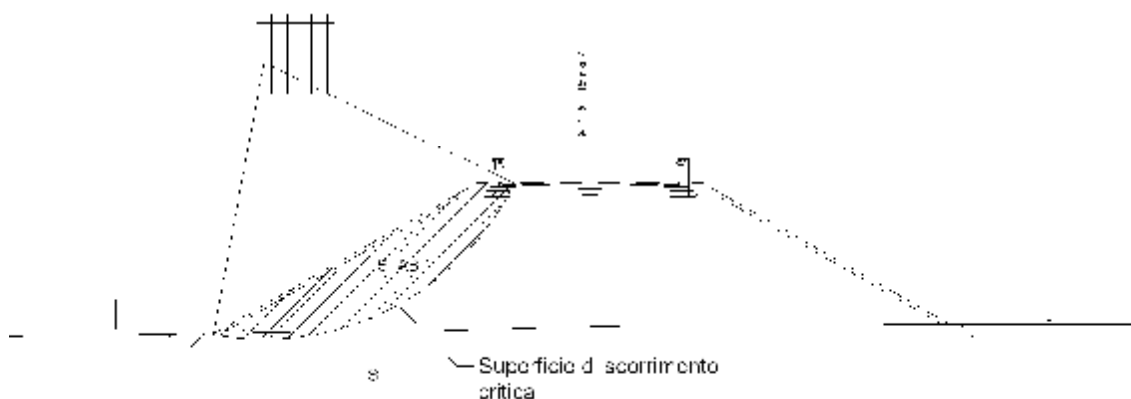
In sede di verifica di stabilità, a vantaggio di sicurezza, si esegue l'analisi con i seguenti parametri geotecnici caratteristici del materiale stabilizzato:

- Peso dell'unità di volume  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ;
- Coesione drenata  $c' = 15 \text{ kPa}$ ;
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 28^\circ$ .

Di seguito si riporta un grafico con rappresentata la superficie di scorrimento più gravosa ed il relativo fattore di sicurezza:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Superficie di scorrimento n° 42  
 $FS = 1.46$



**Figura 11: Superficie di scorrimento critica – Sez. 21**

Come si evince dalla figura, il fattore di sicurezza alla stabilità globale del rilevato stabilizzato a calce, con l'abbattimento per parametri geotecnici prescritti da normativa, risulta pari a 1.46, maggiore di 1.10. Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

E' importante sottolineare che a lavori eseguiti è necessario procedere ad una verifica sperimentale delle caratteristiche meccaniche e di resistenza del materiale stabilizzato, al fine di assicurare il raggiungimento dei parametri geotecnici assunti in sede di progettazione (peso specifico, angolo di attrito, coesione).


I dettagli di calcolo sono riportati nell'Allegato 3.

#### 4.3.2 Valutazione dei cedimenti

Per completare lo studio dei rilevati, dopo aver analizzato la stabilità globale del complesso rilevato-terreno attraverso i metodi dell'equilibrio limite, si procede ad analizzare il comportamento del rilevato sotto i carichi di esercizio e quindi verificare la sua funzionalità attraverso l'analisi dei cedimenti.

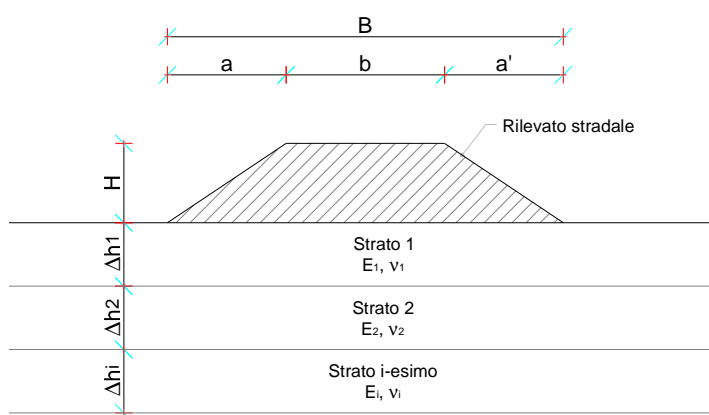
L'analisi dei cedimenti viene condotta separatamente per terreni incoerenti e per terreni coesivi, poiché presentano un comportamento diverso sotto l'azione di carichi applicati.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

## Terreni incoerenti

La valutazione dei cedimenti viene effettuata attraverso la "teoria dell'elasticità". Il terreno di fondazione del rilevato viene suddiviso in n strati di spessore  $\Delta h_i$ :



**Figura 12: Schema di calcolo del cedimento elastico in condizioni drenate**


ed il cedimento complessivo, noti i valori di deformabilità, è pari alla somma dei cedimenti dei singoli strati, valutati secondo l'espressione seguente:

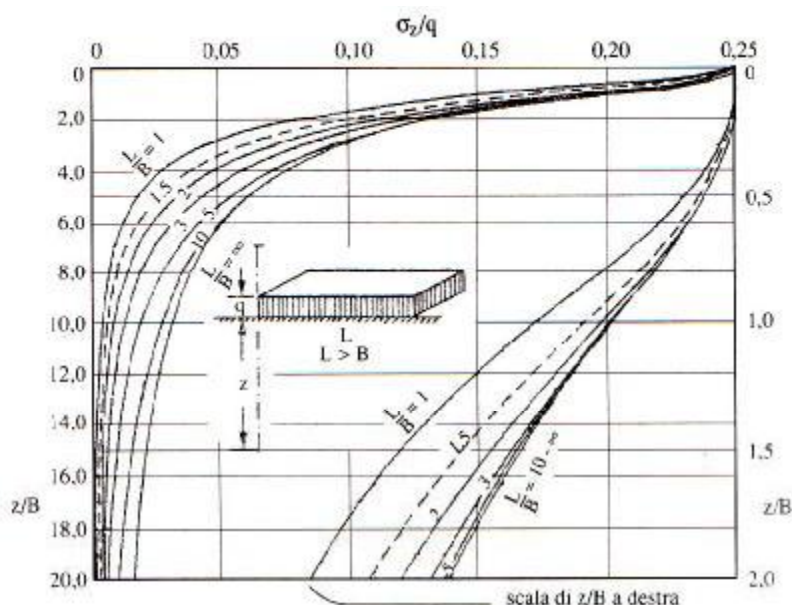
$$w_{tot} = \sum_i w_i = \sum_i \frac{\Delta \sigma_{zi}}{E_i} \cdot \Delta H_i$$

dove:

- $\Delta \sigma_{zi}$  = Incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità  $z_i$
- $z_i$  = Profondità media dal piano di carico dello strato i-esimo considerato
- $E_i$  = Modulo elastico dello strato i-esimo considerato
- $\Delta H_i$  = Spessore dello strato i-esimo considerato

L'incremento di tensione indotto dal carico  $\Delta \sigma_z$  viene valutato mediante la teoria del semispazio elastico di Boussinesq, in particolare si fa uso dell'abaco di Steinbrenner (1934) valido per i casi generali di carico distribuito uniforme su di un'area rettangolare di lati B ed L ( $L > B$ ) che consentono di valutare le tensioni lungo la verticale passante per il vertice dell'area di carico:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--



**Figura 13: Abaco di Steinbrenner**

Da esse, con semplici operazioni di sovrapposizione degli effetti, è possibile risalire alle tensioni indotte lungo una verticale qualsiasi di un'area di carico rettangolare o comunque scomponibile in rettangoli. L'espressione analitica della tensione è la seguente:


$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \left[ \arctan \frac{L \cdot B}{c \cdot z} + \frac{L \cdot B \cdot z}{c} \cdot \left( \frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right) \right]$$

dove:

- $q$  = carico distribuito uniforme:
- $m^2 = L^2 + z^2$
- $n^2 = B^2 + z^2$
- $c = \sqrt{L^2 + B^2 + z^2}$

Nei terreni incoerenti, per la loro elevata permeabilità, il processo di consolidazione è molto rapido per cui i cedimenti distorsionali e volumetrici avvengono contemporaneamente, all'atto di applicazione dei carichi. Per cui tali cedimenti vengono definiti "immediati ( $w_{imm}$ )".

### Terreni coesivi

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

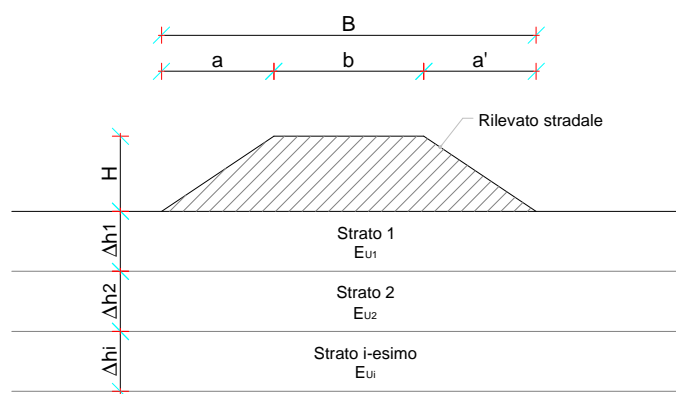
Nei terreni a grana fine soggetti all'applicazione di un carico, i cedimenti avvengono in parte all'atto stesso del carico, per deformazioni a volume costante dell'insieme scheletro solido-acqua (cedimento immediato o non drenato  $w_0$ ), ed in parte gradualmente nel tempo a seguito dell'espulsione dell'acqua e della conseguente dissipazione delle sovrappressioni neutre (cedimento di consolidazione  $w_c$ ). In corrispondenza di un generico tempo  $t$  può porsi:

$$w_{\text{tot}} = w_0 + U \cdot w_c$$

dove  $U$  è il grado di consolidazione e varia nel tempo tra 0 e 1.

Per il calcolo di tale cedimento  $w_{\text{tot}}$  si applica la teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Tale teoria si basa sulle determinazioni sperimentali di una prova ad espansione laterale impedita (prova edometrica) in cui le deformazioni avvengono solo in direzione verticale senza contrazioni o espansioni orizzontali. Tale ipotesi edometrica risulta tanto migliore quanto più ridotto è il valore del rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la larghezza dell'area di impronta del carico. Il terreno di fondazione del rilevato viene suddiviso in  $n$  strati di spessore  $\Delta h_i$ :




**Figura 14: Schema di calcolo del cedimento edometrico in condizioni non drenate**

ed il cedimento complessivo è pari alla somma dei cedimenti dei singoli strati:

$$w_{\text{ed}} = \sum_i w_{\text{edi}}$$

La relazione si presenta in forma diversa in relazione ai parametri di deformabilità noti. In particolare, noto il modulo edometrico del terreno di fondazione, allora risulta:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$$w_{edi} = \frac{\Delta\sigma_{zi}}{E_{ed}} \cdot \Delta H_i$$

dove:

- $\Delta\sigma_{zi}$  = Incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità  $z_i$
- $z_i$  = Profondità media dal piano di carico dello strato  $i$ -esimo considerato
- $E_{ed}$  = Modulo edometrico dello strato  $i$ -esimo considerato
- $\Delta H_i$  = Spessore dello strato  $i$ -esimo considerato
- $w_{ed}$  = cedimento edometrico

L'incremento di tensione verticale indotta dal carico  $\Delta\sigma_{zi}$  viene valutato mediante gli abachi di Steinbrenner (1934), come descritto al punto precedente.

Altra espressione per il calcolo del cedimento edometrico è il seguente:

$$w_{edi} = \Delta H_i \cdot \left( RR \cdot \log \frac{\sigma'_{pi}}{\sigma'_{v0i}} + CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0i} + \Delta\sigma_{zi}}{\sigma'_{pi}} \right) \quad \text{per } \sigma'_{v0} = \sigma'_p$$

$$w_{edi} = \Delta H_i \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0i} + \Delta\sigma_{zi}}{\sigma'_{v0i}} \quad \text{per } \sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z < \sigma'_p$$

$$w_{edi} = \Delta H_i \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0i} + \Delta\sigma_{zi}}{\sigma'_{v0i}} \quad \text{per } \sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z > \sigma'_p$$

Padfield e Sharrock (1983), dopo un ampio esame delle evidenze sperimentali, forniscono le seguenti indicazioni:

per terreni sovraconsolidati:

$$w_0 = (0.5 \div 0.6) \cdot w_{ed}$$

$$w_c = (0.4 \div 0.5) \cdot w_{ed}$$

$$w_{tot} = w_{ed}$$


per terreni normalconsolidati:

$$w_0 = 0.1 \cdot w_{ed}$$

$$w_c = w_{ed}$$

$$w_{tot} = 1.1 \cdot w_{ed}$$

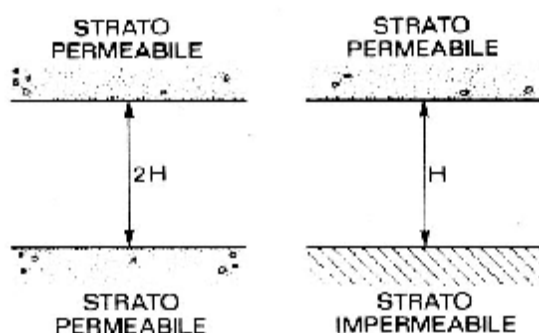
Noto il cedimento totale  $w_{tot}$  è possibile risalire al valore del cedimento al tempo  $t$   $w(t)$  attraverso la relazione già descritta  $w_{tot} = w_0 + U \cdot w_c$ .

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Il grado di consolidazione è funzione del fattore di tempo adimensionale  $T_v$ , che assume la seguente espressione:

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{H^2}$$

funzione del tempo  $t$ , del coefficiente di consolidazione primaria e del massimo percorso di drenaggio  $H$  che dipende dalle condizioni al contorno:



**Figura 15: Condizioni di drenaggio al contorno**


Infatti, nel caso in cui lo strato oggetto del processo di consolidazione presenti un singolo contorno drenante, il massimo percorso di drenaggio  $H$  coincide con l'intero spessore dello strato. Nei casi, invece, in cui lo strato presenti due contorni drenanti, sia a tetto che a letto dello strato in consolidazione, allora il massimo percorso di drenaggio  $H$  è pari alla metà dello spessore dello strato.

Per valutare il valore del grado di consolidazione si fa uso della relazione di Sivaram e Swamee (1977):

$$U_m = \frac{(4 \cdot T_v / \pi)^{0.5}}{\left[ 1 + \left( \frac{4 \cdot T_v}{\pi} \right)^{2.8} \right]^{0.179}}$$

dove  $U_m$  è il grado di consolidazione medio.

La verifica dei cedimenti di un rilevato consiste nel valutare i cedimenti residui a partire dalla fine della fase di costruzione del rilevato, in modo da evitare in fase di esercizio abbassamenti dannosi per l'opera infrastrutturale presente.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

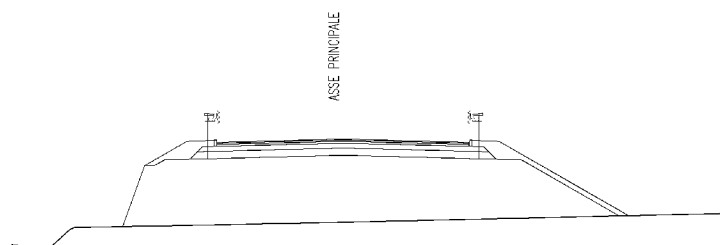
In sede di analisi si è fatto riferimento alle indicazioni sul capitolato speciale d'appalto del P.D., in cui si stabilisce definisce per i rilevati un cedimento massimo totale di 15 cm, oltre il quale è necessario prevedere un opportuno piano di monitoraggio degli assestamenti nel tempo. Per quanto concerne invece i cedimenti residui, si limitano al 10% del cedimento di consolidazione risultante a fine lavori, che in sede di progettazione è stato considerato 18 mesi.

L'analisi dei cedimenti è stata condotta sulle 3 sezioni trasversali precedentemente individuate in quanto presentano le maggiori altezze e la situazione geotecnica del terreno di base più gravosa.

### **Sez. 306 - Asse principale**

La sezione si trova lungo l'asse principale alla progressiva 5+680.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 3.50 m con la seguente successione stratigrafica:


- limi (L) da 0÷2.50 m dal p.c.
- sabbie (S) da 2.50÷7.80 m dal p.c.
- argilla (A)  $\geq 7.80$  dal p.c.



**Figura 16: Sezione stradale n. 306**

Allo scopo di creare uno strato drenato di separazione tra il rilevato e il terreno di base, è previsto una bonifica di circa 50 cm, con materiale drenante, granulare ed arido.

A meno dello strato sabbioso, i litotipi di base sono essenzialmente di tipo coesivo, pertanto i cedimenti che si generano a costruzione del rilevato ultimata, presentano un cedimento immediato di circa 1.32 cm, con un cedimento di consolidazione di circa 1.93 cm; il cedimento residuo a 18 mesi, data di ultimazione lavori, risulta pari a 0.079 cm, inferiore al 10% dell'intero cedimento di consolidazione, come prescritto da normativa.

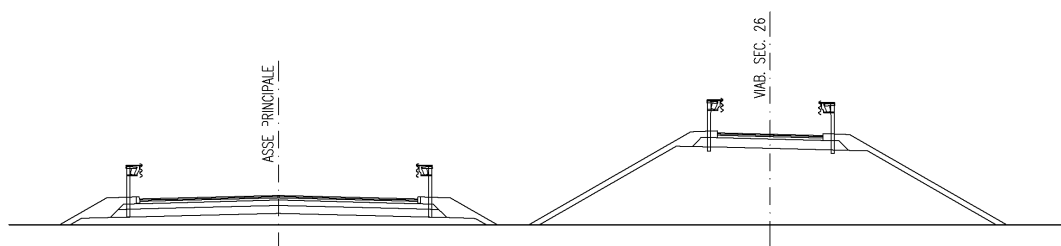
 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Pertanto gli abbassamenti indotti dal rilevato stradale non compromettono la funzionalità dell'infrastruttura.

### **Sez. 7 - Viabilità secondaria 26**

La sezione si trova sulla viabilità secondaria 26 alla progressiva 0+088.32, in affiancamento all'asse principale alla progressiva 8+940.00, in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 3.40 m con la seguente successione stratigrafica:

- terreno vegetale (TV) da 0÷2.10 m dal p.c.
- marne calcarenitiche sabbiose (MCS) da 2.10÷4.80 m dal p.c.
- sabbie (S) da 4.80÷15.45 m dal p.c.
- marne calcarenitiche sabbiose (MCS)  $\geq 15.45$  m dal p.c.




**Figura 17: Sezione stradale n. 7**

Dato la potenza notevole dello strato di terreno vegetale è stato considerato uno spessore di bonifica di circa 1 m, allo scopo di contenere i cedimenti verticali dell'opera e di creare uno strato drenato di separazione tra il rilevato e il terreno di base.

I litotipi di base sono essenzialmente di tipo incoerente, pertanto i cedimenti che si generano a costruzione del rilevato ultimata, sono stati calcolati in condizioni drenate ricavando un cedimento immediato di circa 3.46 cm, inferiore ai limiti prevista da capitolato.

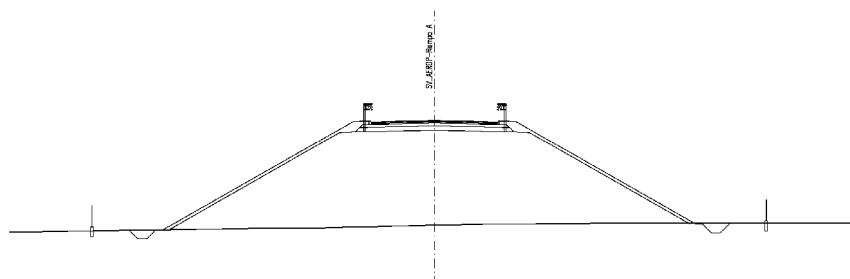
Pertanto gli abbassamenti indotti dal rilevato stradale non compromettono la funzionalità dell'infrastruttura.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

### **Sez. 21 – Rampa A dello svincolo per l'aeroporto**

La sezione si trova lungo l'asse principale alla progressiva 5+680.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 7.40 m con la seguente successione stratigrafica:

- sabbie (S) da 0÷7.60 m dal p.c.
- limi (L) da 7.60÷10.00 m dal p.c.
- argilla (A) da 10.00÷13.20 m dal p.c.
- sabbie (S)  $\geq$  13.20 dal p.c.



**Figura 18: Sezione stradale n. 21**

Allo scopo di creare uno strato drenato di separazione tra il rilevato e il terreno di base, è previsto una bonifica di circa 50 cm, con materiale drenante, granulare ed arido.

I litotipi di base sono una alternanza di terreni di tipo incoerente e coesivo, ma vista l'assenza di falda idrica è possibile condurre una analisi di tipo drenata, ricavando a costruzione del rilevato ultimata, un cedimento immediato di circa 9.28 cm, inferiore ai limiti prevista da capitolato.


Pertanto gli abbassamenti indotti dal rilevato stradale non compromettono la funzionalità dell'infrastruttura.

### **4.3.3 Conclusioni**


Lungo l'intero tracciato di progetto, asse principale e secondarie, si prevede uno scotico variabile di 30÷60 cm in funzione dello spessore di terreno vegetale presente in sito.

Nei tratti in cui lo strato di terreno vegetale risulta particolarmente potente, anche dell'ordine di 1÷2 m, si prevede uno strato di bonifica fino ad 1 m di spessore, che dalle verifiche condotte, garantisce il contenimento dei cedimenti verticali dell'opera al fine di non compromettere la funzionalità e la sicurezza dell'opera.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  <b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b>	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

La presenza dello strato di bonifica inoltre, determina uno strato drenato di separazione tra il rilevato e il terreno di base che assicura la riduzione delle eventuali pressioni idrauliche, onde evitare fenomeni di scalzamento al piede dei rilevati.

 Provincia Regionale di Ragusa	<p>POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p><b>Relazione sulle analisi di stabilità e dei cedimenti</b></p>	<p>SIS S.r.l. (Mandataria) A&amp;S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	--	---

## ALLEGATI

## **RELAZIONE DI CALCOLO**

La presente relazione è relativa alla verifica di pendii naturali, di scarpate per scavi e di opere in terra.

### **II      NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le costruzioni* emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/01/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

### **II      VERIFICHE DI STABILITÀ**

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.

### **•      METODO DI BISHOP**

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

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

$$(1) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^N [c_i \cdot b + (W_i(1 - K_v) - u_i \cdot b) \tan(f_i)] \frac{\sec(a_i)}{1 + \tan(f_i) \tan(a_i)}}{\sum_{i=1}^N W_i \left[ (1 - K_v) \sin(a_i) + \frac{K_h \cdot dh_i}{R} \right]} F$$

dove:

- $N$  = numero di conci in cui e' suddiviso il pendio
- $c_i$  = coesione alla base del concio  $i$
- $b$  = larghezza del concio
- $W_i$  = peso del concio
- $u_i$  = pressione interstiziale alla base
- $f_i$  = angolo di attrito del terreno alla base del concio
- $a_i$  = inclinazione della base del concio
- $K_v$  = coefficiente sismico verticale
- $K_h$  = coefficiente sismico orizzontale
- $R$  = raggio del cerchio di scivolamento
- $dh_i$  = 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.

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

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

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

<b>h</b>	: <i>altezza media del concio</i>
<b>L</b>	: <i>sviluppo larghezza alla base del concio</i>
<b><math>\alpha</math></b>	: <i>inclinazione della base del concio</i>
<b>c</b>	: <i>coesione terreno alla base del concio</i>
<b><math>\phi</math></b>	: <i>angolo di attrito interno alla base del concio</i>
<b>W</b>	: <i>peso del concio</i>
<b>hw</b>	: <i>altezza della falda dalla base del concio</i>
<b>Qw</b>	: <i>risultante delle pressioni interstiziali</i>
<b>Tcn</b>	: <i>Contributo elementi resistenti a taglio</i>
<b>Tgg</b>	: <i>Contributo geogriglie</i>

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

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

<b>Ff</b>	: <i>risultante delle forze verticali concentrate</i>
<b>Fq</b>	: <i>risultante delle forze verticali distribuite</i>
<b>Fr</b>	: <i>forza verticale da contributo inerzia corpo rigido</i>
<b>Fs</b>	: <i>incremento sismico verticale di <math>W + Ff + Fq + Fr</math></i>
<b>Ftot</b>	: <i>risultante forze verticali <math>W + Ff + Fq + Fr + Fs</math></i>



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

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

<b>Hf</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali concentrate</i>
<b>Hq</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali distribuite</i>
<b>Hr</b>	: <i>forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido</i>
<b>Htot</b>	: <i>risultante forze orizzontali, <math>H_f + H_q + H_r</math>, su profilo pendio</i>
<b>Hs</b>	: <i>azione sismica orizzontale di <math>W + F_f + F_q + F_r</math></i>

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

La tabella di seguito esposta riporta le forze scambiate tra i vari conci secondo le teorie selezionate (*Bishop, Jambu e Bell*). La simbologia è da interpretarsi come appresso descritto:

<b>Con. sx</b>	: <i>Concio a sinistra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>Con. dx</b>	: <i>Concio a destra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>F.or.</b>	: <i>Risultante delle forze (orizzontali) scambiate tra i due conci ortogonalmente alla superficie (verticale) di separazione</i>
<b>F.vert.</b>	: <i>Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione</i>

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.537
Latitudine Nord (Grd)	36.965
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	475.000
Accelerazione Ag/g	0.172
Fattore Stratigrafia 'S'	1.200
Coeff. Sismico Kh	0.049
Coeff. Sismico Kv	0.025
Numero conci :	60
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	37.360
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	15.440
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	34.000
Ordinata Polo (m):	33.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	0.50
Passo direzione 'Y' (m) :	0.50
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2 Capacita' Portante	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	0.00
						2	0.00	0.00
						3	0.00	17.83
						4	23.65	14.89
						5	35.45	15.11
						6	36.70	15.11
						7	36.70	15.44
						8	37.36	15.44
						9	50.76	24.36
						10	54.16	24.05
						11	60.00	29.18
1	MCS	0.750	33.00	1.900	1.900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 35											
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	34.0	33.0	17.9	1,3601							
2	34.5	33.0	17.8	1,3041							
3	35.0	33.0	17.7	1,2598							
4	35.5	33.0	17.7	1,2222							
5	36.0	33.0	17.6	1,1949							
6	36.5	33.0	17.6	1,1829							
7	37.0	33.0	17.6	1,1824							
8	37.5	33.0	17.6	1,1908							
9	38.0	33.0	17.6	1,207							
10	38.5	33.0	17.6	1,2294							
11	34.0	33.5	18.4	1,3328							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 35											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
12	34.5	33.5	18.3	1,3087							
13	35.0	33.5	18.2	1,242							
14	35.5	33.5	18.2	1,2253							
15	36.0	33.5	18.1	1,1865							
16	36.5	33.5	18.1	1,1804							
17	37.0	33.5	18.1	1,1839							
18	37.5	33.5	18.1	1,1952							
19	38.0	33.5	18.1	1,2135							
20	38.5	33.5	18.1	1,2374							
21	34.0	34.0	18.9	1,308							
22	34.5	34.0	18.8	1,2867							
23	35.0	34.0	18.7	1,2209							
24	35.5	34.0	18.7	1,1942							
25	36.0	34.0	18.6	1,1981							
26	36.5	34.0	18.6	1,1801							
27	37.0	34.0	18.6	1,187							
28	37.5	34.0	18.6	1,2009							
29	38.0	34.0	18.6	1,2209							
30	38.5	34.0	18.6	1,2473							
31	34.0	34.5	19.4	1,2855							
32	34.5	34.5	19.3	1,2404							
33	35.0	34.5	19.2	1,2056							
34	35.5	34.5	19.2	1,1867							
35	36.0	34.5	19.1	1,1795							
36	36.5	34.5	19.1	1,1958							
37	37.0	34.5	19.1	1,1914							
38	37.5	34.5	19.1	1,2075							
39	38.0	34.5	19.1	1,229							
40	38.5	34.5	19.1	1,2602							
41	34.0	35.0	19.8	1,2649							
42	34.5	35.0	19.8	1,2208							
43	35.0	35.0	19.7	1,1949							
44	35.5	35.0	19.6	1,1823							
45	36.0	35.0	19.6	1,1795							
46	36.5	35.0	19.6	1,185							
47	37.0	35.0	19.6	1,197							
48	37.5	35.0	19.6	1,2149							
49	38.0	35.0	19.6	1,2394							
50	38.5	35.0	19.6	1,2692							
51	34.0	35.5	20.3	1,2403							
52	34.5	35.5	20.3	1,2265							
53	35.0	35.5	20.2	1,1879							
54	35.5	35.5	20.1	1,1803							
55	36.0	35.5	20.1	1,1813							
56	36.5	35.5	20.1	1,1895							
57	37.0	35.5	20.1	1,2037							
58	37.5	35.5	20.1	1,223							
59	38.0	35.5	20.1	1,2525							
60	38.5	35.5	20.1	1,2753							
61	34.0	36.0	20.8	1,2433							
62	34.5	36.0	20.8	1,1967							
63	35.0	36.0	20.7	1,2008							
64	35.5	36.0	20.6	1,1804							
65	36.0	36.0	20.6	1,1984							
66	36.5	36.0	20.6	1,195							
67	37.0	36.0	20.6	1,211							
68	37.5	36.0	20.6	1,2338							
69	38.0	36.0	20.6	1,2621							
70	38.5	36.0	20.6	1,2785							
71	34.0	36.5	21.3	1,2288							
72	34.5	36.5	21.3	1,1901							
73	35.0	36.5	21.2	1,1982							
74	35.5	36.5	21.1	1,1821							
75	36.0	36.5	21.1	1,1891							
76	36.5	36.5	21.1	1,2015							
77	37.0	36.5	21.1	1,2304							
78	37.5	36.5	21.1	1,2472							
79	38.0	36.5	21.1	1,2681							
80	38.5	36.5	21.1	1,2789							
81	34.0	37.0	21.8	1,1994							
82	34.5	37.0	21.7	1,1862							
83	35.0	37.0	21.7	1,1977							
84	35.5	37.0	21.6	1,1853							
85	36.0	37.0	21.6	1,1944							
86	36.5	37.0	21.6	1,2206							
87	37.0	37.0	21.6	1,2302							
88	37.5	37.0	21.6	1,2569							
89	38.0	37.0	21.6	1,271							
90	38.5	37.0	21.6	1,2774							
91	34.0	37.5	22.3	1,1932							
92	34.5	37.5	22.2	1,2011							
93	35.0	37.5	22.2	1,184							
94	35.5	37.5	22.1	1,1897							
95	36.0	37.5	22.1	1,2007							
96	36.5	37.5	22.1	1,2165							
97	37.0	37.5	22.1	1,244							
98	37.5	37.5	22.1	1,2629							
99	38.0	37.5	22.1	1,2718							
100	38.5	37.5	22.1	1,2736							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 35											
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)	
1	0	0.25	4.45	0.60	27.5	0.03	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	0	0.25	5.19	0.60	27.5	0.10	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	0	0.25	5.93	0.60	27.5	0.17	0.0	0.00	0.00	0.00	
4	0	0.25	6.67	0.60	27.5	0.23	0.0	0.00	0.00	0.00	

**CARATTERISTICHE CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 35

Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
5	1	0.25	7.42	0.60	27.5	0.29	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1	0.25	8.16	0.60	27.5	0.35	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1	0.25	8.91	0.60	27.5	0.41	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1	0.25	9.66	0.60	27.5	0.47	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1	0.25	10.40	0.60	27.5	0.53	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1	0.25	11.15	0.60	27.5	0.58	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1	0.25	11.91	0.60	27.5	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1	0.25	12.66	0.60	27.5	0.69	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2	0.25	13.42	0.60	27.5	0.74	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2	0.25	14.18	0.60	27.5	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2	0.25	14.94	0.60	27.5	0.83	0.0	0.00	0.00	0.00
16	2	0.26	15.71	0.60	27.5	0.88	0.0	0.00	0.00	0.00
17	2	0.26	16.47	0.60	27.5	0.92	0.0	0.00	0.00	0.00
18	2	0.26	17.24	0.60	27.5	0.96	0.0	0.00	0.00	0.00
19	2	0.26	18.02	0.60	27.5	1.00	0.0	0.00	0.00	0.00
20	2	0.26	18.79	0.60	27.5	1.04	0.0	0.00	0.00	0.00
21	2	0.26	19.58	0.60	27.5	1.07	0.0	0.00	0.00	0.00
22	2	0.26	20.36	0.60	27.5	1.11	0.0	0.00	0.00	0.00
23	2	0.26	21.15	0.60	27.5	1.14	0.0	0.00	0.00	0.00
24	3	0.27	21.94	0.60	27.5	1.17	0.0	0.00	0.00	0.00
25	3	0.27	22.74	0.60	27.5	1.20	0.0	0.00	0.00	0.00
26	3	0.27	23.54	0.60	27.5	1.23	0.0	0.00	0.00	0.00
27	3	0.27	24.35	0.60	27.5	1.26	0.0	0.00	0.00	0.00
28	3	0.27	25.16	0.60	27.5	1.28	0.0	0.00	0.00	0.00
29	3	0.27	25.98	0.60	27.5	1.30	0.0	0.00	0.00	0.00
30	3	0.28	26.80	0.60	27.5	1.32	0.0	0.00	0.00	0.00
31	3	0.28	27.63	0.60	27.5	1.34	0.0	0.00	0.00	0.00
32	3	0.28	28.47	0.60	27.5	1.35	0.0	0.00	0.00	0.00
33	3	0.28	29.31	0.60	27.5	1.37	0.0	0.00	0.00	0.00
34	3	0.28	30.16	0.60	27.5	1.38	0.0	0.00	0.00	0.00
35	3	0.29	31.02	0.60	27.5	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
36	3	0.29	31.88	0.60	27.5	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
37	3	0.29	32.75	0.60	27.5	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
38	3	0.30	33.63	0.60	27.5	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
39	3	0.30	34.52	0.60	27.5	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
40	3	0.30	35.43	0.60	27.5	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
41	3	0.31	36.34	0.60	27.5	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
42	3	0.31	37.26	0.60	27.5	1.38	0.0	0.00	0.00	0.00
43	3	0.31	38.19	0.60	27.5	1.36	0.0	0.00	0.00	0.00
44	3	0.32	39.13	0.60	27.5	1.35	0.0	0.00	0.00	0.00
45	3	0.32	40.09	0.60	27.5	1.33	0.0	0.00	0.00	0.00
46	3	0.33	41.06	0.60	27.5	1.31	0.0	0.00	0.00	0.00
47	3	0.33	42.05	0.60	27.5	1.28	0.0	0.00	0.00	0.00
48	3	0.34	43.05	0.60	27.5	1.25	0.0	0.00	0.00	0.00
49	3	0.34	44.07	0.60	27.5	1.22	0.0	0.00	0.00	0.00
50	3	0.35	45.10	0.60	27.5	1.18	0.0	0.00	0.00	0.00
51	2	0.36	46.16	0.60	27.5	1.14	0.0	0.00	0.00	0.00
52	2	0.36	47.23	0.60	27.5	1.10	0.0	0.00	0.00	0.00
53	2	0.37	48.33	0.60	27.5	1.05	0.0	0.00	0.00	0.00
54	2	0.38	49.45	0.60	27.5	0.99	0.0	0.00	0.00	0.00
55	2	0.39	50.60	0.60	27.5	0.93	0.0	0.00	0.00	0.00
56	2	0.40	51.78	0.60	27.5	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
57	1	0.41	52.99	0.60	27.5	0.62	0.0	0.00	0.00	0.00
58	1	0.42	54.23	0.60	27.5	0.45	0.0	0.00	0.00	0.00
59	1	0.43	55.51	0.60	27.5	0.28	0.0	0.00	0.00	0.00
60	0	0.45	56.84	0.60	27.5	0.09	0.0	0.00	0.00	0.00

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 35

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24
5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.30
6	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.42
8	0.00	0.00	0.00	0.01	0.48
9	0.00	0.00	0.00	0.01	0.54
10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.60
11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.65
12	0.00	0.00	0.00	0.02	0.70
13	0.00	0.00	0.00	0.02	0.75

FORZE VERTICALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 35					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
14	0.00	0.00	0.00	0.02	0.80
15	0.00	0.00	0.00	0.02	0.85
16	0.00	0.00	0.00	0.02	0.90
17	0.00	0.00	0.00	0.02	0.94
18	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98
19	0.00	0.00	0.00	0.02	1.02
20	0.00	0.00	0.00	0.03	1.06
21	0.00	0.00	0.00	0.03	1.10
22	0.00	0.00	0.00	0.03	1.14
23	0.00	0.00	0.00	0.03	1.17
24	0.00	0.00	0.00	0.03	1.20
25	0.00	0.00	0.00	0.03	1.23
26	0.00	0.00	0.00	0.03	1.26
27	0.00	0.00	0.00	0.03	1.29
28	0.00	0.00	0.00	0.03	1.31
29	0.00	0.00	0.00	0.03	1.33
30	0.00	0.00	0.00	0.03	1.35
31	0.00	0.00	0.00	0.03	1.37
32	0.00	0.00	0.00	0.03	1.39
33	0.00	0.00	0.00	0.03	1.40
34	0.00	0.00	0.00	0.03	1.41
35	0.00	0.00	0.00	0.03	1.42
36	0.00	0.00	0.00	0.03	1.43
37	0.00	0.00	0.00	0.03	1.43
38	0.00	0.00	0.00	0.03	1.43
39	0.00	0.00	0.00	0.03	1.43
40	0.00	0.00	0.00	0.03	1.43
41	0.00	0.00	0.00	0.03	1.42
42	0.00	0.00	0.00	0.03	1.41
43	0.00	0.00	0.00	0.03	1.40
44	0.00	0.00	0.00	0.03	1.38
45	0.00	0.00	0.00	0.03	1.36
46	0.00	0.00	0.00	0.03	1.34
47	0.00	0.00	0.00	0.03	1.31
48	0.00	0.00	0.00	0.03	1.28
49	0.00	0.00	0.00	0.03	1.25
50	0.00	0.00	0.00	0.03	1.21
51	0.00	0.00	0.00	0.03	1.17
52	0.00	0.00	0.00	0.03	1.12
53	0.00	0.00	0.00	0.03	1.07
54	0.00	0.00	0.00	0.02	1.02
55	0.00	0.00	0.00	0.02	0.95
56	0.00	0.00	0.00	0.02	0.79
57	0.00	0.00	0.00	0.02	0.63
58	0.00	0.00	0.00	0.01	0.46
59	0.00	0.00	0.00	0.01	0.28
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10

FORZE ORIZZONTALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 35					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

FORZE ORIZZONTALI CONCI						
Superficie di Scorrimento N.ro: 35						
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)	
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 35																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 35																	
Conc. sx	Conc. dx	BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
		F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1	0	0														
1	2	.1	0														
2	3	.3	0														
3	4	.5	0														
4	5	.6	0														
5	6	.8	0														
6	7	1	0														
7	8	1.3	0														
8	9	1.5	0														
9	10	1.7	0														
10	11	1.9	0														
11	12	2.2	0														
12	13	2.4	0														
13	14	2.6	0														
14	15	2.9	0														
15	16	3.1	0														
16	17	3.3	0														
17	18	3.5	0														
18	19	3.7	0														
19	20	3.9	0														
20	21	4.1	0														
21	22	4.3	0														
22	23	4.4	0														
23	24	4.6	0														
24	25	4.7	0														
25	26	4.8	0														
26	27	4.9	0														
27	28	5	0														
28	29	5.1	0														
29	30	5.1	0														
30	31	5.2	0														
31	32	5.2	0														
32	33	5.2	0														
33	34	5.2	0														
34	35	5.1	0														
35	36	5.1	0														
36	37	5	0														
37	38	4.9	0														
38	39	4.8	0														
39	40	4.6	0														
40	41	4.5	0														
41	42	4.3	0														
42	43	4.1	0														
43	44	3.9	0														
44	45	3.6	0														
45	46	3.4	0														
46	47	3.1	0														
47	48	2.8	0														
48	49	2.5	0														
49	50	2.2	0														
50	51	1.9	0														
51	52	1.6	0														
52	53	1.2	0														
53	54	.9	0														
54	55	.6	0														
55	56	.3	0														
56	57	0	0														
57	58	-.2	0														
58	59	-.2	0														
59	60	-.2	0														
60		0	0														



DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.537
Latitudine Nord (Grd)	36.965
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	475.00
Accelerazione Ag/g	0.232
Fattore Stratigrafia 'S'	1.186
Coeff. Sismico Kh	0.077
Coeff. Sismico Kv	0.038
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	10.000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	5.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	10.000
Ordinata Polo (m):	10.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	0.50
Passo direzione 'Y' (m) :	0.50
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2 Capacita' Portante	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	5.00
						2	10.00	5.00
						3	15.50	8.00
						4	30.50	8.00
1	Sabbie (S)	0.500	30.00	1.850	1.850			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 33											
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	10.0	10.0	5.0	1,8498							
2	10.5	10.0	5.0	1,6152							
3	11.0	10.0	5.1	1,4981							
4	11.5	10.0	5.2	1,4912							
5	12.0	10.0	5.4	1,5667							
6	12.5	10.0	5.6	1,6938							
7	13.0	10.0	5.8	1,8598							
8	13.5	10.0	6.1	2,0579							
9	14.0	10.0	6.4	2,2836							
10	14.5	10.0	6.7	2,5337							
11	10.0	10.5	5.5	1,7556							
12	10.5	10.5	5.5	1,5602							
13	11.0	10.5	5.6	1,4679							
14	11.5	10.5	5.7	1,4848							
15	12.0	10.5	5.9	1,5647							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 33				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
16	12.5	10.5	6.0	1,6873							
17	13.0	10.5	6.3	1,8436							
18	13.5	10.5	6.5	2,0286							
19	14.0	10.5	6.8	2,2386							
20	14.5	10.5	7.1	2,4711							
21	10.0	11.0	6.0	1,6772							
22	10.5	11.0	6.0	1,5058							
23	11.0	11.0	6.1	1,4555							
24	11.5	11.0	6.2	1,4879							
25	12.0	11.0	6.3	1,57							
26	12.5	11.0	6.5	1,6885							
27	13.0	11.0	6.7	1,8365							
28	13.5	11.0	6.9	2,0102							
29	14.0	11.0	7.2	2,2069							
30	14.5	11.0	7.5	2,4243							
31	10.0	11.5	6.5	1,6108							
32	10.5	11.5	6.5	1,4744							
33	11.0	11.5	6.6	1,4546							
34	11.5	11.5	6.7	1,4969							
35	12.0	11.5	6.8	1,5804							
36	12.5	11.5	7.0	1,6951							
37	13.0	11.5	7.2	1,836							
38	13.5	11.5	7.4	2,0001							
39	14.0	11.5	7.6	2,1853							
40	14.5	11.5	7.9	2,3897							
41	10.0	12.0	7.0	1,544							
42	10.5	12.0	7.0	1,4605							
43	11.0	12.0	7.1	1,4608							
44	11.5	12.0	7.2	1,5102							
45	12.0	12.0	7.3	1,5942							
46	12.5	12.0	7.4	1,7054							
47	13.0	12.0	7.6	1,8404							
48	13.5	12.0	7.8	1,9963							
49	14.0	12.0	8.1	2,1714							
50	14.5	12.0	8.3	2,3645							
51	10.0	12.5	7.5	1,5059							
52	10.5	12.5	7.5	1,4576							
53	11.0	12.5	7.6	1,4719							
54	11.5	12.5	7.6	1,5263							
55	12.0	12.5	7.8	1,6104							
56	12.5	12.5	7.9	1,7186							
57	13.0	12.5	8.1	1,8482							
58	13.5	12.5	8.3	1,997							
59	14.0	12.5	8.5	2,1635							
60	14.5	12.5	8.7	2,3466							
61	10.0	13.0	8.0	1,4865							
62	10.5	13.0	8.0	1,4618							
63	11.0	13.0	8.1	1,4862							
64	11.5	13.0	8.1	1,5443							
65	12.0	13.0	8.2	1,6282							
66	12.5	13.0	8.4	1,7338							
67	13.0	13.0	8.5	1,8587							
68	13.5	13.0	8.7	2,0013							
69	14.0	13.0	8.9	2,1603							
70	14.5	13.0	9.2	2,3347							
71	10.0	13.5	8.5	1,4785							
72	10.5	13.5	8.5	1,471							
73	11.0	13.5	8.6	1,5029							
74	11.5	13.5	8.6	1,5636							
75	12.0	13.5	8.7	1,6471							
76	12.5	13.5	8.9	1,7503							
77	13.0	13.5	9.0	1,8712							
78	13.5	13.5	9.2	2,0082							
79	14.0	13.5	9.4	2,1606							
80	14.5	13.5	9.6	2,3273							
81	10.0	14.0	9.0	1,4788							
82	10.5	14.0	9.0	1,4835							
83	11.0	14.0	9.1	1,5212							
84	11.5	14.0	9.1	1,5838							
85	12.0	14.0	9.2	1,6668							
86	12.5	14.0	9.3	1,7678							
87	13.0	14.0	9.5	1,885							
88	13.5	14.0	9.7	2,0174							
89	14.0	14.0	9.8	2,1638							
90	14.5	14.0	10.1	2,3236							
91	10.0	14.5	9.5	1,4841							
92	10.5	14.5	9.5	1,4983							
93	11.0	14.5	9.6	1,5404							
94	11.5	14.5	9.6	1,6046							
95	12.0	14.5	9.7	1,6872							
96	12.5	14.5	9.8	1,7862							
97	13.0	14.5	10.0	1,9001							
98	13.5	14.5	10.1	2,0281							
99	14.0	14.5	10.3	2,1693							
100	14.5	14.5	10.5	2,323							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 33											
Concio	h	L	$\alpha$	c	$\phi$	W	hw	Qw	Tcn	Tgg	

N.ro	(m)	(m)	(°)	(t/mq)	(°)	(t)	(m)	(t)	(t)	(t)
1	0	0.13	-8.17	0.40	24.8	0.01	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0	0.13	-7.01	0.40	24.8	0.03	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0	0.13	-5.86	0.40	24.8	0.05	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0	0.13	-4.71	0.40	24.8	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00
5	0	0.13	-3.56	0.40	24.8	0.09	0.0	0.00	0.00	0.00
6	0	0.13	-2.42	0.40	24.8	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1	0.13	-1.27	0.40	24.8	0.13	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1	0.13	-0.13	0.40	24.8	0.15	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1	0.13	1.02	0.40	24.8	0.17	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1	0.13	2.16	0.40	24.8	0.18	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1	0.13	3.31	0.40	24.8	0.20	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1	0.13	4.45	0.40	24.8	0.21	0.0	0.00	0.00	0.00
13	1	0.13	5.60	0.40	24.8	0.23	0.0	0.00	0.00	0.00
14	1	0.13	6.75	0.40	24.8	0.24	0.0	0.00	0.00	0.00
15	1	0.13	7.91	0.40	24.8	0.26	0.0	0.00	0.00	0.00
16	1	0.13	9.06	0.40	24.8	0.27	0.0	0.00	0.00	0.00
17	1	0.13	10.23	0.40	24.8	0.28	0.0	0.00	0.00	0.00
18	1	0.13	11.39	0.40	24.8	0.29	0.0	0.00	0.00	0.00
19	1	0.13	12.56	0.40	24.8	0.30	0.0	0.00	0.00	0.00
20	1	0.14	13.74	0.40	24.8	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00
21	1	0.14	14.92	0.40	24.8	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
22	1	0.14	16.10	0.40	24.8	0.33	0.0	0.00	0.00	0.00
23	1	0.14	17.30	0.40	24.8	0.34	0.0	0.00	0.00	0.00
24	1	0.14	18.50	0.40	24.8	0.35	0.0	0.00	0.00	0.00
25	1	0.14	19.71	0.40	24.8	0.35	0.0	0.00	0.00	0.00
26	1	0.14	20.93	0.40	24.8	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
27	1	0.14	22.16	0.40	24.8	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
28	2	0.14	23.41	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
29	2	0.14	24.66	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
30	2	0.15	25.92	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
31	2	0.15	27.20	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
32	2	0.15	28.50	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
33	2	0.15	29.81	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
34	2	0.15	31.14	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
35	2	0.16	32.48	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
36	2	0.16	33.85	0.40	24.8	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
37	1	0.16	35.24	0.40	24.8	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
38	1	0.16	36.65	0.40	24.8	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
39	1	0.17	38.10	0.40	24.8	0.35	0.0	0.00	0.00	0.00
40	1	0.17	39.56	0.40	24.8	0.34	0.0	0.00	0.00	0.00
41	1	0.17	41.07	0.40	24.8	0.33	0.0	0.00	0.00	0.00
42	1	0.18	42.60	0.40	24.8	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
43	1	0.18	44.18	0.40	24.8	0.30	0.0	0.00	0.00	0.00
44	1	0.19	45.80	0.40	24.8	0.26	0.0	0.00	0.00	0.00
45	1	0.19	47.46	0.40	24.8	0.23	0.0	0.00	0.00	0.00
46	1	0.20	49.19	0.40	24.8	0.19	0.0	0.00	0.00	0.00
47	1	0.21	50.97	0.40	24.8	0.16	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0	0.22	52.83	0.40	24.8	0.12	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0	0.23	54.76	0.40	24.8	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0	0.24	56.80	0.40	24.8	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 33

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.14
8	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15
9	0.00	0.00	0.00	0.01	0.17
10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19
11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21
12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.22
13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24
14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.25
15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.27
16	0.00	0.00	0.00	0.01	0.28

FORZE VERTICALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 33					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.29
18	0.00	0.00	0.00	0.01	0.30
19	0.00	0.00	0.00	0.01	0.31
20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32
21	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33
22	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34
23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.35
24	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36
25	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36
26	0.00	0.00	0.00	0.01	0.37
27	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
28	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
29	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39
31	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39
32	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39
33	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39
34	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39
35	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
36	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
37	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
38	0.00	0.00	0.00	0.01	0.37
39	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36
40	0.00	0.00	0.00	0.01	0.35
41	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34
42	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33
43	0.00	0.00	0.00	0.01	0.31
44	0.00	0.00	0.00	0.01	0.27
45	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24
46	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20
47	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03

FORZE ORIZZONTALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 33					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

**FORZE ORIZZONTALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 33

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**REAZIONI MUTUE FRA CONCI**

Superficie N.ro: 33

Conc. sx	Conc. dx	BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
		F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
1	1	0	0														
2	2	0	0														
3	3	.1	0														
4	4	.2	0														
5	5	.2	0														
6	6	.3	0														
7	7	.4	0														
8	8	.4	0														
9	9	.5	0														
10	10	.6	0														
11	11	.7	0														
12	12	.7	0														
13	13	.8	0														
14	14	.9	0														
15	15	.9	0														
16	16	1	0														
17	17	1.1	0														
18	18	1.1	0														
19	19	1.2	0														
20	20	1.2	0														
21	21	1.3	0														
22	22	1.3	0														
23	23	1.3	0														
24	24	1.4	0														
25	25	1.4	0														
26	26	1.4	0														
27	27	1.4	0														
28	28	1.4	0														
29	29	1.4	0														
30	30	1.4	0														
31	31	1.3	0														
32	32	1.3	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 33																	
Conc. sx	Conc. dx	BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
		F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
32	33	1.2	0														
33	34	1.2	0														
34	35	1.1	0														
35	36	1.1	0														
36	37	1	0														
37	38	.9	0														
38	39	.8	0														
39	40	.7	0														
40	41	.6	0														
41	42	.5	0														
42	43	.4	0														
43	44	.3	0														
44	45	.2	0														
45	46	.1	0														
46	47	0	0														
47	48	0	0														
48	49	-.1	0														
49	50	-.1	0														
50		0	0														

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.537
Latitudine Nord (Grd)	36.965
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	475.000
Accelerazione Ag/g	0.232
Fattore Stratigrafia 'S'	1.186
Coeff. Sismico Kh	0.077
Coeff. Sismico Kv	0.038
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	10.000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	5.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	10.000
Ordinata Polo (m):	10.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	0.50
Passo direzione 'Y' (m) :	0.50
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2 Capacita' Portante	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	5.00
						2	10.00	5.00
						3	16.50	9.00
						4	30.50	9.00
1	MCA	3.000	20.00	1.850	1.850			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 46				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
1	10.0	10.0	5.0	5,3432							
2	10.5	10.0	5.0	4,1868							
3	11.0	10.0	5.1	3,4697							
4	11.5	10.0	5.2	2,9906							
5	12.0	10.0	5.4	2,6946							
6	12.5	10.0	5.6	2,5792							
7	13.0	10.0	5.8	2,5651							
8	13.5	10.0	6.1	2,6151							
9	14.0	10.0	6.4	2,7094							
10	14.5	10.0	6.7	2,8367							
11	10.0	10.5	5.5	4,899							
12	10.5	10.5	5.5	3,9255							
13	11.0	10.5	5.6	3,2986							
14	11.5	10.5	5.7	2,8488							
15	12.0	10.5	5.9	2,6271							
16	12.5	10.5	6.0	2,54							
17	13.0	10.5	6.3	2,5336							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 46				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
18	13.5	10.5	6.5	2,5816							
19	14.0	10.5	6.8	2,6684							
20	14.5	10.5	7.1	2,785							
21	10.0	11.0	6.0	4,529							
22	10.5	11.0	6.0	3,6983							
23	11.0	11.0	6.1	3,1093							
24	11.5	11.0	6.2	2,7551							
25	12.0	11.0	6.3	2,5833							
26	12.5	11.0	6.5	2,5156							
27	13.0	11.0	6.7	2,5148							
28	13.5	11.0	6.9	2,5609							
29	14.0	11.0	7.2	2,6413							
30	14.5	11.0	7.5	2,7487							
31	10.0	11.5	6.5	4,216							
32	10.5	11.5	6.5	3,493							
33	11.0	11.5	6.6	2,9647							
34	11.5	11.5	6.7	2,692							
35	12.0	11.5	6.8	2,556							
36	12.5	11.5	7.0	2,503							
37	13.0	11.5	7.2	2,5058							
38	13.5	11.5	7.4	2,55							
39	14.0	11.5	7.6	2,6248							
40	14.5	11.5	7.9	2,7242							
41	10.0	12.0	7.0	3,9477							
42	10.5	12.0	7.0	3,264							
43	11.0	12.0	7.1	2,8662							
44	11.5	12.0	7.2	2,65							
45	12.0	12.0	7.3	2,5398							
46	12.5	12.0	7.4	2,4983							
47	13.0	12.0	7.6	2,5042							
48	13.5	12.0	7.8	2,5464							
49	14.0	12.0	8.1	2,6163							
50	14.5	12.0	8.3	2,7086							
51	10.0	12.5	7.5	3,674							
52	10.5	12.5	7.5	3,1094							
53	11.0	12.5	7.6	2,798							
54	11.5	12.5	7.6	2,623							
55	12.0	12.5	7.8	2,5324							
56	12.5	12.5	7.9	2,4997							
57	13.0	12.5	8.1	2,5081							
58	13.5	12.5	8.3	2,5484							
59	14.0	12.5	8.5	2,6142							
60	14.5	12.5	8.7	2,7006							
61	10.0	13.0	8.0	3,434							
62	10.5	13.0	8.0	3,0013							
63	11.0	13.0	8.1	2,7503							
64	11.5	13.0	8.1	2,6064							
65	12.0	13.0	8.2	2,5314							
66	12.5	13.0	8.4	2,5057							
67	13.0	13.0	8.5	2,5161							
68	13.5	13.0	8.7	2,5551							
69	14.0	13.0	8.9	2,6171							
70	14.5	13.0	9.2	2,6979							
71	10.0	13.5	8.5	3,267							
72	10.5	13.5	8.5	2,9241							
73	11.0	13.5	8.6	2,7179							
74	11.5	13.5	8.6	2,5973							
75	12.0	13.5	8.7	2,5351							
76	12.5	13.5	8.9	2,515							
77	13.0	13.5	9.0	2,5272							
78	13.5	13.5	9.2	2,5648							
79	14.0	13.5	9.4	2,6234							
80	14.5	13.5	9.6	2,6999							
81	10.0	14.0	9.0	3,1463							
82	10.5	14.0	9.0	2,8678							
83	11.0	14.0	9.1	2,6963							
84	11.5	14.0	9.1	2,5943							
85	12.0	14.0	9.2	2,5422							
86	12.5	14.0	9.3	2,527							
87	13.0	14.0	9.5	2,5403							
88	13.5	14.0	9.7	2,5771							
89	14.0	14.0	9.8	2,6331							
90	14.5	14.0	10.1	2,7052							
91	10.0	14.5	9.5	3,0588							
92	10.5	14.5	9.5	2,8274							
93	11.0	14.5	9.6	2,6825							
94	11.5	14.5	9.6	2,5958							
95	12.0	14.5	9.7	2,5519							
96	12.5	14.5	9.8	2,5408							
97	13.0	14.5	10.0	2,5556							
98	13.5	14.5	10.1	2,5915							
99	14.0	14.5	10.3	2,6448							
100	14.5	14.5	10.5	2,7136							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 46											
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)	
1	0	0.20	-18.90	2.40	16.2	0.03	0.0	0.00	0.00	0.00	



CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 46										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
2	0	0.19	-17.39	2.40	16.2	0.09	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0	0.19	-15.89	2.40	16.2	0.15	0.0	0.00	0.00	0.00
4	1	0.19	-14.40	2.40	16.2	0.21	0.0	0.00	0.00	0.00
5	1	0.19	-12.93	2.40	16.2	0.26	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1	0.19	-11.46	2.40	16.2	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1	0.19	-10.00	2.40	16.2	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1	0.19	-8.55	2.40	16.2	0.42	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1	0.19	-7.10	2.40	16.2	0.46	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1	0.19	-5.66	2.40	16.2	0.51	0.0	0.00	0.00	0.00
11	2	0.19	-4.22	2.40	16.2	0.56	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2	0.19	-2.78	2.40	16.2	0.60	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2	0.19	-1.35	2.40	16.2	0.64	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2	0.19	0.09	2.40	16.2	0.68	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2	0.19	1.52	2.40	16.2	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
16	2	0.19	2.96	2.40	16.2	0.76	0.0	0.00	0.00	0.00
17	2	0.19	4.39	2.40	16.2	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
18	2	0.19	5.83	2.40	16.2	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
19	2	0.19	7.28	2.40	16.2	0.86	0.0	0.00	0.00	0.00
20	3	0.19	8.72	2.40	16.2	0.89	0.0	0.00	0.00	0.00
21	3	0.19	10.18	2.40	16.2	0.92	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3	0.19	11.64	2.40	16.2	0.94	0.0	0.00	0.00	0.00
23	3	0.19	13.11	2.40	16.2	0.97	0.0	0.00	0.00	0.00
24	3	0.19	14.58	2.40	16.2	0.99	0.0	0.00	0.00	0.00
25	3	0.19	16.07	2.40	16.2	1.01	0.0	0.00	0.00	0.00
26	3	0.20	17.57	2.40	16.2	1.03	0.0	0.00	0.00	0.00
27	3	0.20	19.08	2.40	16.2	1.05	0.0	0.00	0.00	0.00
28	3	0.20	20.60	2.40	16.2	1.07	0.0	0.00	0.00	0.00
29	3	0.20	22.14	2.40	16.2	1.08	0.0	0.00	0.00	0.00
30	3	0.20	23.70	2.40	16.2	1.10	0.0	0.00	0.00	0.00
31	3	0.21	25.28	2.40	16.2	1.11	0.0	0.00	0.00	0.00
32	3	0.21	26.87	2.40	16.2	1.11	0.0	0.00	0.00	0.00
33	3	0.21	28.49	2.40	16.2	1.12	0.0	0.00	0.00	0.00
34	3	0.22	30.14	2.40	16.2	1.12	0.0	0.00	0.00	0.00
35	3	0.22	31.81	2.40	16.2	1.12	0.0	0.00	0.00	0.00
36	3	0.22	33.51	2.40	16.2	1.10	0.0	0.00	0.00	0.00
37	3	0.23	35.25	2.40	16.2	1.06	0.0	0.00	0.00	0.00
38	3	0.23	37.03	2.40	16.2	1.01	0.0	0.00	0.00	0.00
39	3	0.24	38.85	2.40	16.2	0.96	0.0	0.00	0.00	0.00
40	3	0.25	40.71	2.40	16.2	0.91	0.0	0.00	0.00	0.00
41	2	0.25	42.63	2.40	16.2	0.85	0.0	0.00	0.00	0.00
42	2	0.26	44.61	2.40	16.2	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
43	2	0.27	46.67	2.40	16.2	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
44	2	0.28	48.80	2.40	16.2	0.65	0.0	0.00	0.00	0.00
45	2	0.30	51.03	2.40	16.2	0.58	0.0	0.00	0.00	0.00
46	1	0.31	53.37	2.40	16.2	0.49	0.0	0.00	0.00	0.00
47	1	0.33	55.85	2.40	16.2	0.40	0.0	0.00	0.00	0.00
48	1	0.36	58.50	2.40	16.2	0.30	0.0	0.00	0.00	0.00
49	1	0.39	61.37	2.40	16.2	0.19	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0	0.43	64.53	2.40	16.2	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI						
Superficie di Scorrimento N.ro: 46						
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16	
4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	
5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.27	
6	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33	
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38	
8	0.00	0.00	0.00	0.02	0.43	
9	0.00	0.00	0.00	0.02	0.48	
10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.53	
11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.58	
12	0.00	0.00	0.00	0.02	0.62	
13	0.00	0.00	0.00	0.02	0.67	
14	0.00	0.00	0.00	0.03	0.71	

FORZE VERTICALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 46					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
15	0.00	0.00	0.00	0.03	0.75
16	0.00	0.00	0.00	0.03	0.79
17	0.00	0.00	0.00	0.03	0.82
18	0.00	0.00	0.00	0.03	0.86
19	0.00	0.00	0.00	0.03	0.89
20	0.00	0.00	0.00	0.03	0.92
21	0.00	0.00	0.00	0.04	0.95
22	0.00	0.00	0.00	0.04	0.98
23	0.00	0.00	0.00	0.04	1.01
24	0.00	0.00	0.00	0.04	1.03
25	0.00	0.00	0.00	0.04	1.05
26	0.00	0.00	0.00	0.04	1.07
27	0.00	0.00	0.00	0.04	1.09
28	0.00	0.00	0.00	0.04	1.11
29	0.00	0.00	0.00	0.04	1.12
30	0.00	0.00	0.00	0.04	1.14
31	0.00	0.00	0.00	0.04	1.15
32	0.00	0.00	0.00	0.04	1.16
33	0.00	0.00	0.00	0.04	1.16
34	0.00	0.00	0.00	0.04	1.17
35	0.00	0.00	0.00	0.04	1.17
36	0.00	0.00	0.00	0.04	1.14
37	0.00	0.00	0.00	0.04	1.10
38	0.00	0.00	0.00	0.04	1.05
39	0.00	0.00	0.00	0.04	1.00
40	0.00	0.00	0.00	0.03	0.94
41	0.00	0.00	0.00	0.03	0.88
42	0.00	0.00	0.00	0.03	0.82
43	0.00	0.00	0.00	0.03	0.75
44	0.00	0.00	0.00	0.03	0.68
45	0.00	0.00	0.00	0.02	0.60
46	0.00	0.00	0.00	0.02	0.51
47	0.00	0.00	0.00	0.02	0.42
48	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32
49	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

FORZE ORIZZONTALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 46					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06

FORZE ORIZZONTALI CONCI						
Superficie di Scorrimento N.ro: 46						
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)	
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 46																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	.2	0														
2	3	.5	0														
3	4	.7	0														
4	5	1	0														
5	6	1.2	0														
6	7	1.5	0														
7	8	1.8	0														
8	9	2	0														
9	10	2.3	0														
10	11	2.5	0														
11	12	2.8	0														
12	13	3	0														
13	14	3.3	0														
14	15	3.5	0														
15	16	3.7	0														
16	17	3.9	0														
17	18	4	0														
18	19	4.2	0														
19	20	4.3	0														
20	21	4.4	0														
21	22	4.5	0														
22	23	4.6	0														
23	24	4.6	0														
24	25	4.6	0														
25	26	4.6	0														
26	27	4.6	0														
27	28	4.5	0														
28	29	4.4	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 46																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
29	30	4.3	0														
30	31	4.1	0														
31	32	3.9	0														
32	33	3.7	0														
33	34	3.4	0														
34	35	3.1	0														
35	36	2.8	0														
36	37	2.5	0														
37	38	2.1	0														
38	39	1.7	0														
39	40	1.3	0														
40	41	1	0														
41	42	.6	0														
42	43	.2	0														
43	44	-.1	0														
44	45	-.4	0														
45	46	-.7	0														
46	47	-.9	0														
47	48	-1	0														
48	49	-.9	0														
49	50	-.7	0														
50		0	0														

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.654
Latitudine Nord (Grd)	37.024
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	475.000
Accelerazione Ag/g	0.232
Fattore Stratigrafia 'S'	1.186
Coeff. Sismico Kh	0.077
Coeff. Sismico Kv	0.038
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	10.000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	5.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	12.000
Ordinata Polo (m):	20.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	0.50
Passo direzione 'Y' (m) :	0.50
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2 Capacita' Portante	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	5.00
						2	10.00	5.00
						3	23.00	12.40
						4	34.50	12.40
						5	47.50	5.00
						6	55.00	5.00
1	Rilevato	0.000	36.00	1.900	1.900	1	10.00	5.00
						2	47.50	5.00
2	S	1.000	32.00	1.800	1.800			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
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	12.0	20.0	15.1	1,2179							
2	12.5	20.0	15.2	1,2681							
3	13.0	20.0	15.3	1,3167							
4	13.5	20.0	15.4	1,3693							
5	14.0	20.0	15.5	1,4221							
6	14.5	20.0	15.7	1,4772							
7	15.0	20.0	15.8	1,5346							
8	15.5	20.0	16.0	1,5948							
9	16.0	20.0	16.2	1,657							
10	16.5	20.0	16.3	1,7229							
11	12.0	20.5	15.6	1,2244							
12	12.5	20.5	15.7	1,2753							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
13	13.0	20.5	15.8	1,3239							
14	13.5	20.5	15.9	1,3748							
15	14.0	20.5	16.0	1,4276							
16	14.5	20.5	16.1	1,4828							
17	15.0	20.5	16.3	1,5399							
18	15.5	20.5	16.4	1,5989							
19	16.0	20.5	16.6	1,6611							
20	16.5	20.5	16.8	1,7243							
21	12.0	21.0	16.1	1,2318							
22	12.5	21.0	16.2	1,2796							
23	13.0	21.0	16.3	1,3317							
24	13.5	21.0	16.4	1,3824							
25	14.0	21.0	16.5	1,4351							
26	14.5	21.0	16.6	1,4895							
27	15.0	21.0	16.8	1,5457							
28	15.5	21.0	16.9	1,6044							
29	16.0	21.0	17.1	1,6647							
30	16.5	21.0	17.3	1,7283							
31	12.0	21.5	16.6	1,24							
32	12.5	21.5	16.7	1,2879							
33	13.0	21.5	16.8	1,3402							
34	13.5	21.5	16.9	1,3906							
35	14.0	21.5	17.0	1,4427							
36	14.5	21.5	17.1	1,4966							
37	15.0	21.5	17.2	1,5522							
38	15.5	21.5	17.4	1,6098							
39	16.0	21.5	17.6	1,6689							
40	16.5	21.5	17.7	1,7313							
41	12.0	22.0	17.1	1,2442							
42	12.5	22.0	17.2	1,2968							
43	13.0	22.0	17.3	1,3463							
44	13.5	22.0	17.4	1,3974							
45	14.0	22.0	17.5	1,4509							
46	14.5	22.0	17.6	1,5037							
47	15.0	22.0	17.7	1,5589							
48	15.5	22.0	17.9	1,6156							
49	16.0	22.0	18.0	1,6749							
50	16.5	22.0	18.2	1,7348							
51	12.0	22.5	17.6	1,2533							
52	12.5	22.5	17.7	1,3061							
53	13.0	22.5	17.8	1,3556							
54	13.5	22.5	17.8	1,4063							
55	14.0	22.5	18.0	1,4583							
56	14.5	22.5	18.1	1,5116							
57	15.0	22.5	18.2	1,5661							
58	15.5	22.5	18.3	1,6226							
59	16.0	22.5	18.5	1,6802							
60	16.5	22.5	18.7	1,7407							
61	12.0	23.0	18.1	1,263							
62	12.5	23.0	18.2	1,3123							
63	13.0	23.0	18.2	1,365							
64	13.5	23.0	18.3	1,4155							
65	14.0	23.0	18.4	1,4671							
66	14.5	23.0	18.6	1,5198							
67	15.0	23.0	18.7	1,5735							
68	15.5	23.0	18.8	1,6292							
69	16.0	23.0	19.0	1,6858							
70	16.5	23.0	19.1	1,7453							
71	12.0	23.5	18.6	1,2729							
72	12.5	23.5	18.7	1,3222							
73	13.0	23.5	18.7	1,3748							
74	13.5	23.5	18.8	1,425							
75	14.0	23.5	18.9	1,476							
76	14.5	23.5	19.0	1,5281							
77	15.0	23.5	19.2	1,5814							
78	15.5	23.5	19.3	1,6361							
79	16.0	23.5	19.4	1,6931							
80	16.5	23.5	19.6	1,7502							
81	12.0	24.0	19.1	1,2831							
82	12.5	24.0	19.2	1,3323							
83	13.0	24.0	19.2	1,3822							
84	13.5	24.0	19.3	1,4328							
85	14.0	24.0	19.4	1,4842							
86	14.5	24.0	19.5	1,5364							
87	15.0	24.0	19.6	1,5895							
88	15.5	24.0	19.8	1,6433							
89	16.0	24.0	19.9	1,6994							
90	16.5	24.0	20.1	1,7574							
91	12.0	24.5	19.6	1,2891							
92	12.5	24.5	19.7	1,3426							
93	13.0	24.5	19.7	1,3923							
94	13.5	24.5	19.8	1,4426							
95	14.0	24.5	19.9	1,4936							
96	14.5	24.5	20.0	1,5452							
97	15.0	24.5	20.1	1,5976							
98	15.5	24.5	20.3	1,6516							
99	16.0	24.5	20.4	1,706							
100	16.5	24.5	20.6	1,7631							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	0	0.30	-7.02	0.80	26.6	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0	0.30	-5.87	0.80	26.6	0.18	0.0	0.00	0.00	0.00
3	1	0.30	-4.72	0.80	26.6	0.29	0.0	0.00	0.00	0.00
4	1	0.30	-3.58	0.80	26.6	0.40	0.0	0.00	0.00	0.00
5	1	0.30	-2.43	0.80	26.6	0.51	0.0	0.00	0.00	0.00

**CARATTERISTICHE CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
6	1	0.30	-1.29	0.80	26.6	0.61	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1	0.30	-0.15	0.80	26.6	0.71	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1	0.30	1.00	0.80	26.6	0.81	0.0	0.00	0.00	0.00
9	2	0.30	2.14	0.80	26.6	0.90	0.0	0.00	0.00	0.00
10	2	0.30	3.28	0.80	26.6	0.99	0.0	0.00	0.00	0.00
11	2	0.30	4.43	0.80	26.6	1.08	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2	0.30	5.57	0.80	26.6	1.17	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2	0.30	6.72	0.80	26.6	1.25	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2	0.30	7.87	0.00	30.2	1.32	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2	0.31	9.03	0.00	30.2	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
16	3	0.31	10.19	0.00	30.2	1.46	0.0	0.00	0.00	0.00
17	3	0.31	11.35	0.00	30.2	1.53	0.0	0.00	0.00	0.00
18	3	0.31	12.52	0.00	30.2	1.59	0.0	0.00	0.00	0.00
19	3	0.31	13.69	0.00	30.2	1.65	0.0	0.00	0.00	0.00
20	3	0.31	14.87	0.00	30.2	1.70	0.0	0.00	0.00	0.00
21	3	0.31	16.06	0.00	30.2	1.76	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3	0.32	17.25	0.00	30.2	1.80	0.0	0.00	0.00	0.00
23	3	0.32	18.45	0.00	30.2	1.85	0.0	0.00	0.00	0.00
24	3	0.32	19.66	0.00	30.2	1.88	0.0	0.00	0.00	0.00
25	3	0.32	20.88	0.00	30.2	1.92	0.0	0.00	0.00	0.00
26	3	0.33	22.10	0.00	30.2	1.95	0.0	0.00	0.00	0.00
27	3	0.33	23.34	0.00	30.2	1.97	0.0	0.00	0.00	0.00
28	3	0.33	24.59	0.00	30.2	2.00	0.0	0.00	0.00	0.00
29	4	0.34	25.86	0.00	30.2	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
30	4	0.34	27.13	0.00	30.2	2.03	0.0	0.00	0.00	0.00
31	4	0.34	28.42	0.00	30.2	2.03	0.0	0.00	0.00	0.00
32	4	0.35	29.73	0.00	30.2	2.04	0.0	0.00	0.00	0.00
33	4	0.35	31.05	0.00	30.2	2.03	0.0	0.00	0.00	0.00
34	4	0.36	32.40	0.00	30.2	2.02	0.0	0.00	0.00	0.00
35	4	0.36	33.76	0.00	30.2	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
36	3	0.37	35.15	0.00	30.2	1.99	0.0	0.00	0.00	0.00
37	3	0.38	36.56	0.00	30.2	1.96	0.0	0.00	0.00	0.00
38	3	0.38	37.99	0.00	30.2	1.93	0.0	0.00	0.00	0.00
39	3	0.39	39.46	0.00	30.2	1.89	0.0	0.00	0.00	0.00
40	3	0.40	40.95	0.00	30.2	1.84	0.0	0.00	0.00	0.00
41	3	0.41	42.48	0.00	30.2	1.79	0.0	0.00	0.00	0.00
42	3	0.42	44.05	0.00	30.2	1.72	0.0	0.00	0.00	0.00
43	3	0.43	45.67	0.00	30.2	1.65	0.0	0.00	0.00	0.00
44	3	0.45	47.33	0.00	30.2	1.52	0.0	0.00	0.00	0.00
45	2	0.46	49.04	0.00	30.2	1.33	0.0	0.00	0.00	0.00
46	2	0.48	50.82	0.00	30.2	1.12	0.0	0.00	0.00	0.00
47	2	0.50	52.66	0.00	30.2	0.90	0.0	0.00	0.00	0.00
48	1	0.52	54.59	0.00	30.2	0.67	0.0	0.00	0.00	0.00
49	1	0.55	56.61	0.00	30.2	0.42	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0	0.58	58.75	0.00	30.2	0.14	0.0	0.00	0.00	0.00

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.18
3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.30
4	0.00	0.00	0.00	0.02	0.42
5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.53
6	0.00	0.00	0.00	0.02	0.63
7	0.00	0.00	0.00	0.03	0.74
8	0.00	0.00	0.00	0.03	0.84
9	0.00	0.00	0.00	0.03	0.94
10	0.00	0.00	0.00	0.04	1.03
11	0.00	0.00	0.00	0.04	1.12
12	0.00	0.00	0.00	0.04	1.21
13	0.00	0.00	0.00	0.05	1.29
14	0.00	0.00	0.00	0.05	1.37
15	0.00	0.00	0.00	0.05	1.45
16	0.00	0.00	0.00	0.06	1.52
17	0.00	0.00	0.00	0.06	1.59
18	0.00	0.00	0.00	0.06	1.65
19	0.00	0.00	0.00	0.06	1.71
20	0.00	0.00	0.00	0.07	1.77
21	0.00	0.00	0.00	0.07	1.82

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
22	0.00	0.00	0.00	0.07	1.87
23	0.00	0.00	0.00	0.07	1.92
24	0.00	0.00	0.00	0.07	1.96
25	0.00	0.00	0.00	0.07	1.99
26	0.00	0.00	0.00	0.08	2.02
27	0.00	0.00	0.00	0.08	2.05
28	0.00	0.00	0.00	0.08	2.07
29	0.00	0.00	0.00	0.08	2.09
30	0.00	0.00	0.00	0.08	2.10
31	0.00	0.00	0.00	0.08	2.11
32	0.00	0.00	0.00	0.08	2.11
33	0.00	0.00	0.00	0.08	2.11
34	0.00	0.00	0.00	0.08	2.10
35	0.00	0.00	0.00	0.08	2.09
36	0.00	0.00	0.00	0.08	2.07
37	0.00	0.00	0.00	0.08	2.04
38	0.00	0.00	0.00	0.07	2.00
39	0.00	0.00	0.00	0.07	1.96
40	0.00	0.00	0.00	0.07	1.91
41	0.00	0.00	0.00	0.07	1.85
42	0.00	0.00	0.00	0.07	1.79
43	0.00	0.00	0.00	0.06	1.71
44	0.00	0.00	0.00	0.06	1.58
45	0.00	0.00	0.00	0.05	1.38
46	0.00	0.00	0.00	0.04	1.17
47	0.00	0.00	0.00	0.03	0.94
48	0.00	0.00	0.00	0.03	0.69
49	0.00	0.00	0.00	0.02	0.43
50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15

**FORZE ORIZZONTALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15



FORZE ORIZZONTALI CONCI						
Superficie di Scorrimento N.ro: 1						
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	.2	0														
2	3	.5	0														
3	4	.9	0														
4	5	1.2	0														
5	6	1.7	0														
6	7	2.1	0														
7	8	2.5	0														
8	9	3	0														
9	10	3.5	0														
10	11	4	0														
11	12	4.4	0														
12	13	4.9	0														
13	14	5.4	0														
14	15	5.8	0														
15	16	6.1	0														
16	17	6.5	0														
17	18	6.8	0														
18	19	7.1	0														
19	20	7.4	0														
20	21	7.6	0														
21	22	7.9	0														
22	23	8.1	0														
23	24	8.2	0														
24	25	8.4	0														
25	26	8.5	0														
26	27	8.5	0														
27	28	8.6	0														
28	29	8.5	0														
29	30	8.5	0														
30	31	8.4	0														
31	32	8.3	0														
32	33	8.1	0														
33	34	7.8	0														
34	35	7.6	0														
35	36	7.3	0														
36	37	6.9	0														
37	38	6.5	0														
38	39	6	0														
39	40	5.5	0														
40	41	5	0														
41	42	4.4	0														
42	43	3.8	0														

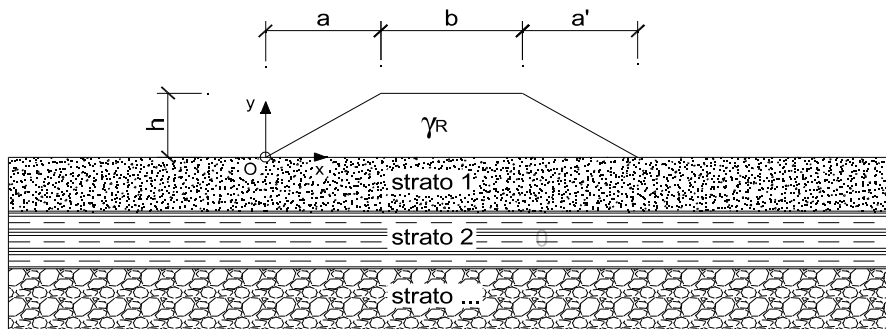
REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
Conc. sx	Conc. dx	BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
		F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
43	44	3.2	0														
44	45	2.5	0														
45	46	1.9	0														
46	47	1.3	0														
47	48	.8	0														
48	49	.4	0														
49	50	.1	0														
50		0	0														

**CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL RILEVATO STRADALE**

OPERA: PROVINCIA DI RAGUSA  
 OGGETTO: RILEVATO STRADALE SEZ. 306

**1. Caratteristiche geometriche del rilevato stradale**

Altezza del rilevato:  $h = 3.50$  m  
 Larghezza scarpata sinistra:  $a = 2.67$  m  
 Larghezza scarpata destra:  $a' = 5.39$  m  
 Larghezza coronamento del rilevato:  $b = 13.00$  m  
 Peso di unità di volume del rilevato:  $\gamma_r = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

**2. Inputi geotecnico del terreno di base del rilevato**

Profondità del piano di posa dal p.c.:  $D = 0.00$  m  
 Profondità della falda dal piano campagna:  $z_w = 100.00$  m  
 Numero di strati di fondazione:  $ns = 4$

N° Strato: 1

Denominazione: **Bonifica**  
 Tipologia stratigrafica: **Drenato**  
 Profondità iniziale dal p.c.:  $ZI = 0.00$  m  
 Profondità finale dal p.c.:  $ZF = 0.50$  m  
 Spessore strato:  $\Delta z = 0.50$  m  
 Peso specifico:  $\gamma = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico saturo:  $\gamma_{sat} = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Modulo elastico:  $E = 25500$  kN/m<sup>2</sup>  
 Modulo edometrico:  $E_{ed} = 35000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Rapporto di compressione:  $CR = 0.10000$   
 Rapporto di ricomprensione:  $RR = 0.02500$   
 Coefficiente di consolidazione primaria:  $c_v = 9.1E-07$  m<sup>2</sup>/s  
 Grado di sovraconsolidazione:  $OCR = 1.0$   
 Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.35$

N° Strato: 2

Denominazione:	<b>Limi (L)</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Non Drenato (Eed)</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 0.50 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>2.50</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 2.00 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{\text{sat}}$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>15000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>20500</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	$\nu$ = <b>0.35</b>

N° Strato: 3

Denominazione:	<b>Sabbie (S)</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 2.50 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>7.80</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 5.30 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{\text{sat}}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>25500</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>35000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	$\nu$ = <b>0.35</b>

N° Strato: 4

Denominazione:	<b>Argilla (A)</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Non Drenato (Eed)</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 7.80 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>20.00</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 12.20 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{\text{sat}}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>23500</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>31000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	$\nu$ = <b>0.35</b>

**3. Stratigrafia di calcolo**

N° strato	Tipo strato	ZI (m)	ZF (m)	$\Delta Z$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	E (kPa)	E <sub>ed</sub> (kPa)	CR (-)	RR (-)	c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	OCR
1	Drenato	0.00	0.50	0.50	18.50	18.50	25500	35000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
2	Non Drenato (Eed)	0.50	2.50	2.00	18.75	18.75	15000	20500	0.10000	0.02500	9.13E-07	1.0
3	Drenato	2.50	7.80	5.30	18.50	18.50	25500	35000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
4	Non Drenato (Eed)	7.80	20.00	12.20	18.50	18.50	23500	31000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0

Legenda:

ZI = Profondità iniziale strato dal p.c.

ZF = Profondità finale strato dal p.c.

 $\Delta Z$  = Spessore dello strato $\gamma$  = peso specifico efficace strato $\gamma_{sat}$  = peso specifico strato

E = Modulo elastico

E<sub>ed</sub> = Modulo elastico non drenato

CR = Rapporto di compressione

RR = Rapporto di ricomprensione

c<sub>v</sub> = Coefficiente di consolidazione primaria

OCR = Grado di sovraconsolidazione

Rapporto  $\Delta\sigma_z / \sigma'_{v0}$ : $\alpha = 0.10$ 

Profondità di influenza del carico:

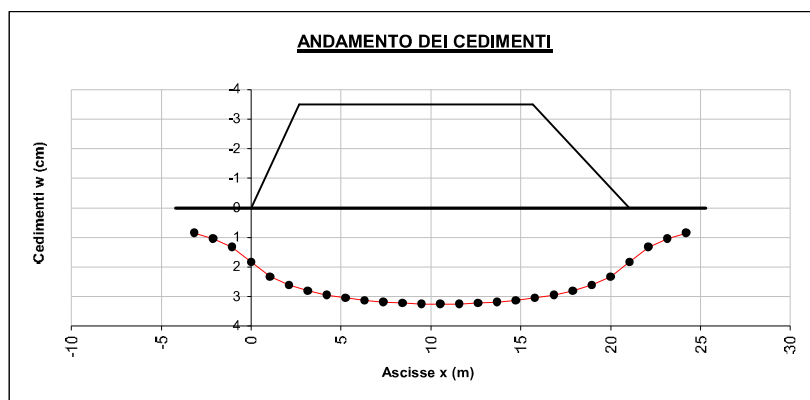
 $Z_{infl} = 18.53 \text{ m}$  (affinchè  $\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{v0}$ )

Peso del rilevato stradale:

 $q = 53.77 \text{ kN/m}^2$ **4. Tabella di calcolo dei cedimenti**

N° tratto	z <sub>fin con.</sub> dal p.p. (m)	z <sub>m con.</sub> dal p.p. (m)	n° strato	$\gamma^*$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{v0}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_p$ (kN/m <sup>2</sup> )	Drenato	Non drenato		
									$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{ed}$ (cm)	$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{tot}$ (cm)
1	0.93	0.46	1	18.50	8.57	53.72	62.29	8.57	0.20	-	-	-
2	1.85	1.39	2	18.75	25.94	53.60	79.55	25.94	-	0.24	0.02	0.27
3	2.78	2.32	2	18.75	43.31	53.49	96.80	43.31	-	0.24	0.02	0.27
4	3.71	3.24	3	18.50	60.45	53.02	113.48	60.45	0.19	-	-	-
5	4.63	4.17	3	18.50	77.59	52.37	129.97	77.59	0.19	-	-	-
6	5.56	5.10	3	18.50	94.73	51.72	146.46	94.73	0.19	-	-	-
7	6.49	6.02	3	18.50	111.87	50.62	162.49	111.87	0.18	-	-	-
8	7.41	6.95	3	18.50	129.02	49.41	178.43	129.02	0.18	-	-	-
9	8.34	7.88	4	18.50	146.16	48.21	194.37	146.16	-	0.14	0.01	0.16
10	9.27	8.80	4	18.50	163.30	46.75	210.04	163.30	-	0.14	0.01	0.15
11	10.19	9.73	4	18.50	180.44	45.28	225.72	180.44	-	0.14	0.01	0.15
12	11.12	10.65	4	18.50	197.58	43.82	241.39	197.58	-	0.13	0.01	0.14
13	12.04	11.58	4	18.50	214.72	42.39	257.11	214.72	-	0.13	0.01	0.14
14	12.97	12.51	4	18.50	231.86	40.97	272.83	231.86	-	0.12	0.01	0.13
15	13.90	13.43	4	18.50	249.00	39.55	288.54	249.00	-	0.12	0.01	0.13
16	14.82	14.36	4	18.50	266.14	38.12	304.26	266.14	-	0.11	0.01	0.13
17	15.75	15.29	4	18.50	283.28	36.70	319.98	283.28	-	0.11	0.01	0.12
18	16.68	16.21	4	18.50	300.42	35.42	335.83	300.42	-	0.11	0.01	0.12
19	17.60	17.14	4	18.50	317.56	34.29	351.85	317.56	-	0.10	0.01	0.11
20	18.53	18.07	4	18.50	334.70	33.17	367.87	334.70	-	0.10	0.01	0.11

Cedimento finale del terreno:

 $w_f = 3.26 \text{ cm}$ Legenda:z<sub>fin</sub> = Profondità finale del tratto dal p.p.z<sub>m</sub> = Profondità media del tratto dal p.p. $\gamma^*$  = peso specifico effettivo del tratto $\sigma'_{v0}$  = Tensione verticale efficace $\Delta\sigma_z$  = Variazione di carico $\sigma'_p$  = Tensione di preconsolidamento $\Delta w_{imm}$  = Cedimento immediato $\Delta w_{ed}$  = Cedimento edometrico $\Delta w_{tot}$  = Cedimento totale $w_f$  = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

**5. Cedimenti di consolidazione**

Tempo di riferimento =  $t = 18.0$  mesi  
 $4.67E+07$  sec

N° strato	Tipo strato	$w_c$ (cm)	$w_{imm}$ (cm)	$w_{tot}$ (cm)	Drenaggio (1; 2)	$T_v$	$U_m$	$w(t)$ (cm)	$w_{res}$ (cm)
1	Drenato	0.00	0.20	0.20	2	-	-	-	-
2	Non Drenato (Eed)	0.24	0.02	0.27	2	42.60	1.00	0.24	0.00
2	Non Drenato (Eed)	0.24	0.02	0.27	2	42.60	1.00	0.24	0.00
3	Drenato	0.00	0.19	0.19	2	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	0.19	0.19	2	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	0.19	0.19	2	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	0.18	0.18	2	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	0.18	0.18	2	-	-	-	-
4	Non Drenato (Eed)	0.14	0.01	0.16	2	1.14	0.95	0.14	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.14	0.01	0.15	2	1.14	0.95	0.13	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.14	0.01	0.15	2	1.14	0.95	0.13	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.13	0.01	0.14	2	1.14	0.95	0.12	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.13	0.01	0.14	2	1.14	0.95	0.12	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.12	0.01	0.13	2	1.14	0.95	0.12	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.12	0.01	0.13	2	1.14	0.95	0.11	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.11	0.01	0.13	2	1.14	0.95	0.11	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.11	0.01	0.12	2	1.14	0.95	0.10	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.11	0.01	0.12	2	1.14	0.95	0.10	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.10	0.01	0.11	2	1.14	0.95	0.10	0.01
4	Non Drenato (Eed)	0.10	0.01	0.11	2	1.14	0.95	0.09	0.01
Somma =		1.93	1.32	3.26				1.85	0.08

**Legenda:**

$T_v$  = Fattore di tempo adimensionalizzato

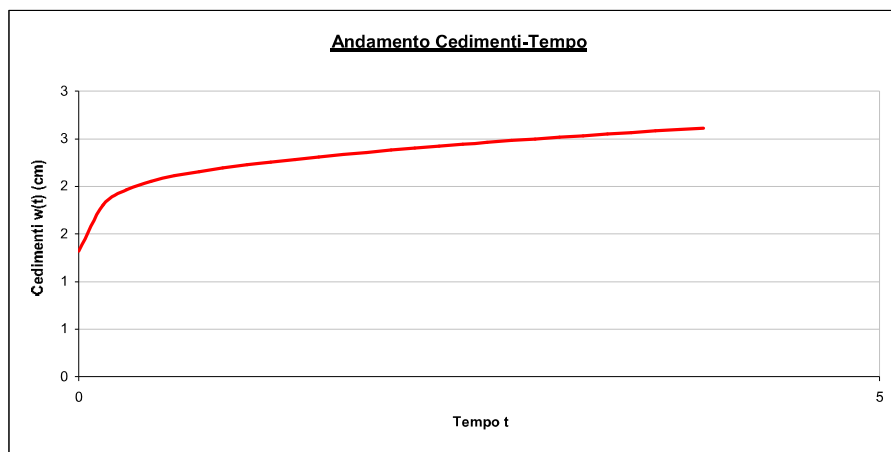
$U_m$  = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

$w_c$  = Cedimento di consolidazione

$w(t)$  = Cedimento dello strato al tempo  $t$

$w_{res}$  = Cedimento residuo dello strato al tempo  $t$

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

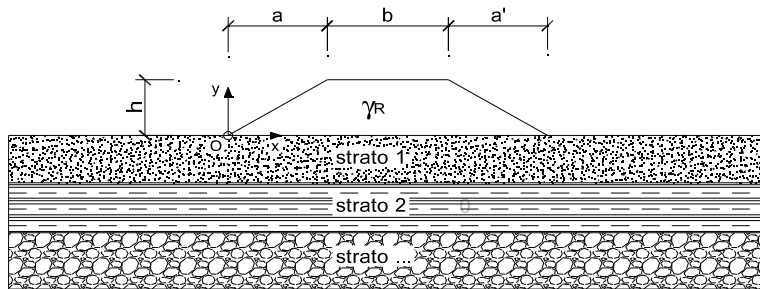


**CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL RILEVATO STRADALE**

OPERA: PROVINCIA DI RAGUSA  
 OGGETTO: RILEVATO STRADALE SEZ. 7 - VIABILITA' SECONDARIA 26

**1. Caratteristiche geometriche del rilevato stradale**

Altezza del rilevato:  $h = 3.40$  m  
 Larghezza scarpata sinistra:  $a = 5.59$  m  
 Larghezza scarpata destra:  $a' = 5.28$  m  
 Larghezza coronamento del rilevato:  $b = 7.21$  m  
 Peso di unità di volume del rilevato:  $\gamma_r = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

**2. Inputi geotecnico del terreno di base del rilevato**

Profondità del piano di posa dal p.c.:  $D = 0.00$  m  
 Profondità della falda dal piano campagna:  $z_w = 20.00$  m  
 Numero di strati di fondazione:  $n_s = 5$

**N° Strato: 1**

Denominazione: **Bonifica**  
 Tipologia stratigrafica: **Drenato**  
 Profondità iniziale dal p.c.:  $ZI = 0.00$  m  
 Profondità finale dal p.c.:  $ZF = 1.00$  m  
 Spessore strato:  $\Delta z = 1.00$  m  
 Peso specifico:  $\gamma = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico saturo:  $\gamma_{sat} = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Modulo elastico:  $E = 25500$  kN/m<sup>2</sup>  
 Modulo edometrico:  $E_{ed} = 35000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Rapporto di compressione:  $CR = 0.10000$   
 Rapporto di ricomprensione:  $RR = 0.02500$   
 Coefficiente di consolidazione primaria:  $cv = 9.1E-07$  m<sup>2</sup>/s  
 Grado di sovraconsolidazione:  $OCR = 1.0$   
 Coefficiente di Poisson:  $v = 0.35$

**N° Strato: 2**

Denominazione: **Terreno agrario**  
 Tipologia stratigrafica: **Drenato**  
 Profondità iniziale dal p.c.:  $ZI = 1.00$  m  
 Profondità finale dal p.c.:  $ZF = 2.10$  m  
 Spessore strato:  $\Delta z = 1.10$  m  
 Peso specifico:  $\gamma = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico saturo:  $\gamma_{sat} = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Modulo elastico:  $E = 5000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Modulo edometrico:  $E_{ed} = 6000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Rapporto di compressione:  $CR = 0.10000$   
 Rapporto di ricomprensione:  $RR = 0.02500$   
 Coefficiente di consolidazione primaria:  $cv = 9.1E-07$  m<sup>2</sup>/s  
 Grado di sovraconsolidazione:  $OCR = 1.0$   
 Coefficiente di Poisson:  $v = 0.35$

N° Strato: 3

Denominazione:	<b>Marne calcarenitiche</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 2.10 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>4.80</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 2.70 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>30000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>40000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>

N° Strato: 4

Denominazione:	<b>Sabbie</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 4.80 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>15.45</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 10.65 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>25500</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>35000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>

N° Strato: 5

Denominazione:	<b>Marne calcarenitiche</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 15.45 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>20.00</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 4.55 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.75</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>30000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>40000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>



**3. Stratigrafia di calcolo**

N° strato	Tipo strato	ZI (m)	ZF (m)	$\Delta Z$ (m)	$\gamma'$ (kN/m³)	$\gamma_{sat}$ (kN/m³)	E (kPa)	E <sub>ed</sub> (kPa)	CR (-)	RR (-)	c <sub>v</sub> (m²/s)	OCR
1	Drenato	0.00	1.00	1.00	18.50	18.50	25500	35000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
2	Drenato	1.00	2.10	1.10	18.50	18.50	5000	6000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
3	Drenato	2.10	4.80	2.70	18.75	18.75	30000	40000	0.10000	0.02500	9.13E-07	1.0
4	Drenato	4.80	15.45	10.65	18.50	18.50	25500	35000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
5	Drenato	15.45	20.00	4.55	18.75	18.75	30000	40000	0.10000	0.02500	9.13E-07	1.0

Legenda:

ZI = Profondità iniziale strato dal p.c.

ZF = Profondità finale strato dal p.c.

 $\Delta Z$  = Spessore dello strato $\gamma'$  = peso specifico efficace strato $\gamma_{sat}$  = peso specifico strato

E = Modulo elastico

E<sub>ed</sub> = Modulo elastico non drenato

CR = Rapporto di compressione

RR = Rapporto di ricomprensione

c<sub>v</sub> = Coefficiente di consolidazione primaria

OCR = Grado di sovraconsolidazione

Rapporto  $\Delta\sigma_z / \sigma'_{v0}$ : $\alpha = 0.10$ 

Profondità di influenza del carico:

 $Z_{infl} = 16.04 \text{ m}$  (affinchè  $\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{v0}$ )

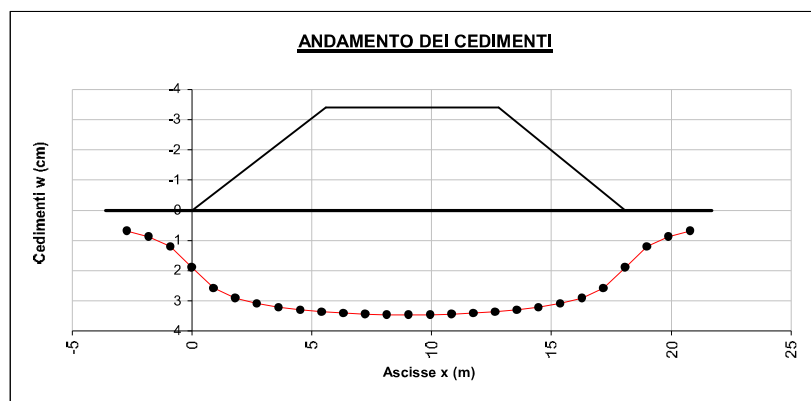
Peso del rilevato stradale:

q = 45.18 kN/m²

**4. Tabella di calcolo dei cedimenti**

N° tratto	z <sub>fin</sub> con. dal p.p. (m)	z <sub>m</sub> con. dal p.p. (m)	n° strato	$\gamma^*$ (kN/m³)	$\sigma'_{v0}$ (kN/m²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m²)	$\sigma'_p$ (kN/m²)	Drenato				Non drenato			
									$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{ed}$ (cm)	$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{tot}$ (cm)	$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{ed}$ (cm)	$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{tot}$ (cm)
1	0.80	0.40	1	18.50	7.42	45.13	52.55	7.42	0.14	-	-	-	-	-	-	-
2	1.60	1.20	2	18.50	22.26	45.04	67.29	22.26	0.72	-	-	-	-	-	-	-
3	2.41	2.01	2	18.50	37.09	44.94	82.03	37.09	0.72	-	-	-	-	-	-	-
4	3.21	2.81	3	18.75	52.13	44.53	96.66	52.13	0.12	-	-	-	-	-	-	-
5	4.01	3.61	3	18.75	67.17	43.98	111.15	67.17	0.12	-	-	-	-	-	-	-
6	4.81	4.41	3	18.75	82.21	43.43	125.64	82.21	0.12	-	-	-	-	-	-	-
7	5.61	5.21	4	18.50	97.04	42.47	139.52	97.04	0.13	-	-	-	-	-	-	-
8	6.42	6.02	4	18.50	111.88	41.45	153.33	111.88	0.13	-	-	-	-	-	-	-
9	7.22	6.82	4	18.50	126.72	40.42	167.14	126.72	0.13	-	-	-	-	-	-	-
10	8.02	7.62	4	18.50	141.55	39.18	180.73	141.55	0.12	-	-	-	-	-	-	-
11	8.82	8.42	4	18.50	156.39	37.94	194.33	156.39	0.12	-	-	-	-	-	-	-
12	9.62	9.22	4	18.50	171.23	36.70	207.93	171.23	0.12	-	-	-	-	-	-	-
13	10.43	10.03	4	18.50	186.06	35.50	221.56	186.06	0.11	-	-	-	-	-	-	-
14	11.23	10.83	4	18.50	200.90	34.29	235.19	200.90	0.11	-	-	-	-	-	-	-
15	12.03	11.63	4	18.50	215.74	33.08	248.82	215.74	0.10	-	-	-	-	-	-	-
16	12.83	12.43	4	18.50	230.58	31.88	262.45	230.58	0.10	-	-	-	-	-	-	-
17	13.63	13.23	4	18.50	245.41	30.67	276.08	245.41	0.10	-	-	-	-	-	-	-
18	14.44	14.04	4	18.50	260.25	29.62	289.87	260.25	0.09	-	-	-	-	-	-	-
19	15.24	14.84	4	18.50	275.09	28.67	303.76	275.09	0.09	-	-	-	-	-	-	-
20	16.04	15.64	5	18.75	290.12	27.72	317.84	290.12	0.07	-	-	-	-	-	-	-

Cedimento finale del terreno:

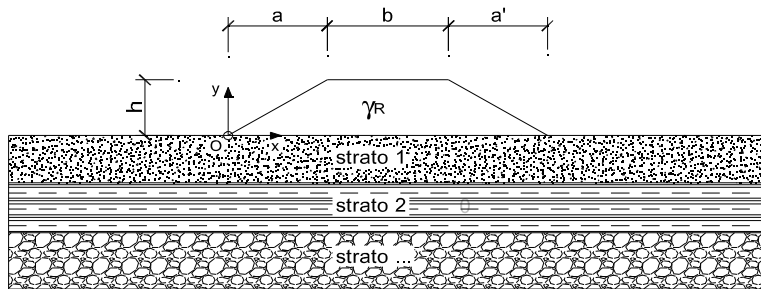
 $w_f = 3.46 \text{ cm}$ Legenda:z<sub>fin</sub> = Profondità finale del tratto dal p.p.z<sub>m</sub> = Profondità media del tratto dal p.p. $\gamma^*$  = peso specifico effettivo del tratto $\sigma'_{v0}$  = Tensione verticale efficace $\Delta\sigma_z$  = Variazione di carico $\sigma'_p$  = Tensione di preconsolidamento $\Delta w_{imm}$  = Cedimento immediato $\Delta w_{ed}$  = Cedimento edometrico $\Delta w_{tot}$  = Cedimento totale $w_f$  = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

**CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL RILEVATO STRADALE**

OPERA: PROVINCIA DI RAGUSA  
 OGGETTO: RILEVATO STRADALE SEZ. 21 - RAMPA A SVINCOLO AEROPORTO

**1. Caratteristiche geometriche del rilevato stradale**

Altezza del rilevato:  $h = 7.40$  m  
 Larghezza scarpata sinistra:  $a = 13.57$  m  
 Larghezza scarpata destra:  $a' = 12.66$  m  
 Larghezza coronamento del rilevato:  $b = 11.50$  m  
 Peso di unità di volume del rilevato:  $\gamma_r = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

**2. Input geotecnico del terreno di base del rilevato**

Profondità del piano di posa dal p.c.:  $D = 0.00$  m  
 Profondità della falda dal piano campagna:  $z_w = 100.00$  m  
 Numero di strati di fondazione:  $n_s = 5$

**N° Strato: 1**

Denominazione: **Bonifica**  
 Tipologia stratigrafica: **Drenato**  
 Profondità iniziale dal p.c.:  $ZI = 0.00$  m  
 Profondità finale dal p.c.:  $ZF = 0.50$  m  
 Spessore strato:  $\Delta z = 0.50$  m  
 Peso specifico:  $\gamma = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico saturo:  $\gamma_{sat} = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Modulo elastico:  $E = 30000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Modulo edometrico:  $E_{ed} = 36000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Rapporto di compressione:  $CR = 0.10000$   
 Rapporto di ricomprensione:  $RR = 0.02500$   
 Coefficiente di consolidazione primaria:  $cv = 9.1E-07$  m<sup>2</sup>/s  
 Grado di sovraconsolidazione:  $OCR = 1.0$   
 Coefficiente di Poisson:  $v = 0.35$

**N° Strato: 2**

Denominazione: **Sabbia**  
 Tipologia stratigrafica: **Drenato**  
 Profondità iniziale dal p.c.:  $ZI = 0.50$  m  
 Profondità finale dal p.c.:  $ZF = 7.60$  m  
 Spessore strato:  $\Delta z = 7.10$  m  
 Peso specifico:  $\gamma = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico saturo:  $\gamma_{sat} = 18.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 Modulo elastico:  $E = 30000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Modulo edometrico:  $E_{ed} = 36000$  kN/m<sup>2</sup>  
 Rapporto di compressione:  $CR = 0.10000$   
 Rapporto di ricomprensione:  $RR = 0.02500$   
 Coefficiente di consolidazione primaria:  $cv = 9.1E-07$  m<sup>2</sup>/s  
 Grado di sovraconsolidazione:  $OCR = 1.0$   
 Coefficiente di Poisson:  $v = 0.35$

N° Strato: 3

Denominazione:	<b>Limo</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 7.60 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>10.00</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 2.40 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>15000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>20000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>2.0</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>

N° Strato: 4

Denominazione:	<b>Argilla</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 10.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>13.20</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 3.20 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>22000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>25000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>2.5</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>

N° Strato: 5

Denominazione:	<b>Sabbia</b>
Tipologia stratigrafica:	<b>Drenato</b>
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 13.20 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = <b>35.00</b> m
Spessore strato:	$\Delta z$ = 21.80 m
Peso specifico:	$\gamma$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat}$ = <b>18.50</b> kN/m <sup>3</sup>
Modulo elastico:	E = <b>30000</b> kN/m <sup>2</sup>
Modulo edometrico:	Eed = <b>36000</b> kN/m <sup>2</sup>
Rapporto di compressione:	CR = <b>0.10000</b>
Rapporto di ricomprensione:	RR = <b>0.02500</b>
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = <b>9.1E-07</b> m <sup>2</sup> /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = <b>1.0</b>
Coefficiente di Poisson:	v = <b>0.35</b>

**3. Stratigrafia di calcolo**

N° strato	Tipo strato	ZI (m)	ZF (m)	$\Delta Z$ (m)	$\gamma'$ (kN/m³)	$\gamma_{sat}$ (kN/m³)	E (kPa)	E <sub>ed</sub> (kPa)	CR (-)	RR (-)	c <sub>v</sub> (m²/s)	OCR
1	Drenato	0.00	0.50	0.50	18.50	18.50	30000	36000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
2	Drenato	0.50	7.60	7.10	18.50	18.50	30000	36000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0
3	Drenato	7.60	10.00	2.40	18.50	18.50	15000	20000	0.10000	0.02500	9.12E-07	2.0
4	Drenato	10.00	13.20	3.20	18.50	18.50	22000	25000	0.10000	0.02500	9.12E-07	2.5
5	Drenato	13.20	35.00	21.80	18.50	18.50	30000	36000	0.10000	0.02500	9.12E-07	1.0

Legenda:

ZI = Profondità iniziale strato dal p.c.

ZF = Profondità finale strato dal p.c.

 $\Delta Z$  = Spessore dello strato $\gamma'$  = peso specifico efficace strato $\gamma_{sat}$  = peso specifico strato

E = Modulo elastico

E<sub>ed</sub> = Modulo elastico non drenato

CR = Rapporto di compressione

RR = Rapporto di ricomprensione

c<sub>v</sub> = Coefficiente di consolidazione primaria

OCR = Grado di sovraconsolidazione

Rapporto  $\Delta\sigma_z / \sigma'_{v0}$ : $\alpha = 0.10$ 

Profondità di influenza del carico:

 $Z_{infl} = 32.87 \text{ m}$  (affinchè  $\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{v0}$ )

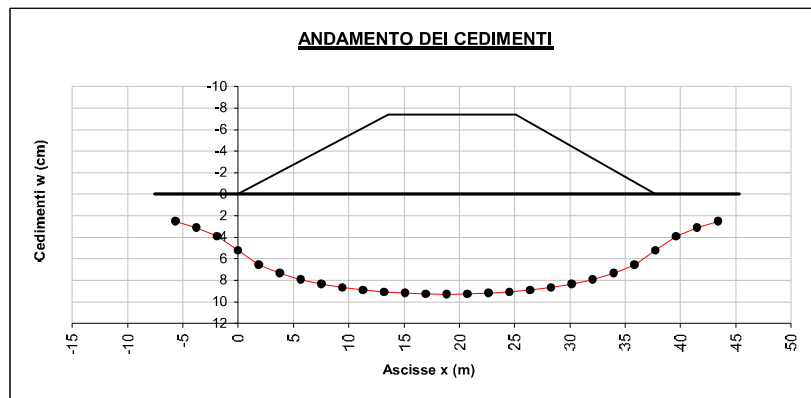
Peso del rilevato stradale:

q = 91.73 kN/m²

**4. Tabella di calcolo dei cedimenti**

N° tratto	z <sub>fin</sub> con. dal p.p. (m)	z <sub>m</sub> con. dal p.p. (m)	n° strato	$\gamma^*$ (kN/m³)	$\sigma'_{v0}$ (kN/m²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m²)	$\sigma'_p$ (kN/m²)	Drenato	Non drenato		
									$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{ed}$ (cm)	$\Delta w_{imm}$ (cm)	$\Delta w_{tot}$ (cm)
1	1.64	0.82	2	18.50	15.20	91.63	106.83	15.20	0.50	-	-	-
2	3.29	2.46	2	18.50	45.60	91.44	137.04	45.60	0.50	-	-	-
3	4.93	4.11	2	18.50	76.00	91.25	167.25	76.00	0.50	-	-	-
4	6.57	5.75	2	18.50	106.40	90.48	196.88	106.40	0.50	-	-	-
5	8.22	7.39	2	18.50	136.80	89.38	226.19	136.80	0.49	-	-	-
6	9.86	9.04	3	18.50	167.20	88.29	255.49	167.20	0.97	-	-	-
7	11.50	10.68	4	18.50	197.60	86.48	284.08	197.60	0.65	-	-	-
8	13.15	12.32	4	18.50	228.00	84.44	312.45	228.00	0.63	-	-	-
9	14.79	13.97	5	18.50	258.40	82.41	340.81	258.40	0.45	-	-	-
10	16.43	15.61	5	18.50	288.80	79.98	368.78	288.80	0.44	-	-	-
11	18.08	17.25	5	18.50	319.20	77.50	396.70	319.20	0.42	-	-	-
12	19.72	18.90	5	18.50	349.60	75.02	424.62	349.60	0.41	-	-	-
13	21.36	20.54	5	18.50	380.00	72.62	452.62	380.00	0.40	-	-	-
14	23.01	22.18	5	18.50	410.40	70.22	480.62	410.40	0.38	-	-	-
15	24.65	23.83	5	18.50	440.80	67.81	508.61	440.80	0.37	-	-	-
16	26.29	25.47	5	18.50	471.20	65.41	536.61	471.20	0.36	-	-	-
17	27.94	27.11	5	18.50	501.60	63.01	564.61	501.60	0.35	-	-	-
18	29.58	28.76	5	18.50	532.00	60.74	592.75	532.00	0.33	-	-	-
19	31.22	30.40	5	18.50	562.40	58.85	621.26	562.40	0.32	-	-	-
20	32.87	32.04	5	18.50	592.80	56.96	649.76	592.80	0.31	-	-	-

Cedimento finale del terreno:

 $w_f = 9.28 \text{ cm}$ Legenda:z<sub>fin</sub> = Profondità finale del tratto dal p.p.z<sub>m</sub> = Profondità media del tratto dal p.p. $\gamma^*$  = peso specifico effettivo del tratto $\sigma'_{v0}$  = Tensione verticale efficace $\Delta\sigma_z$  = Variazione di carico $\sigma'_p$  = Tensione di preconsolidamento $\Delta w_{imm}$  = Cedimento immediato $\Delta w_{ed}$  = Cedimento edometrico $\Delta w_{tot}$  = Cedimento totale $w_f$  = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

## **RELAZIONE DI CALCOLO**

La presente relazione è relativa alla verifica di pendii naturali, di scarpate per scavi e di opere in terra.

### ▮ **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le costruzioni* emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/01/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

### ▮ **VERIFICHE DI STABILITÀ**

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 dell'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.

### • **METODO DI BISHOP**

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

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

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

dove:

- $N$  = numero di conci in cui e' suddiviso il pendio
- $ci$  = coesione alla base del concio  $i$
- $b$  = larghezza del concio
- $W_i$  = peso del concio
- $u_i$  = pressione interstiziale alla base
- $f_i$  = angolo di attrito del terreno alla base del concio
- $a_i$  = inclinazione della base del concio
- $Kv$  = coefficiente sismico verticale
- $Kh$  = coefficiente sismico orizzontale
- $R$  = raggio del cerchio di scivolamento
- $dhi$  = 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.

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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



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

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

<b>h</b>	: <i>altezza media del concio</i>
<b>L</b>	: <i>sviluppo larghezza alla base del concio</i>
<b><math>\alpha</math></b>	: <i>inclinazione della base del concio</i>
<b>c</b>	: <i>coesione terreno alla base del concio</i>
<b><math>\phi</math></b>	: <i>angolo di attrito interno alla base del concio</i>
<b>W</b>	: <i>peso del concio</i>
<b>hw</b>	: <i>altezza della falda dalla base del concio</i>
<b>Qw</b>	: <i>risultante delle pressioni interstiziali</i>
<b>Tcn</b>	: <i>Contributo elementi resistenti a taglio</i>
<b>Tgg</b>	: <i>Contributo geogriglie</i>

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

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

<b>Ff</b>	: <i>risultante delle forze verticali concentrate</i>
<b>Fq</b>	: <i>risultante delle forze verticali distribuite</i>
<b>Fr</b>	: <i>forza verticale da contributo inerzia corpo rigido</i>
<b>Fs</b>	: <i>incremento sismico verticale di <math>W + Ff + Fq + Fr</math></i>
<b>Ftot</b>	: <i>risultante forze verticali <math>W + Ff + Fq + Fr + Fs</math></i>

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

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

<b>Hf</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali concentrate</i>
<b>Hq</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali distribuite</i>
<b>Hr</b>	: <i>forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido</i>
<b>Htot</b>	: <i>risultante forze orizzontali, <math>H_f + H_q + H_r</math>, su profilo pendio</i>
<b>Hs</b>	: <i>azione sismica orizzontale di <math>W + F_f + F_q + F_r</math></i>

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

La tabella di seguito esposta riporta le forze scambiate tra i vari conci secondo le teorie selezionate (*Bishop, Jambu e Bell*). La simbologia è da interpretarsi come appresso descritto:

<b>Con. sx</b>	: <i>Concio a sinistra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>Con. dx</b>	: <i>Concio a destra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>F.or.</b>	: <i>Risultante delle forze (orizzontali) scambiate tra i due conci ortogonalmente alla superficie (verticale) di separazione</i>
<b>F.vert.</b>	: <i>Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione</i>

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.654
Latitudine Nord (Grd)	37.024
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	475.000
Accelerazione Ag/g	0.227
Fattore Stratigrafia 'S'	1.186
Coeff. Sismico Kh	0.075
Coeff. Sismico Kv	0.037
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	10.000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	5.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	12.000
Ordinata Polo (m):	18.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	0.50
Passo direzione 'Y' (m) :	0.50
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2 Capacita' Portante	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	5.00
						2	10.00	5.00
						3	23.00	12.40
						4	34.50	12.40
						5	47.50	5.00
						6	55.00	5.00
1	Ril. Stab.	1.500	28.00	1.800	1.800	1	10.00	5.00
						2	47.50	5.00
2	S	1.000	32.00	1.800	1.800			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 42											
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	12.0	18.0	13.2	1,4855							
2	12.5	18.0	13.2	1,4638							
3	13.0	18.0	13.3	1,4632							
4	13.5	18.0	13.5	1,4783							
5	14.0	18.0	13.6	1,5064							
6	14.5	18.0	13.8	1,5454							
7	15.0	18.0	13.9	1,5941							
8	15.5	18.0	14.1	1,6517							
9	16.0	18.0	14.3	1,7143							
10	16.5	18.0	14.5	1,7873							
11	12.0	18.5	13.6	1,4728							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 42				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
12	12.5	18.5	13.7	1,4573							
13	13.0	18.5	13.8	1,4602							
14	13.5	18.5	13.9	1,4779							
15	14.0	18.5	14.1	1,5074							
16	14.5	18.5	14.2	1,5467							
17	15.0	18.5	14.4	1,5954							
18	15.5	18.5	14.6	1,6496							
19	16.0	18.5	14.8	1,7139							
20	16.5	18.5	15.0	1,7821							
21	12.0	19.0	14.1	1,4636							
22	12.5	19.0	14.2	1,4532							
23	13.0	19.0	14.3	1,4593							
24	13.5	19.0	14.4	1,4783							
25	14.0	19.0	14.6	1,5095							
26	14.5	19.0	14.7	1,5475							
27	15.0	19.0	14.9	1,5953							
28	15.5	19.0	15.0	1,6514							
29	16.0	19.0	15.2	1,7117							
30	16.5	19.0	15.4	1,7818							
31	12.0	19.5	14.6	1,4584							
32	12.5	19.5	14.7	1,4514							
33	13.0	19.5	14.8	1,4599							
34	13.5	19.5	14.9	1,4806							
35	14.0	19.5	15.0	1,5112							
36	14.5	19.5	15.2	1,551							
37	15.0	19.5	15.3	1,5988							
38	15.5	19.5	15.5	1,6542							
39	16.0	19.5	15.7	1,7134							
40	16.5	19.5	15.9	1,7788							
41	12.0	20.0	15.1	1,4543							
42	12.5	20.0	15.2	1,4508							
43	13.0	20.0	15.3	1,4616							
44	13.5	20.0	15.4	1,4838							
45	14.0	20.0	15.5	1,5154							
46	14.5	20.0	15.7	1,5553							
47	15.0	20.0	15.8	1,6005							
48	15.5	20.0	16.0	1,6551							
49	16.0	20.0	16.2	1,7164							
50	16.5	20.0	16.3	1,7807							
51	12.0	20.5	15.6	1,452							
52	12.5	20.5	15.7	1,4519							
53	13.0	20.5	15.8	1,4645							
54	13.5	20.5	15.9	1,4873							
55	14.0	20.5	16.0	1,5187							
56	14.5	20.5	16.1	1,5584							
57	15.0	20.5	16.3	1,6055							
58	15.5	20.5	16.4	1,6594							
59	16.0	20.5	16.6	1,7167							
60	16.5	20.5	16.8	1,7832							
61	12.0	21.0	16.1	1,4513							
62	12.5	21.0	16.2	1,4544							
63	13.0	21.0	16.3	1,4684							
64	13.5	21.0	16.4	1,4922							
65	14.0	21.0	16.5	1,5244							
66	14.5	21.0	16.6	1,5641							
67	15.0	21.0	16.8	1,6108							
68	15.5	21.0	16.9	1,6615							
69	16.0	21.0	17.1	1,721							
70	16.5	21.0	17.3	1,7829							
71	12.0	21.5	16.6	1,4522							
72	12.5	21.5	16.7	1,4573							
73	13.0	21.5	16.8	1,4731							
74	13.5	21.5	16.9	1,4977							
75	14.0	21.5	17.0	1,5302							
76	14.5	21.5	17.1	1,5702							
77	15.0	21.5	17.2	1,6145							
78	15.5	21.5	17.4	1,6671							
79	16.0	21.5	17.6	1,726							
80	16.5	21.5	17.7	1,7869							
81	12.0	22.0	17.1	1,4551							
82	12.5	22.0	17.2	1,4613							
83	13.0	22.0	17.3	1,4778							
84	13.5	22.0	17.4	1,5029							
85	14.0	22.0	17.5	1,5369							
86	14.5	22.0	17.6	1,5749							
87	15.0	22.0	17.7	1,6208							
88	15.5	22.0	17.9	1,673							
89	16.0	22.0	18.0	1,7278							
90	16.5	22.0	18.2	1,7914							
91	12.0	22.5	17.6	1,4577							
92	12.5	22.5	17.7	1,466							
93	13.0	22.5	17.8	1,4838							
94	13.5	22.5	17.8	1,5094							
95	14.0	22.5	18.0	1,5422							
96	14.5	22.5	18.1	1,5818							
97	15.0	22.5	18.2	1,6277							
98	15.5	22.5	18.3	1,6765							
99	16.0	22.5	18.5	1,7337							
100	16.5	22.5	18.7	1,7927							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 42											
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)	
1	0	0.32	-8.86	0.80	26.6	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	0	0.32	-7.67	0.80	26.6	0.19	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	1	0.32	-6.48	0.80	26.6	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00	
4	1	0.31	-5.29	0.80	26.6	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00	

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 42										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
5	1	0.31	-4.11	0.80	26.6	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1	0.31	-2.93	0.80	26.6	0.66	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1	0.31	-1.74	0.80	26.6	0.77	0.0	0.00	0.00	0.00
8	2	0.31	-0.56	0.80	26.6	0.87	0.0	0.00	0.00	0.00
9	2	0.31	0.62	0.80	26.6	0.97	0.0	0.00	0.00	0.00
10	2	0.31	1.80	0.80	26.6	1.07	0.0	0.00	0.00	0.00
11	2	0.31	2.98	0.80	26.6	1.16	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2	0.31	4.17	0.80	26.6	1.25	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2	0.31	5.35	0.80	26.6	1.34	0.0	0.00	0.00	0.00
14	3	0.32	6.54	0.80	26.6	1.42	0.0	0.00	0.00	0.00
15	3	0.32	7.73	0.80	26.6	1.50	0.0	0.00	0.00	0.00
16	3	0.32	8.92	0.80	26.6	1.57	0.0	0.00	0.00	0.00
17	3	0.32	10.12	1.20	23.0	1.64	0.0	0.00	0.00	0.00
18	3	0.32	11.32	1.20	23.0	1.71	0.0	0.00	0.00	0.00
19	3	0.32	12.53	1.20	23.0	1.77	0.0	0.00	0.00	0.00
20	3	0.32	13.74	1.20	23.0	1.83	0.0	0.00	0.00	0.00
21	3	0.32	14.96	1.20	23.0	1.89	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3	0.33	16.19	1.20	23.0	1.94	0.0	0.00	0.00	0.00
23	4	0.33	17.42	1.20	23.0	1.99	0.0	0.00	0.00	0.00
24	4	0.33	18.66	1.20	23.0	2.03	0.0	0.00	0.00	0.00
25	4	0.33	19.91	1.20	23.0	2.07	0.0	0.00	0.00	0.00
26	4	0.34	21.17	1.20	23.0	2.10	0.0	0.00	0.00	0.00
27	4	0.34	22.45	1.20	23.0	2.13	0.0	0.00	0.00	0.00
28	4	0.34	23.73	1.20	23.0	2.16	0.0	0.00	0.00	0.00
29	4	0.35	25.03	1.20	23.0	2.18	0.0	0.00	0.00	0.00
30	4	0.35	26.34	1.20	23.0	2.20	0.0	0.00	0.00	0.00
31	4	0.35	27.66	1.20	23.0	2.21	0.0	0.00	0.00	0.00
32	4	0.36	29.00	1.20	23.0	2.21	0.0	0.00	0.00	0.00
33	4	0.36	30.36	1.20	23.0	2.21	0.0	0.00	0.00	0.00
34	4	0.37	31.74	1.20	23.0	2.20	0.0	0.00	0.00	0.00
35	4	0.37	33.14	1.20	23.0	2.19	0.0	0.00	0.00	0.00
36	4	0.38	34.56	1.20	23.0	2.18	0.0	0.00	0.00	0.00
37	4	0.39	36.01	1.20	23.0	2.15	0.0	0.00	0.00	0.00
38	4	0.39	37.49	1.20	23.0	2.12	0.0	0.00	0.00	0.00
39	4	0.40	38.99	1.20	23.0	2.08	0.0	0.00	0.00	0.00
40	4	0.41	40.53	1.20	23.0	2.03	0.0	0.00	0.00	0.00
41	4	0.42	42.10	1.20	23.0	1.98	0.0	0.00	0.00	0.00
42	3	0.43	43.71	1.20	23.0	1.91	0.0	0.00	0.00	0.00
43	3	0.45	45.37	1.20	23.0	1.74	0.0	0.00	0.00	0.00
44	3	0.46	47.08	1.20	23.0	1.55	0.0	0.00	0.00	0.00
45	2	0.48	48.84	1.20	23.0	1.36	0.0	0.00	0.00	0.00
46	2	0.49	50.67	1.20	23.0	1.15	0.0	0.00	0.00	0.00
47	2	0.52	52.57	1.20	23.0	0.93	0.0	0.00	0.00	0.00
48	1	0.54	54.56	1.20	23.0	0.69	0.0	0.00	0.00	0.00
49	1	0.57	56.66	1.20	23.0	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0	0.61	58.87	1.20	23.0	0.15	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI					
Superficie di Scorrimento N.ro: 42					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20
3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32
4	0.00	0.00	0.00	0.02	0.45
5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.57
6	0.00	0.00	0.00	0.02	0.68
7	0.00	0.00	0.00	0.03	0.79
8	0.00	0.00	0.00	0.03	0.90
9	0.00	0.00	0.00	0.04	1.01
10	0.00	0.00	0.00	0.04	1.11
11	0.00	0.00	0.00	0.04	1.20
12	0.00	0.00	0.00	0.05	1.30
13	0.00	0.00	0.00	0.05	1.39
14	0.00	0.00	0.00	0.05	1.47
15	0.00	0.00	0.00	0.06	1.55
16	0.00	0.00	0.00	0.06	1.63
17	0.00	0.00	0.00	0.06	1.70
18	0.00	0.00	0.00	0.06	1.77
19	0.00	0.00	0.00	0.07	1.84
20	0.00	0.00	0.00	0.07	1.90

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 42					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
21	0.00	0.00	0.00	0.07	1.96
22	0.00	0.00	0.00	0.07	2.01
23	0.00	0.00	0.00	0.07	2.06
24	0.00	0.00	0.00	0.08	2.11
25	0.00	0.00	0.00	0.08	2.15
26	0.00	0.00	0.00	0.08	2.18
27	0.00	0.00	0.00	0.08	2.21
28	0.00	0.00	0.00	0.08	2.24
29	0.00	0.00	0.00	0.08	2.26
30	0.00	0.00	0.00	0.08	2.28
31	0.00	0.00	0.00	0.08	2.29
32	0.00	0.00	0.00	0.08	2.29
33	0.00	0.00	0.00	0.08	2.29
34	0.00	0.00	0.00	0.08	2.29
35	0.00	0.00	0.00	0.08	2.27
36	0.00	0.00	0.00	0.08	2.26
37	0.00	0.00	0.00	0.08	2.23
38	0.00	0.00	0.00	0.08	2.20
39	0.00	0.00	0.00	0.08	2.16
40	0.00	0.00	0.00	0.08	2.11
41	0.00	0.00	0.00	0.07	2.05
42	0.00	0.00	0.00	0.07	1.98
43	0.00	0.00	0.00	0.06	1.80
44	0.00	0.00	0.00	0.06	1.61
45	0.00	0.00	0.00	0.05	1.41
46	0.00	0.00	0.00	0.04	1.19
47	0.00	0.00	0.00	0.03	0.96
48	0.00	0.00	0.00	0.03	0.71
49	0.00	0.00	0.00	0.02	0.44
50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15

**FORZE ORIZZONTALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 42					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15



FORZE ORIZZONTALI CONCI						
Superficie di Scorrimento N.ro: 42						
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 42																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1	0	0														
1	2	.2	0														
2	3	.5	0														
3	4	.8	0														
4	5	1.1	0														
5	6	1.5	0														
6	7	1.9	0														
7	8	2.3	0														
8	9	2.8	0														
9	10	3.2	0														
10	11	3.7	0														
11	12	4.1	0														
12	13	4.5	0														
13	14	5	0														
14	15	5.4	0														
15	16	5.8	0														
16	17	6.1	0														
17	18	6.5	0														
18	19	6.8	0														
19	20	7.1	0														
20	21	7.4	0														
21	22	7.6	0														
22	23	7.8	0														
23	24	7.9	0														
24	25	8	0														
25	26	8.1	0														
26	27	8.1	0														
27	28	8.1	0														
28	29	8	0														
29	30	7.9	0														
30	31	7.7	0														
31	32	7.5	0														
32	33	7.2	0														
33	34	6.9	0														
34	35	6.5	0														
35	36	6.1	0														
36	37	5.7	0														
37	38	5.1	0														
38	39	4.6	0														
39	40	4	0														
40	41	3.4	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 42																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
41	42	2.7	0														
42	43	2	0														
43	44	1.3	0														
44	45	.7	0														
45	46	.2	0														
46	47	-.3	0														
47	48	-.6	0														
48	49	-.7	0														
49	50	-.5	0														
50		0	0														