

S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

VARIANTE TECNICA N°4

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. CARLO DAMIANI

LAVORI DI RISANAMENTO
DELLA VIA BORREMANS
DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

RELAZIONE DI CALCOLO
PARATIA PA.01 BIS



Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

6757-111

Codice Elaborato:

PA12_09 - V 0 0 0 G E 2 0 4 U P 0 5 6 C L 0 0 4 B

Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Aprile 2021	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO	G. QUARANTA	S. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. FINAMORE
A	Dicembre 2018	EMISSIONE	G. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. ANTONELLI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

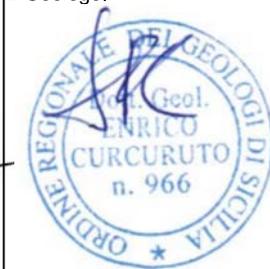
Il Progettista:



Il Consulente Progettista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza:



Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing. LUIGI MUPO

Sommario

1	GENERALITÀ	1
1.1	PREMESSA	1
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
4	STRATIGRAFIE TERRENI	6
4.1	PARATIA - PA01 (PC SX SEZ. 56-67) E PA01-BIS (PC SX SEZ. 62-65)	7
5	VERIFICHE EFFETTUATE	10
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
6.1	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	11
6.2	CALCESTRUZZI	12
6.2.1	<i>Magrone di Fondazione</i>	13
6.2.2	<i>Strutture in elevazione e in fondazione</i>	13
6.3	ACCIAIO	15
6.3.1	<i>Acciaio d'armatura</i>	15
7	ANALISI DEI CARICHI	16
7.1	CARICO ACCIDENTALE (Q1)	16
7.1.1	<i>Muro H=3.00 ml</i>	17
8	COMBINAZIONI DI CARICO	18
9	PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	20
10	STRUMENTI DI CALCOLO	21
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	21
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	21
10.2.1	<i>Affidabilità dei codici di calcolo</i>	21
10.2.2	<i>Modalità di presentazione dei risultati</i>	22
10.2.3	<i>Informazioni generali sull'elaborazione</i>	22
10.2.4	<i>Giudizio motivato di accettabilità dei risultati</i>	22
11	TABULATI DI CALCOLO	23
11.1	IMPOSTAZIONI E LE METODOLOGIE DI CALCOLO	23
11.2	VERIFICA PARATIA PA01 BIS.....	34
12	VERIFICA STABILITA' DEL PENDIO	55
12.1.1	<i>Premessa</i>	55
12.1.2	<i>Tabulati</i>	55

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

[1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

[2] Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

[3] D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

[4] D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

[5] D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

[6] D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

[7] D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

[8] Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

[9] Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

[10] Circolare 617 del 02/02/2009

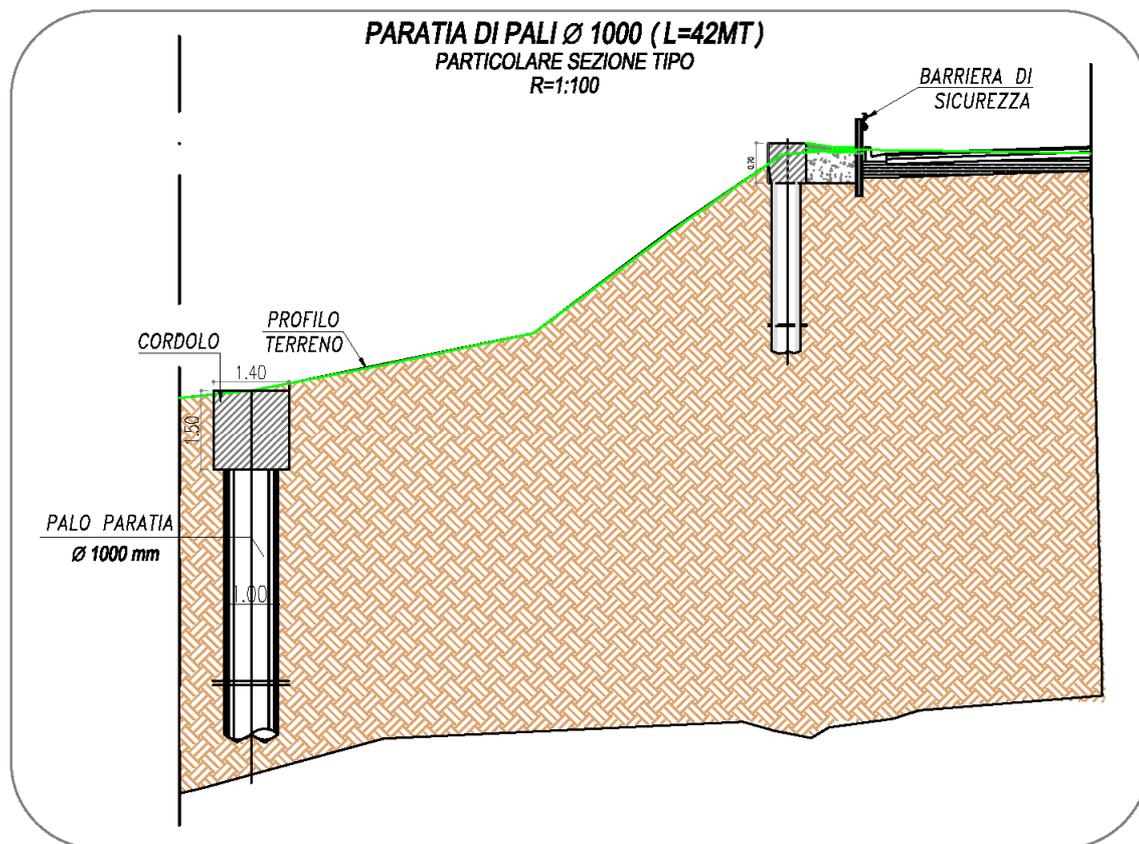
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

[11] D.M. 17 Gennaio 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

[12] Circolare N.7 del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M 17 gennaio 2018.



L'opera in oggetto, come detto in precedenza, si svilupperà tra la sezione n° 62 dell'asse principale (progressiva 609,46 lato sinistro p.c.) e la sezione 65 circa (progressiva 648,65 lato sinistro p.c.), per uno sviluppo di circa 42,00m.

Nel presente progetto è prevista la realizzazione di una paratia di pali $\varnothing 1000$ a protezione del rilevato stradale, previa realizzazione di una pista di cantiere per consentire l'accesso ai mezzi (trivella, betoniere, camion). La paratia è stata denominata **PA01 BIS**.

La paratia sarà realizzata con pali trivellati di diametro $\varnothing 1000$ posti ad interasse di 1200mm per una profondità di 12,00mt, il cordolo di collegamento avrà dimensioni 140x150cm.

PARATIA DI PALI Ø 1000 PARTICOLARE SEZIONE TIPO

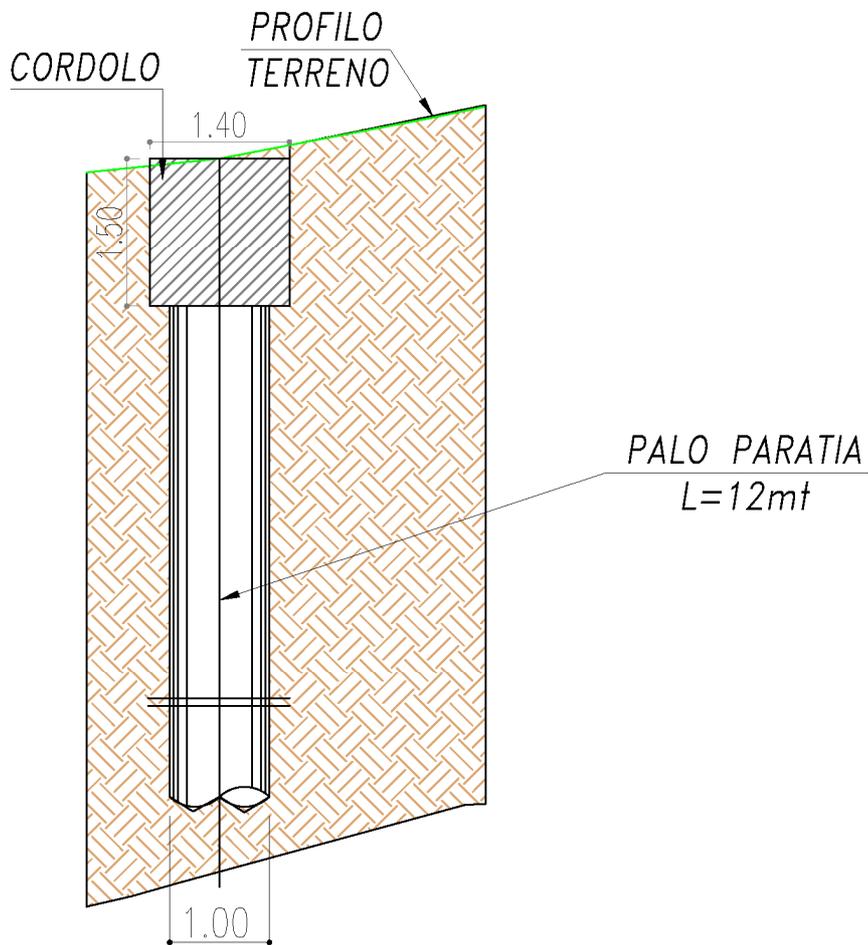


Figura 3 - Particolare Sezione

4 STRATIGRAFIE TERRENI

Per definire l'intervento, si è proceduto ad una accurata campagna di indagini al fine di determinare le caratteristiche meccaniche e la stratigrafia del terreno che interessa la sede stradale esistente, nel tratto presso via Borremans (SS112 bis) a Caltanissetta. Le indagini sono state effettuate dalla ditta **GEO GAV srl**.

In particolare sono state effettuate:

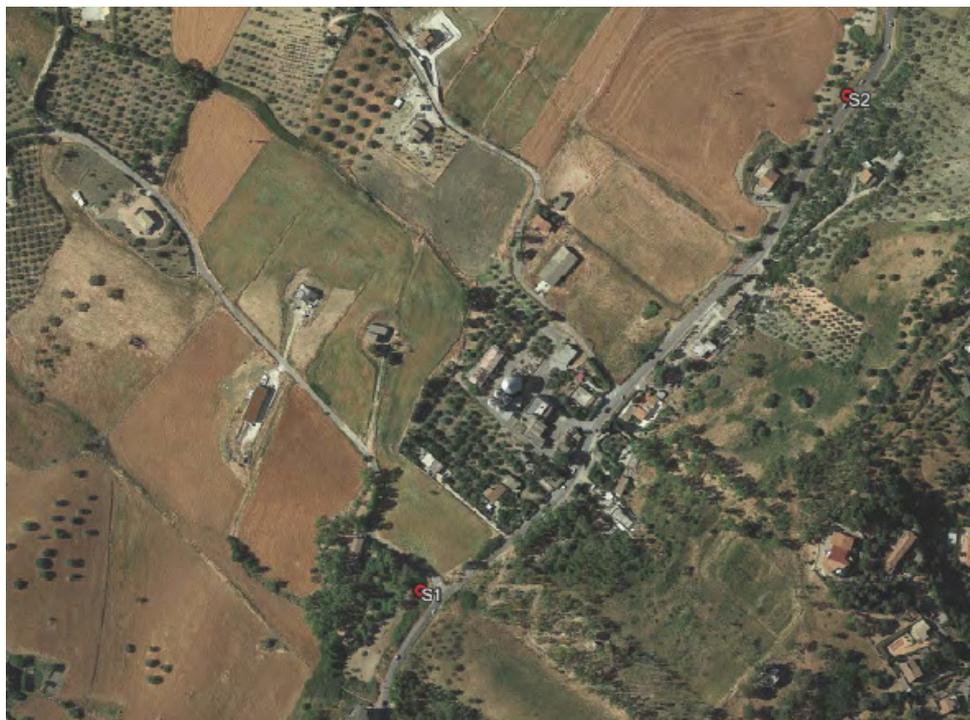
- una prova **MASW**, che ha confermato la tipologia di suolo **C**;
- n. 10 sondaggi verticali (S1, S2, S3, S4, S5, S5A, S6, S6.1, S7, S8,) con estrazione di campioni indisturbati;
- la realizzazione di due Inclinatori (S01, e S5A);

In dettaglio, sono stati realizzati i seguenti sondaggi:

Sondaggio	Prof.	Diam.	Metodo	Campioni Prelevati		Prove in foro	Strumentazione Installata	Sistema Coordinate WGS84		Note
				Rim.	Ind.			N	E	
S1	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	Inclinometro	37°30'10.19"	14°03'20.76"	
S2	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'22.93"	14°03'34.52"	
S3	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'39.79"	14°03'35.89"	
S4	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S5	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S5A	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	Inclinometro	37°30'55.25"	14°03'25.06"	
S6	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'58.91"	14° 3' 25.42"	
S6.1	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S7	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°31'07.72"	14°03'32.21"	
S8	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°31'14.53"	14°03'32.59"	

Le indagini in sito e le prove di laboratorio effettuate hanno consentito di caratterizzare ai fini geotecnici l'area in esame.

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici per l'opera in oggetto, si è fatto riferimento al Sondaggio **S1**.



4 - Planimetria ubicazioni indagini

La stratigrafia dall'alto verso il basso, desunta dalla relazione gologica redatta dal Dott. E. Curcuruto.

4.1 PA01-bis (pc sx Sez. 62-65)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio **S1**.

MODELLO GEOTECNICO		
Strato n°	Litotipo	Parametri Geotecnici
1	<u>Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
		$C_u = 282.0 \text{ kPa}$
		$c' = 31.4 \text{ kPa}$
		$\phi' = 19.7^\circ$
		$c_r' = 0.00 \text{ kPa}$
		$\phi_r' = 17.0^\circ$
2	<u>Limi con argilla sabbiosi</u>	$\gamma = 19.64 \text{ kN/mc}$
		$C_u = 304.0 \text{ kPa}$
		$c' = 42.9 \text{ kPa}$
		$\phi' = 24.0^\circ$
3	<u>Argille limose grigio azzurre</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
		$C_u = 245.0 \text{ kPa}$
		$c' = 14.7 \text{ kPa}$
		$\phi' = 23.8^\circ$

Individuate le stratigrafie di progetto ed i parametri meccanici dei vari strati si sono analizzate le problematiche presenti nel sito, le criticità correnti, i dissesti manifestatisi che interferiscono con la realizzazione e la funzionalità delle opere previste nel progetto.

In questa parte il territorio studiato è interessato da fenomeni di degradazione non evidenti come le frane, ma tanto incisivi quanto durevoli. Sono fenomeni legati a diversi fattori, quali la elevata pendenza dei versanti e la erodibilità dei litotipi; i movimenti franosi vengono innescati da piccoli fenomeni di scoscendimento che talvolta evolvono, a causa delle forti pendenze, a veri e propri fenomeni di colamento, o di movimenti franosi repentini che coinvolgono, generalmente, la coltre detritica superficiale e l'orizzonte di alterazione del substrato.

In particolare l'esame delle prime risultanze del **piano di monitoraggio** sull'inclinometro S1 con l'esame delle morfologie dei dintorni ha permesso, al geologo incaricato, di poter identificare un incipiente fenomeno di scivolamento del fronte ed individuare due superfici di scivolamento. Così come rappresentato nella figura seguente.

Strato n°	MODELLO GEOTECNICO		
		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 241.0 \text{ kPa}$
			$c' = 31.4 \text{ kPa}$
			$\phi' = 19.7^\circ$
			$c_r' = 0.00 \text{ kPa}$
			$\phi_r' = 17.0^\circ$
2		<u>Limi con argilla sabbiosi</u>	$\gamma = 19.64 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 304.0 \text{ kPa}$
			$c' = 42.9 \text{ kPa}$
			$\phi' = 24.0^\circ$
3		<u>Argille limose grigio azzurre</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 245.0 \text{ kPa}$
			$c' = 14.7 \text{ kPa}$
			$\phi' = 23.8^\circ$

Tenendo conto che i tratti indagati sembrano essere interessati da movimenti negli strati più superficiali lo **strato N°1 di Limi con Argilla sabbiosi** è stato considerato nelle condizioni residue, e a vantaggio di sicurezza, **si sono assunti i corrispondenti parametri geotecnici del sondaggio S5a ($c_r' = 0.00 \text{ kPa}$; $\phi_r' = 17.0^\circ$)**

In seguito alla **prova geofisica diretta** di tipo **MASW** è stato possibile, in corrispondenza del punto di indagine, determinare la velocità di propagazione media delle onde Vs entro i primi 30 metri di terreno attraversato (Vs30).

Secondo quanto riportato nella Tabella 3.2.II – (Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato) del D.M. 17/01/2018, che prevede l'utilizzo della velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m per la classificazione dei suoli, l'area oggetto di studio si colloca **in Categoria C**, *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

5 VERIFICHE EFFETTUATE

Tenendo conto della stratigrafia emersa dalle indagini e dalle considerazioni sui parametri geotecnici è stata effettuata la verifica della sezione del paramento più alto che a vantaggio di sicurezza è stata considerata di 3,00m (ipotizzando una scarsa).

In allegato si riportano le impostazioni di progetto ed i tabulati di calcolo della **paratia PA01BIS**.

Per le paratie si sono considerate i seguenti stati limite ultimi, accertando che la condizione [6.2.1 ($E_d \leq R_d$)] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)
 - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
 - collasso per carico limite verticale;
 - sfilamento di uno o più ancoraggi;
 - instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
 - instabilità del fondo scavo per sollevamento;
 - sifonamento del fondo scavo;
 - instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
 - raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
 - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Nelle verifiche effettuate si è inoltre effettuata la verifica di stabilità dell'intero fronte considerando il corpo stradale e le opere di sostegno e di consolidamento previste. In dettaglio nelle sezioni di verifica si è considerata la presenza ed il contributo stabilizzante della paratia PA.01, della paratia Pa.01bis e del muro MU.01.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata secondo la Combinazione 2(A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.1 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

In accordo con la tabella 1 della UNI 11104-2004, le strutture in progetto ricadono nelle seguenti classi di esposizione:

- pali di fondazione e paratia di pali completamente interrata: XA2
- muro di sostegno in centro abitato: XA2

prospetto 1 Classi di esposizione		
Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriero o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti ^{*)}		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.
6 Attacco chimico ^{*)}		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.		
**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.		

Ai sensi della Tabella 4 della UNI 11104-2004, la classe di resistenza minima è quindi:

- pali di fondazione e paratia di pali completamente interrata: C32/40
- muro di sostegno: C32/40

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico					
						Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti										
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)														3,0 ⁴⁾				
Altri requisiti															Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ²⁾

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
b) Quaba la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Legami Costitutivi

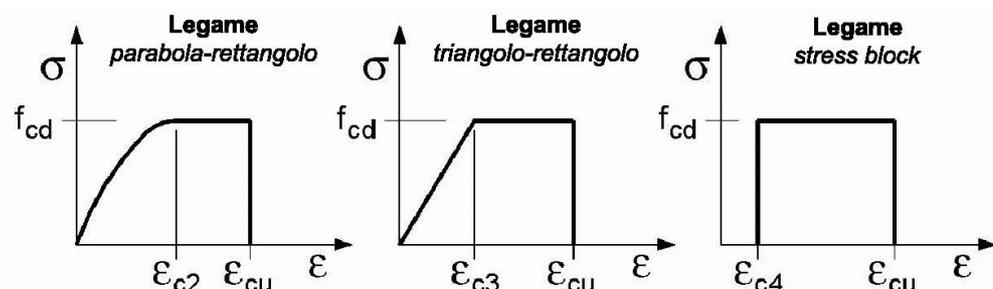
Per classi di resistenza pari o inferiori a C50/60

$$\epsilon_{c2} = 0.200\%$$

$$\epsilon_{c3} = 0.175\%$$

$$\epsilon_{c4} = 0.070\%$$

$$\epsilon_{cu} = 0.350\%$$



6.2.1 Magrone di Fondazione**Caratteristiche Generali**

cl-res =	C12\15	Classe di Resistenza
cl-esp =		Classe di Esposizione
Cons =		Consistenza

6.2.2 Strutture in elevazione e in fondazione**Caratteristiche Generali**

cl-res =	C32\40	Classe di Resistenza
cl-esp =	XA2	Classe di Esposizione
Cond. Ambientale =	Aggressive	Condizioni Ambientali
Cemento =		Tipo di Cemento
Dosaggio =	kg/mc	Dosaggio del Cemento
Rapporto A/C =	0.5	Rapporto acqua / cemento
Cl max =	%	Contenuto massimo di cloruri
aggr max =	30	mm Dimensione nominale massima degli Aggregati
res gelo =		Inerti resistenti al Gelo
Cons =	S4 - Fluida	Consistenza
c =	50	mm Copriferro minimo
r =	60	mm Ricoprimento minimo

Valori Caratteristici

R_{ck} =	40	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
f_{ck} =	33.2	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk.5\%}$ =	2.17	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk.95\%}$ =	4.03	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{ctk.5\%}$ =	2.60	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{ctk.95\%}$ =	4.83	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

Valori Medi

f_{cm} =	41.2	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
f_{ctm} =	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
f_{ctm} =	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
E_{cm} =	33642.78	MPa	Modulo Elastico

Resistenze di Calcolo – SLU

γ_c =	1.5	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
α_c =	0.85	Coefficiente per i carichi di lunga durata

Resistenza di calcolo a compressione

f_{cd} =	18.81	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50}$ =	15.05	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenza di calcolo a trazione

f_{ctd} =	1.45	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50}$ =	1.16	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

f_{ctd} =	1.74	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50}$ =	1.39	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali

γ_c =	1.00		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
α_c =	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

Resistenza di calcolo a compressione

f_{cd} =	28.22	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50}$ =	22.58	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenza di calcolo a trazione

f_{ctd} =	2.17	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50}$ =	1.74	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
f_{ctd} =	2.60	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50}$ =	2.08	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenze di Calcolo - SLE

σ_c =	17.43	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione rara
σ_c =	13.0725	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

6.3 Acciaio

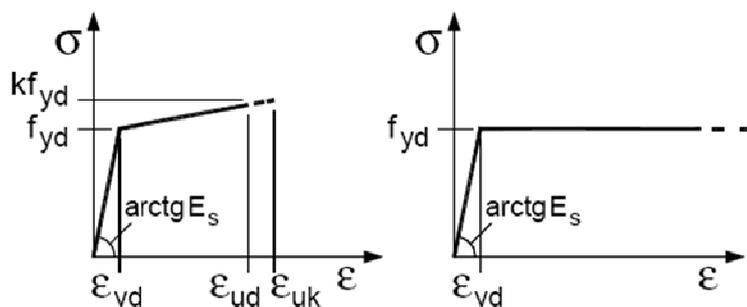
6.3.1 Acciaio d'armatura

Legami Costitutivi

$$\varepsilon_{ud} = 0.9 \varepsilon_{uk}$$

$$\varepsilon_{uk} = 0.9(A_{gt})_k$$

$$k = (f_t / f_y)_k$$



Valori Caratteristici

$f_{y,nom} =$	450	MPa	Valore nominale della tensione di snervamento
$f_{t,nom} =$	540	MPa	Valore nominale della tensione di rottura
$E_s =$	206000	MPa	Modulo Elastico

Requisiti prescritti

$f_{yk,5\%} \geq$	$f_{y,nom}$	Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di snervamento (da prove su campioni in numero significativo)
$f_{tk,5\%} \geq$	$f_{t,nom}$	Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di rottura (da prove su campioni in numero significativo)
$(f_y / f_{y,nom})_{k,10\%} \leq$	1.25	Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il relativo valore nominale
$(f_t / f_y)_{k,10\%} \geq$	1.25	Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di rottura effettiva e la tensione di snervamento
	< 1.35	
$(A_{gt})_{k,10\%} \geq$	7.5 %	Valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 \varnothing	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza formazione di cricche:
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 \varnothing	
$16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 \varnothing	
$25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	10 \varnothing	

Resistenze di Calcolo - SLU

$\gamma_s =$	1.15	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio
$f_{yd} =$	391.30	MPa Resistenza di Calcolo a trazione
$\varepsilon_{yd} =$	0.190%	MPa Deformazione a snervamento per trazione

Resistenze di Calcolo - SLE

$\gamma_s =$	1.00	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$f_{yd} =$	450.00	MPa Resistenza di Calcolo a trazione
$\varepsilon_{yd} =$	0.218%	Deformazione a snervamento per trazione
$\sigma_s =$	360.00	MPa Deformazione a snervamento per trazione

7 ANALISI DEI CARICHI

Le azioni sulle opere di sostegno sono state valutate in conformità alle NTC 2018, alla Circolare esplicativa Circolare 7 del 21/01/2019, sia per quanto riguarda la fase statica che quella sismica.

Oltre a considerare il peso proprio degli elementi portanti e portati e la spinta delle terre, nel calcolo strutturale si è tenuto conto:

- dell'incremento di spinta conseguente al carico variabile da traffico veicolare;
- dell'azione sismica.

7.1 CARICO ACCIDENTALE (Q1)

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono costituite da carichi concentrati (Qik) e da carichi uniformemente distribuiti (qik). Poiché il calcolo delle opere di contenimento viene effettuato considerando una sezione trasversale di lunghezza unitaria è necessario ripartire i carichi concentrati in direzione longitudinale.

Per le opere di contenimento viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'accidentale definito al punto 5.1.3.3.5 NTC 2018 e punto 5.1.3.3.7.1 Circolare 2 febbraio 2009 n.617 e calcolando la ripartizione in base all'altezza del paramento.

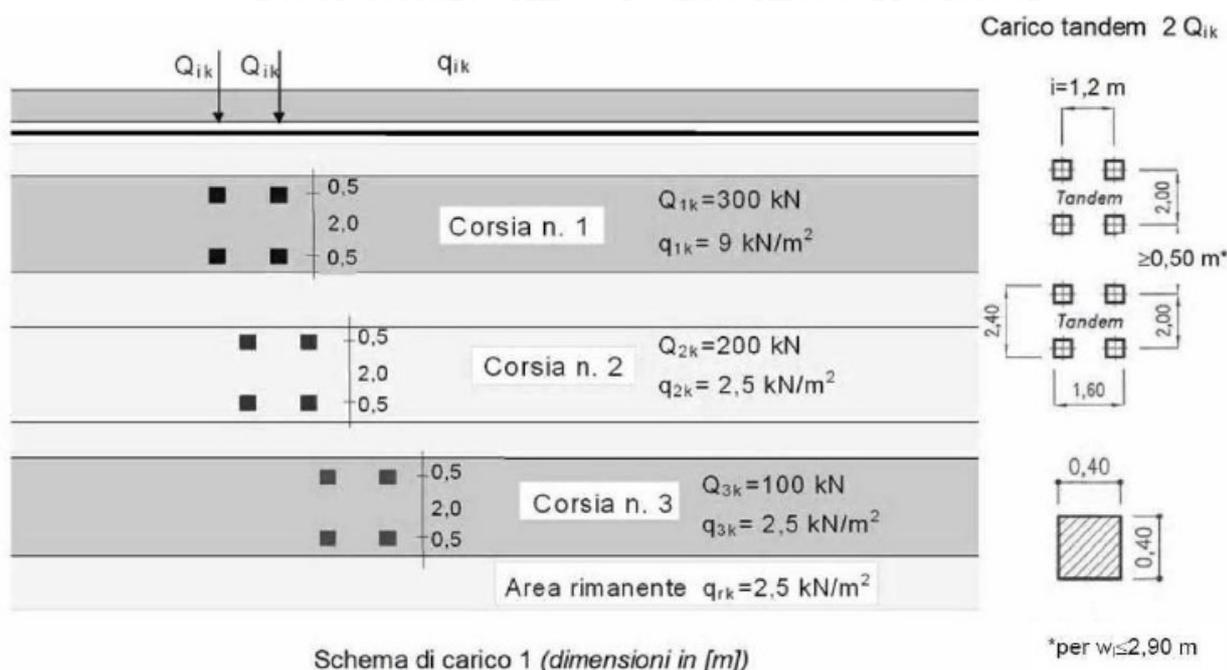
A partire dall'impronta di 3 x 2.2 m prevista dalla normativa per il carico tandem si effettua una diffusione a 45° fino alla base del paramento ottenendo la lunghezza longitudinale (Lc) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico qik e del Qik ripartito su una impronta di 3 x Lc.

In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a 20 kN/mq :

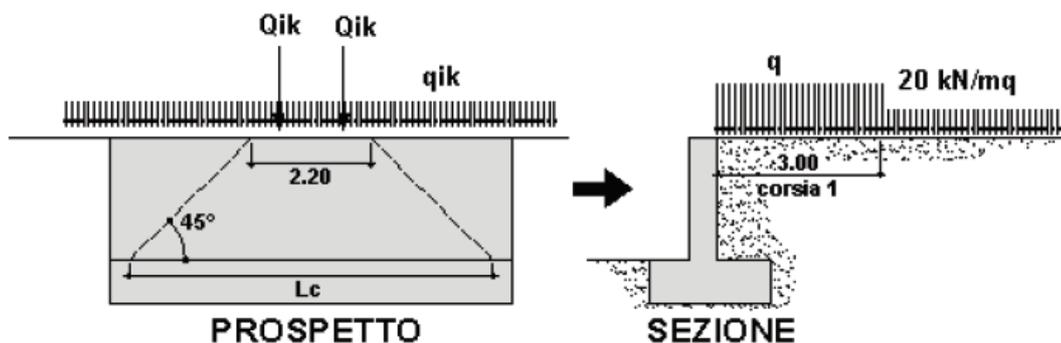
I carichi mobili per ponti di prima categoria che consistono in colonne di carico della seguente intensità:

Posizione	Carico Asse	Qik [kN]	qik[kN/mq]
Corsia Numero	1	300	9.00
Corsia Numero	2	200	2.50
Corsia Numero	3	100	2.50
Altre	corsie	0.00	2.50

La distribuzione, gli interassi tra le forze concentrate e gli ingombri delle colonne di carico sono riportate nella figura seguente.



Considerata la tipologia di opera, costituita da paramenti di limitata altezza la verifica viene eseguita considerando il sovraccarico convenzionale della corsia n.1. A partire dall'impronta di 3×2.2 m prevista dalla normativa per il carico tandem si effettua una diffusione a 45° fino alla base del paramento ottenendo la lunghezza longitudinale (L_c) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico q_{ik} e del Q_{ik} ripartito su una impronta di $3 \times L_c$. In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a 20 kN/mq :



7.1.1 Muro H=3.00 ml

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN} \quad 2 Q_{1k} = 600 \text{ kN}$$

vengono ripartiti su area 3.00×2.20 carico accidentale di calcolo

$$Q = (300 \times 2) : ((2.20 + 3 + 3) \times (3 + 3)) = 12.2 \text{ kN/mq}$$

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/mq}$$

considerata la combinazione più gravosa, costituita dal carico tandem come principale il carico distribuito q_{1k} secondario ed adottando un Coefficiente ψ_0 di combinazione pari a 0.40 si ha:

$$q = q_{1k} \times \psi_0 = 3.6 \text{ kN/mq}$$

$$P_{acc} = 3.6 + 12.2 = 15.80 \text{ kN/mq} \text{ si assume} \quad P_{acc} = 20.0 \text{ kN/mq}$$

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti per le prestazioni di SLU ed SLE.

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

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

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab.2.6.I.

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

7-Coefficienti parziali NTC2018

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

Tabella 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

8-Coefficienti di combinazioni NTC2018

9 PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La vita nominale di un'opera strutturale (VN), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Ai fine delle valutazioni delle azioni sismiche che verranno eseguite si adotterà: **VN = 50 anni (categoria 2)**

Il D.M. 17gennaio 2018 prevede quattro categorie di classi d'uso Per l' opera in oggetto si considera una **Classe II**.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento.

Dalle prove eseguite risulta che i terreni di fondazione risultano appartenere alla **categoria C** :

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità”.

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico $ST=1.2$

10 STRUMENTI DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo è stata redatta con l'utilizzo del seguente supporto:

SISTEMI OPERATIVI E PACCHETTI APPLICATIVI

- pacchetto MICROSOFT OFFICE: Word, Excel

SOFTWARE PER L'INGEGNERIA

Calcolo dei muri di contenimento : CDW WIN versione 2018/a beta prodotto dalla S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Calcolo paratie: CDD WIN versione 2018/a beta prodotto dalla S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 l'affidabilità dei codici utilizzati sono stati verificati sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dai produttori stessi. I software sono inoltre dotati di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio. I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, 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. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare N.7 del 21/01/2019 -Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M 17 gennaio 2018.”.

10.1 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

10.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

10.2.1 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all' indirizzo: <http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

10.2.2 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

10.2.3 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

10.2.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

11 TABULATI DI CALCOLO

11.1 Impostazioni e le metodologie di calcolo

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. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare N.7 del 21/01/2019 -Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M 17 gennaio 2018.

• CALCOLO DELLE SPINTE

Il calcolo delle spinte viene convenzionalmente riferito ad un metro di profondità di paratia. Pertanto tutte le grandezze riportate in stampa, sia per i dati di input che per quelli di output, debbono di conseguenza attribuirsi ad un metro di profondità della paratia stessa.

Per rendere più completa la trattazione relativa alla determinazione delle spinte sarà opportuno distinguere i seguenti casi:

- Spinta delle terre:

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) con superficie del terreno spezzata

- Spinta del sovraccarico ripartito uniforme:

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) con superficie del terreno spezzata

- Spinta del sovraccarico ripartito parziale

- Spinta del sovraccarico concentrato lineare

- Spinte in presenza di coesione

- Spinta interstiziale in assenza o in presenza di moto di filtrazione

- Spinta passiva

• SPINTA DELLE TERRE

Trattandosi di terreni stratificati, discretizzato il diaframma in un congruo numero di punti, si determina la spinta sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni cono, calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

- σ_h = pressione orizzontale
- σ_v = pressione verticale
- K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo
- δ = coefficiente di attrito terra-parete

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \tau \cdot z$$

- τ = peso specifico del terreno
- z = generica quota di calcolo della pressione a partire dall'estradosso del terrapieno

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \tau' \cdot z$$

τ' = peso specifico efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione discendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 - I_w)] \cdot z$$

dove:

τ = peso specifico del terreno

τ_w = peso specifico dell'acqua

I_w = gradiente idraulico: $\delta H / \delta L$

δH = differenza di carico idraulico

δL = percorso minimo di filtrazione

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione ascendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 + I_w)] \cdot z$$

a) **Con superficie del terreno rettilinea**

Lo schema di calcolo è basato sulla teoria di *Coulomb* nell'ipotesi di assenza di falda:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \cdot \text{sen}(\beta - \delta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \cdot \text{sen}(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2} \quad (\text{Muller-Breslau})$$

avendo indicato con :

$\beta = 90^\circ$: inclinazione del paramento interno rispetto all'orizzontale;

ϕ = angolo d'attrito interno del terreno;

δ = angolo di attrito terra-muro;

ε = angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

b) **Con superficie del terreno spezzata**

In questo caso, pur mantenendo le ipotesi di *Coulomb*, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma di *Muller-Breslau*, giacché il diagramma di spinta non è più triangolare bensì poligonale.

Posto l_i = lunghezza, in orizzontale, del tratto inclinato:

$$dh = l_i \times \tan \varepsilon$$

e, permanendo la solita simbologia, si procede alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento, detto ro tale angolo, si ottiene, per $\beta = 90^\circ$:

$$\tan(ro) = \frac{1}{-\tan(ro) + \left[(1 + \tan^2 \phi) \cdot \left(1 + \frac{l_i \cdot dh}{(H + dh)^2 \cdot \tan \phi} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Tracciando una retta inclinata di ' ro ' a partire dal vertice della spezzata si stacca, sulla superficie di spinta, un segmento di altezza:

$$h = l_i \cdot \frac{(\tan(ro) - \tan \varepsilon) \cdot \tan \beta}{\tan(ro) + \tan \beta}$$

su questo tratto della superficie di spinta si assumerà il seguente coefficiente di spinta attiva:

$$K_{a1} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \left(1 + \frac{\tan \varepsilon}{\tan \beta}\right) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot (\tan(ro) - \tan \varepsilon)}$$

mentre per il restante tratto di altezza ($H - h$) si assumerà:

$$K_{a2} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot \tan(ro)}$$

c) Incremento di spinta sismica:

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo D.M. 16/01/96:

$$K_{as} = K' - A \cdot K_a$$

essendo:

$$A = \frac{\cos^2(\alpha + \tau)}{\cos^2 \alpha + \cos \tau}$$

con:

α = angolo formato dall'intradosso con la verticale

$\tau = \arctan C$

C = coefficiente di intensità sismica

K = coefficiente calcolato staticamente per $\varepsilon' = \varepsilon + \tau$ e $\beta' = \beta - \tau$

La pressione ottenuta ha un andamento lineare, con valore zero al piede del diaframma e valore massimo in sommità.

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo N.T.C.: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v) che interessano tutte le masse sono calcolati come (7.11.6.3.1):

$$g \cdot K_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

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

$$K_v = 0,5 \cdot K_h$$

La forza di calcolo viene denotata come E_d da considerarsi come la risultante delle spinte statiche e dinamiche del terreno. Tale spinta totale di progetto E_d , esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \tau' \cdot (1 \pm K_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$

dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

τ' è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di *Mononobe e Okabe*.

- Se $\beta \leq \phi - \Theta$:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\phi - \Theta - \delta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \Theta)}{\sin(\phi - \Theta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}\right)^{\frac{1}{2}}\right]^2}$$

Se $\beta > \phi - \Theta$:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\phi - \Theta - \delta)}$$

- ϕ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;
- α, β : sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;
- δ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;
- Θ : è l'angolo definito successivamente in funzione dei seguenti casi:

Livello di falda al di sotto del muro di sostegno:

$\tau' = \tau$ peso specifico del terreno

$$\tan \Theta = \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

Terreno al di sotto del livello di falda:

$\tau' = \tau - \tau_w$ peso immerso del terreno

τ_w : peso specifico dell'acqua

$$\tan \Theta = \frac{\tau}{\tau - \tau_w} \cdot \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

b) **Inerzia della parete:**

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete:

- Forze di inerzia secondo D.M. 16/01/96:

$$F_i = C \cdot W$$

con C = coefficiente di intensità sismica

- Forze di inerzia secondo N.T.C.:

$$F_{ih} = K_h \cdot W$$

$$F_{iv} = K_v \cdot W$$

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

Al fattore r può essere assegnato il valore 2 nel caso di opere di sostegno che ammettano spostamenti, per esempio i muri a gravità, o che siano sufficientemente flessibili. In presenza di terreni non coesivi saturi deve essere assunto il valore 1.

• **SPINTA DEL SOVRACCARICO RIPARTITO UNIFORME**

a) Con superficie del terreno rettilinea

In questo caso ,intendendo per Q il sovraccarico per metro lineare di proiezione orizzontale:

$$\sigma_v = Q$$

b) Con superficie del terreno spezzata

Una volta determinata la superficie di scorrimento del cuneo di massima spinta (ro), quindi il diagramma di carico che grava sul cuneo di spinta ,si scompone tale diagramma in due strisce; la prima agente sul tratto di terreno inclinato, la seconda sul rimanente tratto orizzontale.

Ognuna delle strisce di carico genererà un diagramma di pressioni sul muro i cui valori saranno determinati secondo la formulazione di *Terzaghi* che esprime la pressione alla generica profondità z come:

$$\sigma_h = \frac{2 \cdot Q \cdot W}{\pi} \cdot (\Theta - \sin\Theta \cdot \cos 2\tau)$$

dove:

$$W = \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

• SPINTA DEL SOVRACCARICO CONCENTRATO LINEARE

Il carico concentrato lineare genera un diagramma delle pressioni sul muro che può essere determinato usando la teoria di *Boussinesq*:

Essendo:

d_l = distanza del sovraccarico dal muro, in orizzontale

q_l = intensità del carico;

e posto

$$m = \frac{d_l}{H}$$

si ottiene il valore della pressione alla generica profondità z in base alle seguenti relazioni:

a) per $m \leq 0,4$

$$\sigma_h = 0,203 \cdot \frac{q_l}{H} \cdot \frac{\frac{z}{H}}{\left[0,16 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

b) per $m > 0,4$

$$\sigma_h = 4 \cdot \frac{q_l}{H \cdot \pi} \cdot \frac{m \cdot \frac{z}{H}}{\left[m^2 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

• SPINTA ATTIVA DOVUTA ALLA COESIONE

La coesione determina una contropinta sulla parete, pari a:

$$\sigma_h = -2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

essendo:

C = coesione dello strato

R_{ac} = rapporto aderenza/coesione

• SPINTA INTERSTIZIALE

La spinta risultante dovuta all'acqua è pari alla differenza tra la pressione interstiziale di monte e di valle.

Nel caso di filtrazione discendente da monte e ascendente da valle:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 - I_w) - H_{wv} \cdot (1 + I_w)]$$

dove:

H_{wm} = quota della falda di monte

H_{wv} = quota della falda di valle

Nel caso di filtrazione discendente da valle e ascendente da monte:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 + I_w) - H_{ww} \cdot (1 - I_w)]$$

- **SPINTA PASSIVA**

$$\sigma_{hp} \cdot R_p = \sigma_v \cdot K_p \cdot \cos \delta + 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

dove:

- σ_{hp} = pressione passiva orizzontale
- R_p = coefficiente di riduzione della spinta passiva
- σ_v = pressione verticale
- K_p = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo
- δ = coefficiente di attrito terra-parete
- C = coesione
- R_{ac} = rapporto aderenza/coesione

a) per $\phi > 0$:

$$K_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2}$$

b) per $\phi = 0$:

$$K_p = 1$$

- **EQUILIBRIO DELLA PARATIA E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI**

Il diaframma è una struttura deformabile, per cui in funzione degli spostamenti che assume è in grado di mobilitare pressioni dal terreno circostante. Nella trattazione classica per determinare le spinte sul tratto infisso della paratia si ipotizza che il terreno circostante sia in condizioni di equilibrio limite, per cui ipotizzata una deformata si possono determinare le zone attive e passive del terreno e le relative pressioni.

Questo modo di procedere fornisce buoni risultati nei problemi di progetto e nel caso si vogliono determinare dei valori globali di sicurezza mentre non permette di valutare con buona approssimazione i diagrammi delle sollecitazioni. Inoltre un grande limite è rappresentato dal fatto che i metodi classici non permettono di tenere in conto la presenza di più di un tirante.

Un modo più moderno di affrontare il problema dell'equilibrio delle paratie è quello di utilizzare delle tecniche di soluzione più generali quali quello degli elementi finiti. L'algoritmo di soluzione utilizzato nel programma si può riassumere nei seguenti passi principali:

- 1 - discretizzazione della paratia con elementi trave elastici.
- 2 - modellazione dei tiranti con molle elastiche che reagiscono solo nel caso la paratia si allontani dal terreno (tiranti o sbadacchi).
- 3 - modellazione del terreno in cui è infissa la paratia con molle non lineari con legame costitutivo di tipo bilatero.
- 4 - algoritmo di soluzione per sistemi di equazioni non lineari che utilizza la tecnica della matrice di rigidezza secante.
- 5 - calcolo degli spostamenti della paratia, in particolare gli spostamenti dei tiranti e del fondo scavo che danno preziose informazioni sulla deformabilità del sistema terreno- paratia.
- 6 - calcolo delle sollecitazioni degli elementi trave (taglio, momento).
- 7 - calcolo delle pressioni sul terreno dove è infissa la paratia.

Descrizione dell'algoritmo

Si discretizza la paratia in $n-1$ conci di trave connessi ad n nodi. Si calcola quindi la matrice di rigidezza elementare del concio e quindi si esegue l'assemblaggio della matrice globale. Ogni nodo presenta due gradi di libertà (spostamento trasversale e rotazione), quindi si hanno in totale $2 \times n$ gradi di libertà globali.

La matrice di rigidezza assemblata di dimensioni $(2n \times 2n)$ risulta non invertibile in quanto la struttura ammette moti rigidi. I moti rigidi e quindi la labilità della struttura vengono eliminati modellando il terreno in cui la paratia risulta infissa ed i tiranti.

Sia il terreno che i tiranti vengono modellati con delle molle i cui valori di rigidezza vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

RIGIDEZZA DEL TIRANTE:

Se:

L = lunghezza
 A = Area del tirante/interasse
 E = modulo elastico del tirante
 f = angolo di inclinazione
 T = sforzo sul tirante/puntone v = spostamento

ne consegue:

$$K = \frac{A \cdot E}{L} \cdot \cos^2 f$$

$$T = K \times v \quad \text{se } v \geq 0$$

$$T = 0 \quad \text{se } v < 0 \text{ (la paratia si avvicina al terreno)}$$

RIGIDEZZA DEL TERRENO (Bowles, *Fondazioni* pag.649):

Se:

c = coesione
 g peso specifico efficace

Nc, Nq, Ng coefficienti di portanza
 z quota infissione

$$K = 40 \times (c \times Nc + 0,5 \times g \times 1 \times Ng) + 40 \times (g \times Nq \times z)$$

Il legame costitutivo pressione terreno–spostamento v della paratia si assume di tipo non lineare bilatero:

$v_l = 1,5$ cm spostamento limite elastico

P_p = pressione passiva

$P_u = \min(v_l \times K, P_p)$ pressione massima sopportata dal terreno

$$K \times v \leq P_u \quad \text{(fase elastica)}$$

$$P(v) = P_u \quad \text{se } K \times v > P_u \text{ (fase plastica)}$$

Il sistema non lineare risolvibile risulta quindi:

$K(v)$ matrice secante

F = forze nodali

$$F = K(v) v$$

$$v_i = \text{inv}(K(v_{i-1})) F \quad \text{per } i = 0, \dots, n$$

Risolto iterativamente il sistema non lineare si ottengono gli spostamenti nodali e quindi pressioni, sollecitazioni e forze ai tiranti. È importante al fine di una corretta verifica della paratia controllare lo spostamento al fondo scavo della paratia.

• ANCORAGGI

La lunghezza minima del tirante è determinata in maniera tale che la retta passante dalla punta estrema dell'ancoraggio e dal piede del diaframma formi un angolo pari a ϕ (angolo di attrito interno) con la verticale.

BLOCCO DI ANCORAGGIO

Il blocco di ancoraggio, nell'ipotesi che esso sia continuo lungo tutta la lunghezza del diaframma, deve dimensionarsi sulla base di un coefficiente di sicurezza che vale:

$$\mu_a = \frac{\tau \cdot H_a^2 \cdot (K_p - K_a)}{2 \cdot T_r}$$

dove:

- τ = peso specifico del terreno
- H_a = affondamento del blocco di ancoraggio nel terreno
- K_p = coefficiente di spinta passiva
- K_a = coefficiente di spinta attiva
- T_r = forza di trazione sull'ancoraggio

BULBO DI ANCORAGGIO DI CALCESTRUZZO INIETTATO SOTTO PRESSIONE

Se:

- T_u = sforzo resistente
- T_r = forza di trazione sull'ancoraggio
- μ_a = coefficiente di sicurezza
- A = area bulbo
- p_v = pressione verticale
- f = angolo di attrito del terreno
- K_0 = $1 - \sin(f)$ (spinta a riposo)
- c = coesione

allora:

$$T_u = A \cdot \left[p_v \cdot K_0 \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot f\right) + 0,8 \cdot c \right]$$

• VERIFICHE

Il programma esegue le verifiche di resistenza sugli elementi strutturali in funzione della tipologia della paratia. Le verifiche verranno eseguite per tutte le tipologie a scelta dell'utente sia con il metodo delle tensioni ammissibili che con il metodo degli SLU.

Per la generica in particolare la verifica agli S.L.U. prevede solo l'utilizzo di materiali assimilabili ai sensi della normativa vigente all'acciaio Fe360, Fe430 e Fe510. In particolare per il metodo degli S.L.U. si prevede che le azioni di calcolo utilizzate per le verifiche di resistenza derivanti vengano incrementate di un coefficiente parziale pari a 1,50.

Per le sezioni in acciaio la verifica S.L.U. viene effettuato al limite elastico.

Le verifiche saranno effettuate, coerentemente con il metodo selezionato (T.A. S.L.U), rispettando la normativa vigente per le strutture in c.a. ed in acciaio.

Le verifiche saranno effettuate sia sulla sezione della paratia che sugli elementi secondari quali cordoli in c.a. ed in acciaio, testata di ancoraggio in acciaio per le berlinesi.

Le sollecitazioni agenti sul cordolo vengono calcolate schematizzandolo come una trave continua caricata con forze concentrate.

Nel caso di cordoli in c.a. vengono effettuate le verifiche consuete per le travi soggette a momento flettente e taglio.

Nel caso di cordoli realizzati in acciaio vengono effettuate le seguenti verifiche:

- 1) verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- 2) Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- 3) Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- 4) Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.

5) VERIFICA DELLA PIASTRA FORATA DELLA TESTATA IN CORRISPONDENZA DELLO INCASTRO CON LE NERVATURE LATERALI DELLA TESTATA. VERIFICA DELLA SALDATURE CORRISPONDENTE DI TIPO II CLASSE A T O COMPLETA PENETRAZIONE.● **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

Str. N.ro	<i>Numero dello strato</i>
Spess.	<i>Spessore dello strato</i>
Coesione	<i>Coesione</i>
Rapp. ader/co	<i>Rapporto Aderenza/Coesione</i>
Ang. attr.	<i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Peso spec.	<i>Peso specifico del terreno in situ</i>
Peso effic.	<i>Peso specifico efficace del terreno saturo</i>
Attr. terra-muro	<i>Angolo di attrito terra–muro</i>
Descriz.	<i>Descrizione sintetica dello strato</i>

● **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

METODO DI VERIFICA: STATI LIMITI ULTIMI**PARATIA CON SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.**

Nr	Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
Mf	<i>Momento flettente di progetto riferito ad una sezione di 1 m.</i>
N	<i>Sforzo normale di progetto riferito ad una sezione di 1 m.</i>
Am	<i>Area armature posta sul lembo di monte di una sezione di 1 m.</i>
Av	<i>Area armature posta sul lembo di valle di una sezione di 1 m.</i>
Mu	<i>Momento resistente ultimo di progetto agente su una sezione di 1 m.</i>
T	<i>Taglio di progetto agente su una sezione di 1 m.</i>
Tu	<i>Taglio resistente ultimo relativo ad una sezione di 1 m.</i>
passo st.	<i>Passo armature di ripartizione di progetto</i>

PARATIA CON PALI IN C.A.

Nr	<i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
Quota	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
Mf	<i>Momento flettente di progetto riferito ad un singolo palo</i>
N	<i>Sforzo normale di progetto riferito ad un singolo palo</i>
Aa	<i>Area armature riferito ad un singolo palo</i>
Mu	<i>Momento resistente ultimo riferito ad un singolo palo</i>

Tu Taglio resistente ultimo riferito ad un singolo palo
passo st. Passo armature di ripartizione di progetto

PARATIA CON SEZIONE IN ACCIAIO, BERLINESE E GENERICA

Nr Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf Momento flettente agente sul singolo profilo o palo
N Sforzo normale agente sul singolo profilo o palo
T Taglio agente sul singolo profilo o palo
 σM Tensione normale dovuta a momento flettente
 σN Tensione normale dovuta a sforzo normale
 τ Tensione tangenziale
 σ ideale Tensione ideale. Viene stampato **NOVER** in caso ecceda il valore limite elastico

CORDOLO IN CALCESTRUZZO ARMATO

N.ro Numero del cordolo
Mf Momento flettente massimo
Aa Armatura simmetrica posizionata sul lembo teso/compresso
Mu Momento ultimo di progetto
T Taglio massimo
Tu Taglio ultimo di progetto
passo st. Passo staffe di progetto

CORDOLO IN ACCIAIO

N.ro Numero del cordolo
Sigla Descrizione del profilo dei longheroni
Mf Momento flettente massimo agente sul singolo longherone
T Taglio massimo agente sul singolo longherone
SigM Tensione normale agente sulla sezione del longherone
Tau Tensione tangenziale agente sulla sezione del longherone
Sigl Tensione ideale agente sulla sezione del longherone. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
SigC Tensione normale agente sulla sezione di incastro della piastra banda del longherone a causa della pressione di contatto longherone palo. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mf Momento flettente agente sulla sezione forata della piastra
T Taglio massima agente sulla piastra
SigM Tensione normale agente sulla sezione forata della piastra
Tau Tensione tangenziale massima sulla piastra
Sigl Tensione ideale agente sulla sezione forata della piastra. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mfi Momento flettente agente sulla sezione saldata d'incastro della piastra
SigS Tensione normale agente sulla saldatura d'incastro della piastra
Sigl Tensione ideale agente sulla saldatura d'incastro della piastra. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mf Momento flettente agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
N Sforzo normale massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
T Taglio massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
SigM Tensione normale dovuta a momento flettente agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
SigN Tensione normale dovuta a Sforzo Normale agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
Tau Tensione tangenziale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone

Sigl

Tensione ideale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico

• **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

Tipo di Analisi	Indica il tipo di combinazione e di tabella dei materiali associata
Comb. N.ro	Numero combinazione della tabella associata al tipo di analisi (SLU M1, SLU M2, RARA, FREQUENTE, QUASI PERMANENTE)
Volume (mc)	Volume del terreno deformato
DistMax (m.)	Distanza massima orizzontale dalla paratia alla quale si annullano i cedimenti
Ced.x =0	Cedimento verticale a ridosso della paratia
Ced.x =1/4	Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima
Ced.x =2/4	Cedimento verticale ad 2/4 della distanza massima
Ced.x =3/4	Cedimento verticale ad 3/4 della distanza massima

11.2 VERIFICA PARATIA PA01 bis

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14,05867	Latitudine Nord (Grd)	37,51491
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,03	Fattore Stratigr. 'S'	1,50
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Fattore Stratigr. 'S'	1,50
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	0,90	Coeff. Spostam. Beta	0,58
Coeff. Orizzontale	0,06	Coeff. Verticale	0,03
DATI PARATIA			
Tipo diaframma		A SBALZO	
Moto di filtrazione		ASSENTE	
Tipo di paratia		PALI IN C.A.	
Tipo verifica sezioni		D.M. 2018	
Numero Condizioni di Carico		2	
Numero Fasi di calcolo		11	
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]		0,00	
Modellazione Molle con diagramma P-Y		ELASTO-PLASTICO	
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
		TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio		1,00	1,25
Peso Specifico		1,00	1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00	1,40

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
CEMENTO ARMATO PARATIE			
Classe Calcestruzzo	C32/40	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS		Modulo Elastico Acc	2100000
	333457 kg/cmq		kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist. Car. CLS 'fck'	320,0	Tipo Ambiente	ORDIN. XC2/XC3
	kg/cmq		
Resist. Calcolo 'fcd'	181,0	Resist. Car. Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
	kg/cmq		
Tens. Max. CLS 'rcd'	181,0	Tens. Rott. Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
	kg/cmq		
Def. Lim. El. CLS 'eco'	0,20	Resist. Calcolo 'fyd'	4500,0 kg/cmq
	%		
Def. Lim. Ult CLS 'ecu'	0,35	Def. Lim. Ult. Acc 'eyu'	3913,0
	%		1,00 %
Fessura Max. Comb. Rare		Sigma	192,0 kg/cmq
	mm	Comb. Rare	CLS
Fessura	0,2	Sigma	144,0 kg/cmq
Max. Comb. Perm		Comb. Perm	CLS
Fessura Max. Comb. Freq	0,3	Sigma	3600,0 kg/cmq
	mm	Comb. Rare	Acc
Peso Spec. CLS Armato	2500		
	kg/mc		

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
CEMENTO ARMATO PALI			
Copriferro			cm
		5,0	cm
Passo minimo armatura staffe			cm
		10	cm
Passo massimo armatura staffe			cm
		30	cm
Step passo armatura staffe		5	cm
Diametro ferro staffe			mm
		12	mm
Tipo staffatura			Elicoidale
Diametro ferro armatura longitudinale			mm
		20	mm
Numero minimo ferri per palo		6	--

GEOMETRIA PARATIA			
GEOMETRIA DIAFRAMMA			
Diametro pali [m]			1,00
Interasse pali [m]			1,20
Modulo elastico pali [kg/cmq]			300000,00
Quota estradosso terrapieno [m]			0,00
Spessore terrapieno [m]			2,00

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

GEOMETRIA PARATIA

GEOMETRIA DIAFRAMMA		
Profondita' di infissione [m]		10,70
Quota falda di monte [m]		30,00
Quota falda di valle [m]		28,40
Inclinazione terrapieno di monte [°]		16,00
Inclinazione terrapieno di valle [°]		37,00
Distanza terrapieno orizzontale [m]		10,00
Passo di discretizzazione [m]		0,50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]		0,00
Rigidezza alla rotazione [t]		0,00
Numero file pali		1
Tipo sfalsamento pali		Pali Allineati
Interasse file [m]		1,00
Aggetto minimo [m]		0,20

GEOMETRIA PARATIA

CORDOLO DI TESTA IN C. L. S.		
Aggetto lato valle [m]		0,20
Aggetto lato monte [m]		0,20
Altezza [m]		1,50

STRATIGRAFIA

STRATIGRAFIA									
Strato N.ro	Spes s. m	Coes. kg/cm q	Rapp. ader/ co	Ang.att r Grd	Peso spec kg/mc	Peso effi c kg/mc	Attr. terra- muro	Kw Orizz kg/cm	Descrizione
1	1,40	0,000	0,600	17,00				BOWE LS	riporto
2	3,05	0,000	0,600	17,00	1993	993	14,00	BOWE LS	Limi con a
3	2,80	0,429	0,600	17,00	1993	993	20,00	BOWE LS	Marne di E
4	30,00	0,147	0,600	23,80	1964	964	15,00	BOWE LS	Argille li
					1993	993	16,00	BOWE LS	

SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1

SOVRACCARICHI		
Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/mq]:		3400,00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:		11,60
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:		0,00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:		500,00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:		4,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:		0,00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:		0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzeria paratia [m]:		0,00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:		0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/mq]:		0,00

SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2

SOVRACCARICHI		
Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/mq]:		2800,00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:		11,60
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:		0,00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:		500,00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:		1,60
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:		0,00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:		0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzeria paratia [m]:		0,00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:		0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/mq]:		0,00

COMBINAZIONI CARICHI

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE
2	Traffico Veicolare

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M 1											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50	0,00									0,00
2	1,50	1,50									0,00
3	1,00	1,00									1,00

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M 2											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,30	0,00									0,00
2	1,30	1,30									0,00

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M2											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
3	1,00	1,00									1,00

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	0,00									
2	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									
2	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. FASI COSTRUTTIVE											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,40	0,00									

COEFFICIENTI DI SPINTA

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0,70	0,78154	0,20968	0,94252	0,97244	0,04304	0,97244
2	1,40	0,78154	0,20968	0,94252	0,97244	0,04304	0,97244
3	2,00	0,79297	0,23757	0,97321	1,00411	0,05166	1,00411
4	2,61			0,97321			1,00411
5	3,22			0,97321			1,00411
6	3,84			0,97321			1,00411
7	4,45			0,97321			1,00411
8	5,01			0,94678			0,97684
9	5,57			0,94678			0,97684
10	6,13			0,94678			0,97684
11	6,69			0,94678			0,97684
12	7,25			0,94678			0,97684
13	7,80			0,87089			0,92512
14	8,34			0,87089			0,92512
15	8,89			0,87089			0,92512
16	9,43			0,87089			0,92512
17	9,98			0,87089			0,92512
18	10,52			0,87089			0,92512
19	11,06			0,87089			0,92512
20	11,61			0,87089			0,92512
21	12,15			0,87089			0,92512
22	12,70			0,87089			0,92512

PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m
1	0,70	9	24	9	24
2	1,40	9	24	9	24
3	2,00	131	22	131	22

PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 2

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m
1	0,70	7	20	7	20
2	1,40	7	20	7	20
3	2,00	108	14	108	14

PRESSIONI ORIZZONTALI

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pwv Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					
1	0,70	0	0	0	0	0	96	0	0	0	0
		1090		1357		60					
2	1,40	1090	0	1357	0	60	96	0	0	0	0
		2181		2713		120					
3	2,00	2213	0	2802	0	144	96	0	0	0	0
		3161		4002		206					

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESSIONI ORIZZONTALI											
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pww Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	49 1685	-12 -420	0 -212	-1299	0 607
2	1,40	1685 3500	-420 -873	-1272	-2897	607 2421
3	2,00	3547 4881	-1291 -1776	-3506	-4799	2421 5023
4	2,61	-243 -668	1451 1895	-6491	-4776	5023 4748
5	3,22	-668 -973	1895 2339	-9225	-4482	4748 4232
6	3,84	-973 -1116	2339 2784	-11595	-3915	4232 3579
7	4,45	-1116 -2307	2784 3228	-13546	-3076	3579 2881
8	5,01	-2307 -2855	2376 2671	-14592	-2579	2881 1093
9	5,57	-2855 -2227	2671 2966	-14742	-1917	1093 -337
10	6,13	-2227 -1642	2966 3261	-14194	-1090	-337 -1426
11	6,69	-1642 -1119	3261 3555	-13131	-98	-1426 -2203
12	7,25	-1119 -766	3555 3850	-11717	0	-2203 -2708
13	7,80	-766 -402	4120 4431	-10111	0	-2708 -3053
14	8,34	-402 -34	4431 4743	-8385	0	-3053 -3176
15	8,89	-34 315	4743 5054	-6649	0	-3176 -3102
16	9,43	315 575	5054 5366	-5006	0	-3102 -2861
17	9,98	575 751	5366 5677	-3535	0	-2861 -2500
18	10,52	751 862	5677 5989	-2286	0	-2500 -2061
19	11,06	862 925	5989 6300	-1294	0	-2061 -1574
20	11,61	925 958	6300 6612	-576	0	-1574 -1061
21	12,15	958 975	6612 6923	-143	0	-1061 -534
22	12,70	975 966	6923 7235	0	0	-534 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-255	-1559	728
2	1,40	-1527	-3476	2906

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-4207	-5758	6027
4	2,61	-7789	-5732	5698
5	3,22	-11071	-5378	5078
6	3,84	-13914	-4698	4295
7	4,45	-16256	-3691	3457
8	5,01	-17510	-3095	1311
9	5,57	-17690	-2300	-404
10	6,13	-17033	-1308	-1711
11	6,69	-15757	-117	-2644
12	7,25	-14060	0	-3250
13	7,80	-12133	0	-3664
14	8,34	-10062	0	-3811
15	8,89	-7978	0	-3722
16	9,43	-6008	0	-3433
17	9,98	-4242	0	-3000
18	10,52	-2744	0	-2473
19	11,06	-1553	0	-1889
20	11,61	-692	0	-1273
21	12,15	-172	0	-641
22	12,70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	90 1725	-22 -430	0 -222	-1306	0 635
2	1,40	1725 3681	-430 -918	-1329	-2923	635 2528
3	2,00	3729 5175	-1357 -1884	-3670	-4877	2528 5276
4	2,61	-255 -701	1451 1895	-6806	-4855	5276 4987
5	3,22	-701 -1021	1895 2339	-9678	-4560	4987 4445
6	3,84	-1021 -1172	2339 2784	-12168	-3993	4445 3760
7	4,45	-1172 -2423	2784 3228	-14217	-3155	3760 3027
8	5,01	-2423 -2998	2376 2671	-15316	-2658	3027 1149
9	5,57	-2998 -2338	2671 2966	-15475	-1995	1149 -352
10	6,13	-2338 -1724	2966 3261	-14900	-1168	-352 -1495
11	6,69	-1724 -1176	3261 3555	-13785	-176	-1495 -2312
		-1176	3555			-2312

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	7,25	-805	3850	-12301	0	-2842
13	7,80	-805 -423	4120 4431	-10615	0	-2842 -3205
14	8,34	-423 -36	4431 4743	-8803	0	-3205 -3334
15	8,89	-36 331	4743 5054	-6981	0	-3334 -3256
16	9,43	331 603	5054 5366	-5257	0	-3256 -3003
17	9,98	603 789	5366 5677	-3712	0	-3003 -2625
18	10,52	789 905	5677 5989	-2401	0	-2625 -2164
19	11,06	905 971	5989 6300	-1359	0	-2164 -1653
20	11,61	971 1006	6300 6612	-605	0	-1653 -1114
21	12,15	1006 1023	6612 6923	-151	0	-1114 -561
22	12,70	1023 1014	6923 7235	0	0	-561 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-267	-1567	762
2	1,40	-1595	-3508	3033
3	2,00	-4405	-5853	6331
4	2,61	-8167	-5826	5985
5	3,22	-11614	-5472	5334
6	3,84	-14601	-4792	4512
7	4,45	-17061	-3785	3632
8	5,01	-18380	-3189	1379
9	5,57	-18570	-2395	-422
10	6,13	-17880	-1402	-1794
11	6,69	-16542	-212	-2774
12	7,25	-14761	0	-3411
13	7,80	-12738	0	-3846
14	8,34	-10564	0	-4001
15	8,89	-8377	0	-3908
16	9,43	-6308	0	-3604
17	9,98	-4454	0	-3150
18	10,52	-2881	0	-2597
19	11,06	-1630	0	-1983
20	11,61	-726	0	-1337
21	12,15	-181	0	-673
22	12,70	0	0	0

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		156	-39	0		0
1	0,70	1539	-384	-208	-1295	593
		1539	-384			593
2	1,40	3135	-782	-1196	-2848	2229
		3245	-1181			2229
3	2,00	4440	-1616	-3245	-4669	4602
		-223	1451			4602
4	2,61	-613	1895	-5980	-4647	4350
		-613	1895			4350
5	3,22	-892	2339	-8485	-4352	3876
		-892	2339			3876
6	3,84	-1024	2784	-10656	-3785	3277
		-1024	2784			3277
7	4,45	-2116	3228	-12442	-2946	2637
		-2116	2376			2637
8	5,01	-2618	2671	-13398	-2449	997
		-2618	2671			997
9	5,57	-2041	2966	-13533	-1787	-314
		-2041	2966			-314
10	6,13	-1505	3261	-13027	-960	-1312
		-1505	3261			-1312
11	6,69	-1026	3555	-12050	0	-2025
		-1026	3555			-2025
12	7,25	-702	3850	-10751	0	-2487
		-702	4120			-2487
13	7,80	-368	4431	-9276	0	-2803
		-368	4431			-2803
14	8,34	-30	4743	-7692	0	-2915
		-30	4743			-2915
15	8,89	290	5054	-6099	0	-2846
		290	5054			-2846
16	9,43	528	5366	-4592	0	-2625
		528	5366			-2625
17	9,98	690	5677	-3242	0	-2294
		690	5677			-2294
18	10,52	791	5989	-2096	0	-1890
		791	5989			-1890
19	11,06	849	6300	-1186	0	-1444
		849	6300			-1444
20	11,61	879	6612	-528	0	-973
		879	6612			-973
21	12,15	894	6923	-131	0	-490
		894	6923			-490
22	12,70	885	7235	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-249	-1554	712
2	1,40	-1435	-3418	2675

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-3894	-5603	5522
4	2,61	-7176	-5576	5220
5	3,22	-10182	-5222	4652
6	3,84	-12787	-4542	3933
7	4,45	-14930	-3536	3165
8	5,01	-16077	-2939	1197
9	5,57	-16239	-2145	-376
10	6,13	-15633	-1152	-1574
11	6,69	-14460	0	-2430
12	7,25	-12902	0	-2985
13	7,80	-11132	0	-3364
14	8,34	-9230	0	-3498
15	8,89	-7318	0	-3416
16	9,43	-5510	0	-3150
17	9,98	-3890	0	-2752
18	10,52	-2516	0	-2268
19	11,06	-1424	0	-1732
20	11,61	-634	0	-1167
21	12,15	-158	0	-587
22	12,70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	43 1806	-11 -450	0 -227	-1309	0 647
2	1,40	1806 3725	-450 -929	-1357	-2937	647 2583
3	2,00	3840 5274	-1398 -1919	-3751	-4914	2583 5396
4	2,61	-261 -717	1451 1895	-6958	-4891	5396 5101
5	3,22	-717 -1044	1895 2339	-9896	-4597	5101 4546
6	3,84	-1044 -1199	2339 2784	-12442	-4030	4546 3846
7	4,45	-1199 -2478	2784 3228	-14538	-3191	3846 3096
8	5,01	-2478 -3066	2376 2671	-15662	-2694	3096 1176
9	5,57	-3066 -2391	2671 2966	-15825	-2032	1176 -359
10	6,13	-2391 -1763	2966 3261	-15238	-1205	-359 -1529
11	6,69	-1763 -1202	3261 3555	-14097	-213	-1529 -2364
		-1202	3555			-2364

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	7,25	-823	3850	-12580	0	-2907
13	7,80	-823 -433	4120 4431	-10856	0	-2907 -3277
14	8,34	-433 -37	4431 4743	-9003	0	-3277 -3409
15	8,89	-37 338	4743 5054	-7139	0	-3409 -3330
16	9,43	338 617	5054 5366	-5376	0	-3330 -3071
17	9,98	617 807	5366 5677	-3796	0	-3071 -2685
18	10,52	807 925	5677 5989	-2455	0	-2685 -2213
19	11,06	925 993	5989 6300	-1390	0	-2213 -1690
20	11,61	993 1029	6300 6612	-619	0	-1690 -1139
21	12,15	1029 1047	6612 6923	-154	0	-1139 -574
22	12,70	1047 1037	6923 7235	0	0	-574 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-272	-1570	777
2	1,40	-1629	-3524	3100
3	2,00	-4501	-5896	6475
4	2,61	-8349	-5869	6121
5	3,22	-11875	-5516	5456
6	3,84	-14930	-4836	4615
7	4,45	-17446	-3829	3715
8	5,01	-18795	-3233	1411
9	5,57	-18990	-2438	-431
10	6,13	-18285	-1446	-1835
11	6,69	-16917	-255	-2837
12	7,25	-15096	0	-3488
13	7,80	-13027	0	-3933
14	8,34	-10804	0	-4091
15	8,89	-8567	0	-3996
16	9,43	-6451	0	-3686
17	9,98	-4555	0	-3221
18	10,52	-2946	0	-2656
19	11,06	-1668	0	-2028
20	11,61	-743	0	-1367
21	12,15	-185	0	-688
22	12,70	0	0	0

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		78	-19	0		0
1	0,70	1842	-459	-235	-1315	672
		1842	-459	-1407	-2960	672
2	1,40	3883	-968			2675
		3998	-1455	-3894	-4982	2675
3	2,00	5529	-2012			5615
		-272	1451	-7231	-4959	5615
4	2,61	-746	1895			5308
		-746	1895	-10288	-4665	5308
5	3,22	-1087	2339			4731
		-1087	2339	-12938	-4098	4731
6	3,84	-1247	2784			4002
		-1247	2784	-15120	-3259	4002
7	4,45	-2578	3228			3222
		-2578	2376	-16290	-2762	3222
8	5,01	-3190	2671			1225
		-3190	2671	-16460	-2100	1225
9	5,57	-2488	2966			-373
		-2488	2966	-15850	-1273	-373
10	6,13	-1835	3261			-1589
		-1835	3261	-14664	-281	-1589
11	6,69	-1251	3555			-2458
		-1251	3555	-13086	0	-2458
12	7,25	-857	3850			-3023
		-857	4120	-11293	0	-3023
13	7,80	-450	4431			-3409
		-450	4431	-9366	0	-3409
14	8,34	-39	4743			-3546
		-39	4743	-7427	0	-3546
15	8,89	351	5054			-3464
		351	5054	-5593	0	-3464
16	9,43	642	5366			-3195
		642	5366	-3949	0	-3195
17	9,98	839	5677			-2793
		839	5677	-2554	0	-2793
18	10,52	963	5989			-2302
		963	5989	-1446	0	-2302
19	11,06	1033	6300			-1759
		1033	6300	-644	0	-1759
20	11,61	1070	6612			-1185
		1070	6612	-160	0	-1185
21	12,15	1089	6923			-597
		1089	6923	0	0	-597
22	12,70	1079	7235			0
		1079	7235	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-282	-1578	806
2	1,40	-1688	-3552	3210

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-4672	-5978	6738
4	2,61	-8677	-5951	6370
5	3,22	-12346	-5598	5678
6	3,84	-15526	-4917	4803
7	4,45	-18144	-3911	3867
8	5,01	-19548	-3314	1470
9	5,57	-19752	-2520	-447
10	6,13	-19020	-1527	-1907
11	6,69	-17597	-337	-2950
12	7,25	-15703	0	-3627
13	7,80	-13551	0	-4090
14	8,34	-11239	0	-4255
15	8,89	-8913	0	-4157
16	9,43	-6711	0	-3834
17	9,98	-4739	0	-3351
18	10,52	-3065	0	-2763
19	11,06	-1735	0	-2110
20	11,61	-773	0	-1422
21	12,15	-192	0	-716
22	12,70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	156 1573	-39 -392	0 -212	-1298	0 605
2	1,40	1573 3203	-392 -799	-1221	-2860	605 2277
3	2,00	3316 4536	-1207 -1651	-3314	-4699	2277 4701
4	2,61	-228 -626	1451 1895	-6107	-4676	4701 4443
5	3,22	-626 -911	1895 2339	-8666	-4382	4443 3959
6	3,84	-911 -1046	2339 2784	-10883	-3815	3959 3348
7	4,45	-1046 -2162	2784 3228	-12708	-2976	3348 2694
8	5,01	-2162 -2674	2376 2671	-13684	-2479	2694 1019
9	5,57	-2674 -2085	2671 2966	-13822	-1817	1019 -320
10	6,13	-2085 -1537	2966 3261	-13306	-990	-320 -1340
11	6,69	-1537 -1048	3261 3555	-12308	0	-1340 -2068
		-1048	3555			-2068

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	7,25	-717	3850	-10981	0	-2540
13	7,80	-717 -376	4120 4431	-9475	0	-2540 -2863
14	8,34	-376 -31	4431 4743	-7857	0	-2863 -2977
15	8,89	-31 297	4743 5054	-6229	0	-2977 -2907
16	9,43	297 540	5054 5366	-4690	0	-2907 -2681
17	9,98	540 705	5366 5677	-3311	0	-2681 -2343
18	10,52	705 808	5677 5989	-2141	0	-2343 -1931
19	11,06	808 867	5989 6300	-1212	0	-1931 -1474
20	11,61	867 898	6300 6612	-540	0	-1474 -994
21	12,15	898 913	6612 6923	-134	0	-994 -500
22	12,70	913 904	6923 7235	0	0	-500 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-254	-1557	726
2	1,40	-1465	-3432	2732
3	2,00	-3977	-5639	5641
4	2,61	-7329	-5612	5332
5	3,22	-10399	-5258	4751
6	3,84	-13060	-4578	4017
7	4,45	-15249	-3571	3232
8	5,01	-16421	-2975	1222
9	5,57	-16587	-2181	-384
10	6,13	-15967	-1188	-1608
11	6,69	-14770	0	-2482
12	7,25	-13178	0	-3049
13	7,80	-11370	0	-3436
14	8,34	-9428	0	-3573
15	8,89	-7475	0	-3489
16	9,43	-5628	0	-3217
17	9,98	-3973	0	-2811
18	10,52	-2570	0	-2317
19	11,06	-1454	0	-1769
20	11,61	-648	0	-1192
21	12,15	-161	0	-600
22	12,70	0	0	0

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		33	-8	0		0
1	0,70	1123	-280	-142	-1248	405
		1123	-280			405
2	1,40	2333	-582	-848	-2695	1614
		2365	-861			1614
3	2,00	3254	-1184	-2337	-4290	3349
		-162	1451			3349
4	2,61	-445	1895	-4327	-4268	3165
		-445	1895			3165
5	3,22	-648	2339	-6150	-3973	2821
		-648	2339			2821
6	3,84	-744	2784	-7730	-3406	2386
		-744	2784			2386
7	4,45	-1538	3228	-9031	-2567	1921
		-1538	2376			1921
8	5,01	-1903	2671	-9728	-2070	729
		-1903	2671			729
9	5,57	-1484	2966	-9828	-1408	-225
		-1484	2966			-225
10	6,13	-1095	3261	-9463	-581	-950
		-1095	3261			-950
11	6,69	-746	3555	-8754	0	-1469
		-746	3555			-1469
12	7,25	-511	3850	-7811	0	-1805
		-511	3850			-1805
13	7,80	-268	4120	-6740	0	-2035
		-268	4431			-2035
14	8,34	-23	4431	-5590	0	-2117
		-23	4743			-2117
15	8,89	210	4743	-4432	0	-2068
		210	5054			-2068
16	9,43	383	5366	-3338	0	-1907
		383	5366			-1907
17	9,98	501	5677	-2356	0	-1667
		501	5677			-1667
18	10,52	575	5989	-1524	0	-1374
		575	5989			-1374
19	11,06	617	6300	-863	0	-1049
		617	6300			-1049
20	11,61	639	6612	-384	0	-707
		639	6612			-707
21	12,15	650	6923	-96	0	-356
		650	6923			-356
22	12,70	644	7235	0	0	0
		644	7235			0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-170	-1497	486
2	1,40	-1018	-3234	1937

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-2804	-5148	4018
4	2,61	-5193	-5121	3799
5	3,22	-7380	-4767	3385
6	3,84	-9276	-4087	2863
7	4,45	-10837	-3081	2305
8	5,01	-11673	-2484	874
9	5,57	-11794	-1690	-269
10	6,13	-11355	-697	-1140
11	6,69	-10505	0	-1763
12	7,25	-9374	0	-2167
13	7,80	-8088	0	-2442
14	8,34	-6708	0	-2541
15	8,89	-5319	0	-2481
16	9,43	-4005	0	-2289
17	9,98	-2828	0	-2000
18	10,52	-1829	0	-1649
19	11,06	-1035	0	-1259
20	11,61	-461	0	-849
21	12,15	-115	0	-427
22	12,70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	60 1150	-15 -287	0 -148	-1252	0 424
2	1,40	1150 2454	-287 -612	-886	-2712	424 1685
3	2,00	2486 3450	-905 -1256	-2447	-4342	1685 3517
4	2,61	-170 -467	1451 1895	-4537	-4320	3517 3325
5	3,22	-467 -681	1895 2339	-6452	-4025	3325 2963
6	3,84	-681 -781	2339 2784	-8112	-3458	2963 2507
7	4,45	-781 -1615	2784 3228	-9478	-2620	2507 2018
8	5,01	-1615 -1999	2376 2671	-10211	-2123	2018 766
9	5,57	-1999 -1559	2671 2966	-10317	-1461	766 -235
10	6,13	-1559 -1149	2966 3261	-9934	-634	-235 -997
11	6,69	-1149 -784	3261 3555	-9190	0	-997 -1541
		-784	3555			-1541

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	7,25	-537	3850	-8201	0	-1895
13	7,80	-537 -282	4120 4431	-7077	0	-1895 -2137
14	8,34	-282 -24	4431 4743	-5869	0	-2137 -2223
15	8,89	-24 220	4743 5054	-4654	0	-2223 -2171
16	9,43	220 402	5054 5366	-3504	0	-2171 -2002
17	9,98	402 526	5366 5677	-2474	0	-2002 -1750
18	10,52	526 603	5677 5989	-1600	0	-1750 -1443
19	11,06	603 648	5989 6300	-906	0	-1443 -1102
20	11,61	648 671	6300 6612	-404	0	-1102 -743
21	12,15	671 682	6612 6923	-100	0	-743 -374
22	12,70	682 676	6923 7235	0	0	-374 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-178	-1503	508
2	1,40	-1064	-3255	2022
3	2,00	-2936	-5211	4220
4	2,61	-5445	-5184	3990
5	3,22	-7743	-4830	3556
6	3,84	-9734	-4150	3008
7	4,45	-11374	-3144	2421
8	5,01	-12253	-2547	919
9	5,57	-12380	-1753	-282
10	6,13	-11920	-760	-1196
11	6,69	-11028	0	-1850
12	7,25	-9841	0	-2274
13	7,80	-8492	0	-2564
14	8,34	-7043	0	-2667
15	8,89	-5585	0	-2605
16	9,43	-4205	0	-2403
17	9,98	-2969	0	-2100
18	10,52	-1921	0	-1731
19	11,06	-1087	0	-1322
20	11,61	-484	0	-891
21	12,15	-121	0	-449
22	12,70	0	0	0

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	60 1150	-15 -287	0 -148	-1252	0 424
2	1,40	1150 2454	-287 -612	-886	-2712	424 1685
3	2,00	2486 3450	-905 -1256	-2447	-4342	1685 3517
4	2,61	-170 -467	1451 1895	-4537	-4320	3517 3325
5	3,22	-467 -681	1895 2339	-6452	-4025	3325 2963
6	3,84	-681 -781	2339 2784	-8112	-3458	2963 2507
7	4,45	-781 -1615	2784 3228	-9478	-2620	2507 2018
8	5,01	-1615 -1999	2376 2671	-10211	-2123	2018 766
9	5,57	-1999 -1559	2671 2966	-10317	-1461	766 -235
10	6,13	-1559 -1149	2966 3261	-9934	-634	-235 -997
11	6,69	-1149 -784	3261 3555	-9190	0	-997 -1541
12	7,25	-784 -537	3555 3850	-8201	0	-1541 -1895
13	7,80	-537 -282	4120 4431	-7077	0	-1895 -2137
14	8,34	-282 -24	4431 4743	-5869	0	-2137 -2223
15	8,89	-24 220	4743 5054	-4654	0	-2223 -2171
16	9,43	220 402	5054 5366	-3504	0	-2171 -2002
17	9,98	402 526	5366 5677	-2474	0	-2002 -1750
18	10,52	526 603	5677 5989	-1600	0	-1750 -1443
19	11,06	603 648	5989 6300	-906	0	-1443 -1102
20	11,61	648 671	6300 6612	-404	0	-1102 -743
21	12,15	671 682	6612 6923	-100	0	-743 -374
22	12,70	682 676	6923 7235	0	0	-374 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-178	-1503	508
2	1,40	-1064	-3255	2022

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-2936	-5211	4220
4	2,61	-5445	-5184	3990
5	3,22	-7743	-4830	3556
6	3,84	-9734	-4150	3008
7	4,45	-11374	-3144	2421
8	5,01	-12253	-2547	919
9	5,57	-12380	-1753	-282
10	6,13	-11920	-760	-1196
11	6,69	-11028	0	-1850
12	7,25	-9841	0	-2274
13	7,80	-8492	0	-2564
14	8,34	-7043	0	-2667
15	8,89	-5585	0	-2605
16	9,43	-4205	0	-2403
17	9,98	-2969	0	-2100
18	10,52	-1921	0	-1731
19	11,06	-1087	0	-1322
20	11,61	-484	0	-891
21	12,15	-121	0	-449
22	12,70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	60 1150	-15 -287	0 -148	-1252	0 424
2	1,40	1150 2454	-287 -612	-886	-2712	424 1685
3	2,00	2486 3450	-905 -1256	-2447	-4342	1685 3517
4	2,61	-170 -467	1451 1895	-4537	-4320	3517 3325
5	3,22	-467 -681	1895 2339	-6452	-4025	3325 2963
6	3,84	-681 -781	2339 2784	-8112	-3458	2963 2507
7	4,45	-781 -1615	2784 3228	-9478	-2620	2507 2018
8	5,01	-1615 -1999	2376 2671	-10211	-2123	2018 766
9	5,57	-1999 -1559	2671 2966	-10317	-1461	766 -235
10	6,13	-1559 -1149	2966 3261	-9934	-634	-235 -997
11	6,69	-1149 -784	3261 3555	-9190	0	-997 -1541
		-784	3555			-1541

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	7,25	-537	3850	-8201	0	-1895
13	7,80	-537 -282	4120 4431	-7077	0	-1895 -2137
14	8,34	-282 -24	4431 4743	-5869	0	-2137 -2223
15	8,89	-24 220	4743 5054	-4654	0	-2223 -2171
16	9,43	220 402	5054 5366	-3504	0	-2171 -2002
17	9,98	402 526	5366 5677	-2474	0	-2002 -1750
18	10,52	526 603	5677 5989	-1600	0	-1750 -1443
19	11,06	603 648	5989 6300	-906	0	-1443 -1102
20	11,61	648 671	6300 6612	-404	0	-1102 -743
21	12,15	671 682	6612 6923	-100	0	-743 -374
22	12,70	682 676	6923 7235	0	0	-374 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-178	-1503	508
2	1,40	-1064	-3255	2022
3	2,00	-2936	-5211	4220
4	2,61	-5445	-5184	3990
5	3,22	-7743	-4830	3556
6	3,84	-9734	-4150	3008
7	4,45	-11374	-3144	2421
8	5,01	-12253	-2547	919
9	5,57	-12380	-1753	-282
10	6,13	-11920	-760	-1196
11	6,69	-11028	0	-1850
12	7,25	-9841	0	-2274
13	7,80	-8492	0	-2564
14	8,34	-7043	0	-2667
15	8,89	-5585	0	-2605
16	9,43	-4205	0	-2403
17	9,98	-2969	0	-2100
18	10,52	-1921	0	-1731
19	11,06	-1087	0	-1322
20	11,61	-484	0	-891
21	12,15	-121	0	-449
22	12,70	0	0	0

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,70	60 1150	-15 -287	0 -148	-1252	0 424
2	1,40	1150 2454	-287 -612	-886	-2712	424 1685
3	2,00	2486 3450	-905 -1256	-2447	-4342	1685 3517
4	2,61	-170 -467	1451 1895	-4537	-4320	3517 3325
5	3,22	-467 -681	1895 2339	-6452	-4025	3325 2963
6	3,84	-681 -781	2339 2784	-8112	-3458	2963 2507
7	4,45	-781 -1615	2784 3228	-9478	-2620	2507 2018
8	5,01	-1615 -1999	2376 2671	-10211	-2123	2018 766
9	5,57	-1999 -1559	2671 2966	-10317	-1461	766 -235
10	6,13	-1559 -1149	2966 3261	-9934	-634	-235 -997
11	6,69	-1149 -784	3261 3555	-9190	0	-997 -1541
12	7,25	-784 -537	3555 3850	-8201	0	-1541 -1895
13	7,80	-537 -282	4120 4431	-7077	0	-1895 -2137
14	8,34	-282 -24	4431 4743	-5869	0	-2137 -2223
15	8,89	-24 220	4743 5054	-4654	0	-2223 -2171
16	9,43	220 402	5054 5366	-3504	0	-2171 -2002
17	9,98	402 526	5366 5677	-2474	0	-2002 -1750
18	10,52	526 603	5677 5989	-1600	0	-1750 -1443
19	11,06	603 648	5989 6300	-906	0	-1443 -1102
20	11,61	648 671	6300 6612	-404	0	-1102 -743
21	12,15	671 682	6612 6923	-100	0	-743 -374
22	12,70	682 676	6923 7235	0	0	-374 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,70	-178	-1503	508
2	1,40	-1064	-3255	2022

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	2,00	-2936	-5211	4220
4	2,61	-5445	-5184	3990
5	3,22	-7743	-4830	3556
6	3,84	-9734	-4150	3008
7	4,45	-11374	-3144	2421
8	5,01	-12253	-2547	919
9	5,57	-12380	-1753	-282
10	6,13	-11920	-760	-1196
11	6,69	-11028	0	-1850
12	7,25	-9841	0	-2274
13	7,80	-8492	0	-2564
14	8,34	-7043	0	-2667
15	8,89	-5585	0	-2605
16	9,43	-4205	0	-2403
17	9,98	-2969	0	-2100
18	10,52	-1921	0	-1731
19	11,06	-1087	0	-1322
20	11,61	-484	0	-891
21	12,15	-121	0	-449
22	12,70	0	0	0

VERIFICHE DI SICUREZZA

RISULTATI DI CALCOLO	
Momento flettente massimo [kg·m/m]	-16460
Quota di momento flettente massimo [m]	5,57
Spostamento a fondo scavo [mm]	2,93
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	2,5908
Moltiplicatore di collasso dei carichi	7,4000

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A PRESSO-FLESSIONE

VERIFICHE SEZIONI PARATIA IN C.L.S.								
Nr.	Quot a (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	Aa (cmq)	Mu (kgm)	T (kg)	Tu (Kg)	passo st. (cm.)
1	0,70	-282	-1578	31,4	-52136	806	64860	20
2	1,40	-1688	-3552	31,4	-52892	3210	64860	20
3	2,00	-4672	-5978	31,4	-53820	6738	64860	20
4	2,61	-8677	-5951	31,4	-53810	6370	64860	20
5	3,22	-12346	-5598	31,4	-53675	5678	64860	20
6	3,84	-15526	-4917	31,4	-53415	4803	64860	20
7	4,45	-18144	-3911	31,4	-53029	3867	64860	20
8	5,01	-19548	-3314	31,4	-52801	1470	64860	20
9	5,57	-19752	-2520	31,4	-52497	-447	64860	20
10	6,13	-19020	-1527	31,4	-52117	-1907	64860	20
11	6,69	-17597	-337	31,4	-51661	-2950	64860	20
12	7,25	-15703	0	31,4	-51532	-3627	64860	20
13	7,80	-13551	0	31,4	-51532	-4090	64860	20
14	8,34	-11239	0	31,4	-51532	-4255	64860	20
15	8,89	-8913	0	31,4	-51532	-4157	64860	20
16	9,43	-6711	0	31,4	-51532	-3834	64860	20
17	9,98	-4739	0	31,4	-51532	-3351	64860	20
18	10,52	-3065	0	31,4	-51532	-2763	64860	20
19	11,06	-1735	0	31,4	-51532	-2110	64860	20
20	11,61	-773	0	31,4	-51532	-1422	64860	20

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A PRESSO-FLESSIONE

VERIFICHE SEZIONI PARATIA IN C.L.S.								
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	Aa (cmq)	Mu (kgm)	T (kg)	Tu (Kg)	passo st. (cm.)
21	12,15	-192	0	31,4	-51532	-716	64860	20
22	12,70	0	0	31,4	51532	0	64860	20

VERIFICHE S.L.E.

FESSURAZIONE PARATIA								
Tipo Comb	Cmb fes	Conc fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
Rara								
Freq						0,00	0,30	VERIFICA
Perm						0,00	0,20	VERIFICA

VERIFICHE S.L.E.

TENSIONI DI ESERCIZIO PARATIA													
Tipo Comb	Cmb σc	Conc σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc Lim Kg/cmq	Cmb σf	Conc σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf Lim Kg/cmq	Verifica
Rara	2	9	-1753	-12380	-43,0	192,0	2	9	-1753	-12380	1168	3600	VERIFICA
Freq													
Perm	1	9	-1753	-12380	-43,0	144,0							VERIFICA

12 VERIFICA STABILITA' DEL PENDIO

Nelle verifiche effettuate si è inoltre effettuata la verifica di stabilità dell'intero fronte considerando il corpo stradale e le opere di sostegno e di consolidamento previste. In dettaglio nelle sezioni di verifica si è considerata la presenza ed il contributo stabilizzante **della paratia PA.01, della paratia Pa.01bis e del muro MU.01.**

12.1.1 Premessa

Si è effettuata la verifica di stabilità del pendio, al fine di verificare il miglioramento conseguito dall'inserimento dell'opera di contenimento.

La caratterizzazione geologica del terreno a monte del rilevato è rappresentata dall'alto verso il basso da Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno, Limi con argilla sabbiosi, Argille limose grigio azzurre.

Lo strato n°1 di Limi con Argilla sabbiosi è stato considerato nelle condizioni residue, e a vantaggio di sicurezza, si sono assunti i corrispondenti parametri geotecnici del sodaggio S5a ($c' = 0.00$ kPa; $\varphi' = 17.0^\circ$)

Dal DTM si sono estrapolate alcune sezioni su cui è stata ricostruita la stratigrafia al fine di effettuare le verifiche di stabilità.

Sono stati considerati i carichi permanenti, i carichi stradali e le diverse condizioni al contorno presenti.

Le verifiche sono state effettuate con i parametri geotecnici sia in condizioni "drenate" (Tensioni efficaci), che "non drenate" (Tensioni totali) che nelle condizioni residue.

I calcoli sono stati elaborati applicando la normativa attualmente vigente, cioè al D.M. del 17/01/2018 secondo l'Approccio "1" con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), con il metodo "Bell" e "Bishop".

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza, FS, non inferiore a 1,10.

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

In particolare il programma utilizzato "C.D.D." della "STS S.r.l.", esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate. Si riportano nel seguito le verifiche grafiche eseguite sotto le ipotesi in precedenza ampiamente descritte.

12.1.2 Tabulati

▮ **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. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018*, nonché la [13] Circolare N.7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M 17 gennaio 2018.

Le verifiche sono state condotte rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) applicando alle caratteristiche geotecniche del terreno i coefficienti parziali del gruppo M2 (Tab. 6.2.II NTC).

▮ **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 BELL

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

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

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

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

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

dove:

$$a_{11} = (1 - Kx) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(fi) - F \cdot \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right)$$

$$a_{12} = \sum_i f \cdot b \cdot \tan(fi) - F \cdot \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i)$$

$$a_{13} = \sum_i c_i \cdot b$$

$$a_{14} = \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(fi) + F(Kx \cdot \sum_i W_i - Q_i)$$

$$a_{21} = (1 - Ky) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \cdot \tan(fi) + F \cdot \sum_i W_i \cos^2(a_i) \right)$$

$$a_{22} = \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i) + F \cdot \sum_i f \cdot b$$

$$a_{23} = \sum_i c_i \cdot b \cdot \tan(a_i)$$

$$a_{24} = \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \cdot \tan(fi) + F \left[(1 - Ky) \cdot \sum_i W_i + P_i \right]$$

$$a_{31} = (1 - Ky) \cdot \left\{ \begin{array}{l} \sum_i (W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(fi)) \cdot zci - \\ - \sum_i (W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \tan(fi)) \cdot xci - F \left[\sum_i (W_i \cos^2(a_i)) \cdot xci + \sum_i (W_i \sin(a_i) \cos(a_i)) \cdot zci \right] \end{array} \right\}$$

$$a_{32} = \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci - \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(fi)) \cdot xci - F \cdot \left[\sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci + \sum_i (f \cdot b \cdot xci) \right]$$

$$a_{33} = \sum_i (c_i \cdot b) \cdot zci - \sum_i (c_i \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot xci$$

$$a_{34} = \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(fi)) \cdot zci - \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(fi)) \cdot xci + F \cdot Kx \sum_i W_i \cdot ygi - (1 - Ky) \sum_i W_i \cdot xgi - Q_i \cdot ymi - P_i \cdot xmi$$

• 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.

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

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

Numero conci : Numero di conci in cui è suddiviso il pendio

Coefficiente sismico orizzontale : Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale

Coefficiente sismico verticale : Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale

Ascissa punto passaggio cerchio (m) : *Ascissa del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*

Ordinata punto passaggio cerchio (m) : *Ordinata del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*

Ascissa polo (m) : *Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento*

Ordinata polo (m) : *Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento*

Numero righe maglia : *Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento*

Numero colonne maglia : *Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento*

Passo direzione 'X' (m) : *Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*

Passo direzione 'Y' (m) : *Distanza in verticale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*

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

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

Str. N.ro : Numero dello strato

Descrizione strato : Descrizione sintetica dello strato

Coesione : Coesione

Ang. attr. : Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame

Densità : Peso specifico del terreno in situ

D. Saturo : Peso specifico del terreno saturo

Vert. N.ro : Numero del vertice della poligonale che definisce lo strato

Ascissa / Ordinata : Coordinate dei vertici dello strato

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

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

Asc. in. : *Ascissa iniziale dell'elemento*

Ord. in. : *Ordinata iniziale dell'elemento*

Asc. fin. : *Ascissa finale dell'elemento*

Ord. fin. : *Ordinata finale dell'elemento*

Taglio Norm. : *Massimo taglio resistente opposto dall'elemento se intercettato ortogonalmente al proprio asse dalla superficie di scorrimento*

Taglio Tang. : *Massimo taglio resistente opposto dall'elemento se intercettato parallelamente al proprio asse dalla superficie di scorrimento*

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

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

h : *altezza media del concio*

L : *sviluppo larghezza alla base del concio*

α : *inclinazione della base del concio*

c : *coesione terreno alla base del concio*

ϕ : *angolo di attrito interno alla base del concio*

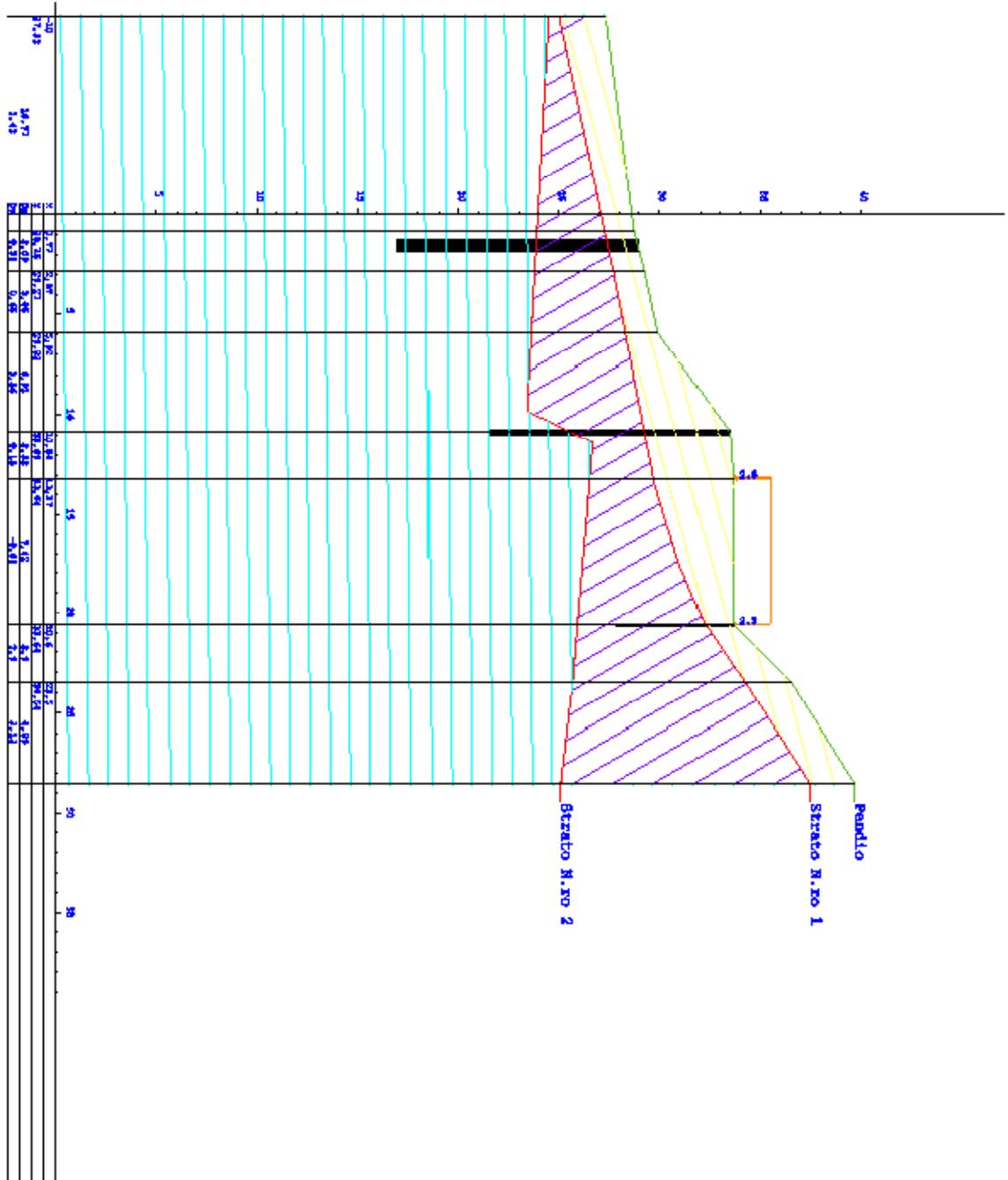
W : *peso del concio*

hw : *altezza della falda dalla base del concio*

Qw : *risultante delle pressioni interstiziali*

Tcn : *Contributo elementi resistenti a taglio*

Tgg : *Contributo geogriglie*



DATI GENERALI STABILITA' PENDIO**DATI GENERALI DI VERIFICA**

Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14,057
Latitudine Nord (Grd)	37,504
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	475,000
Accelerazione Ag/g	0,074
Fattore Stratigrafia 'S'	1,500
Coeff. Sismico Kh	0,026
Coeff. Sismico Kv	0,013
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PER TRE PUNTI
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	1,10

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	-10,00	27,33
						2	0,77	28,75
						3	2,87	29,27
						4	5,93	29,93
						5	10,85	33,49
						6	13,18	33,65
						7	20,60	33,64
						8	23,51	36,54
						9	28,50	39,68
1	Limo con a	0,000	17,00	1,993	2,622	1	-10,00	25,00
						2	2,91	27,73
						3	13,46	29,77
						4	17,44	30,93
						5	20,48	32,19
						6	23,51	34,24
						7	28,50	37,46
2	Limi con a	0,000	17,00	1,964	2,639	1	-10,00	24,50
						2	9,81	23,40
						3	11,38	26,68
						4	23,59	25,68
						5	28,50	25,09
3	Argille li	1,470	23,80	1,993	2,647			

COORDINATE PUNTI PASSAGGIO CERCHI

Cerchio N.ro	Asc. pto1 (m)	Ord. pto1 (m)	Asc. pto2 (m)	Ord. pto2 (m)	Asc. pto3 (m)	Ord. pto3 (m)
1	6,29	31,58	12,40	32,40	16,06	33,55
2	-0,85	28,06	12,20	29,83	24,32	34,77
3	0,71	29,95	13,85	28,93	22,08	34,71
4	7,72	31,30	18,06	31,76	26,32	38,17
5	-2,70	28,21	9,96	29,60	16,98	33,46
6	6,02	29,83	12,20	31,68	15,83	33,54
7	3,17	29,21	11,12	30,06	20,61	33,54
8	-2,62	27,75	14,20	30,37	22,77	34,85
9	-10,11	24,51	10,65	25,22	23,46	34,72

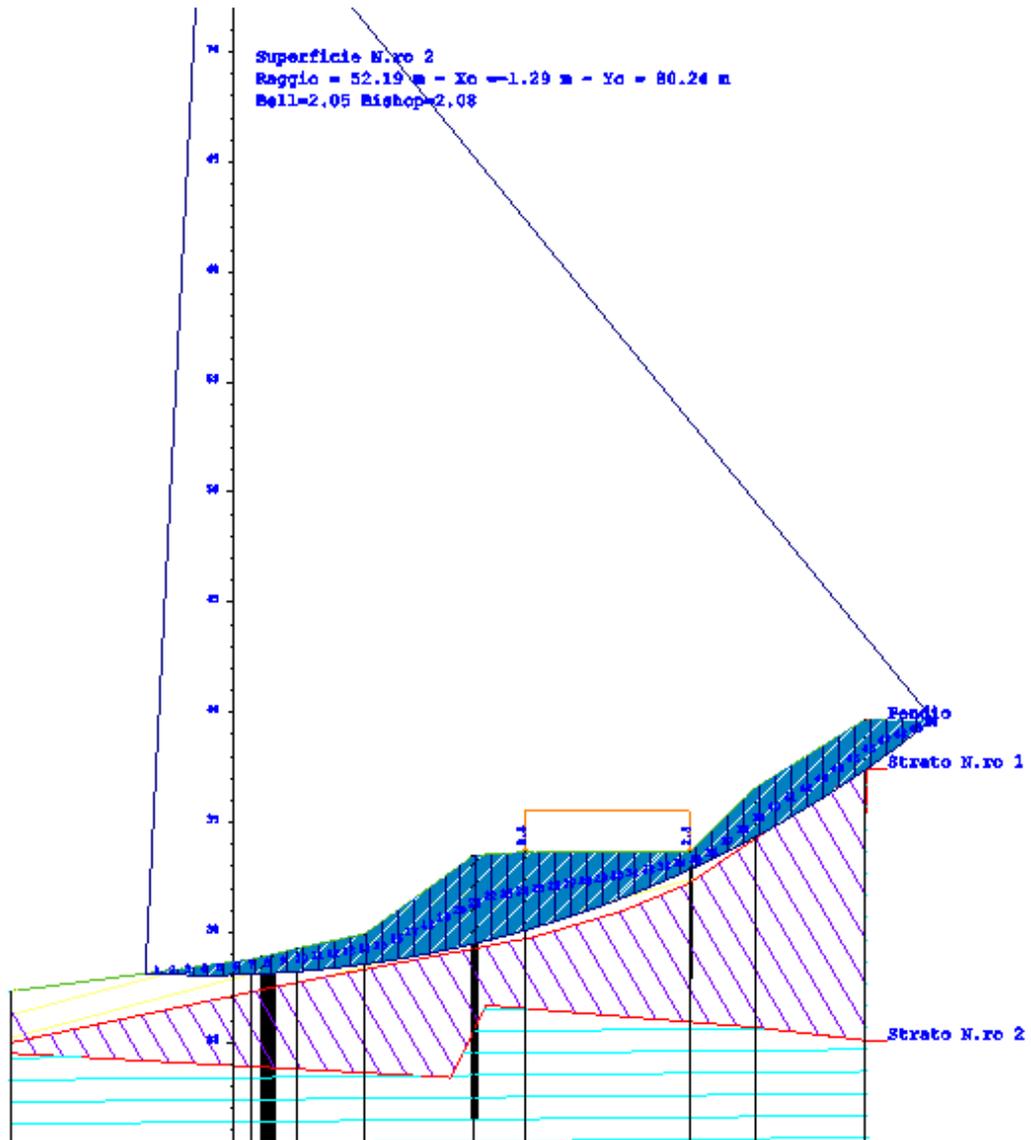
DATI ELEMENTI RESISTENTI A TAGLIO

Elem. N.ro	Asc. in. (m)	Ord. in. (m)	Asc. fin. (m)	Ord. fin. (m)	Taglio Norm (t)	Taglio Tang (t)
1	1,57	28,97	1,57	16,97	46,20	46,20
2	10,86	33,50	10,86	21,50	21,55	21,55
3	20,62	33,66	20,62	27,86	10,43	10,43

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 7						
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Bell	
1	5,5	60,8	29,3	4,1948	4,0518	
2	-1,3	80,2	52,2	2,0825	2,0592	
3	8,5	45,3	17,2	1,5307	1,5126	
4	12,2	47,9	17,2	2,3089	2,2498	
5	0,8	54,5	26,6	2,8317	2,8033	
6	0,9	58,2	28,9	1,9915	1,9637	
7	3,2	66,3	37,0	1,5268	1,5034	
8	-0,4	68,7	41,0	2,31	2,2818	
9	-0,7	54,0	30,9	2,1797	2,1757	

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

