

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
 DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
 DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
 LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IN – SISTEMAZIONI IDRAULICHE
 IN05 – Relazione di calcolo opere provvisionali

L'Appaltatore

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
 Il Direttore Tecnico
 (Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Gianguido Babini

Ing. Massimo Facchini

Data Agosto 2023

firma

Data Agosto 2023

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN0500	002	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	C.Cofone	Maggio 2023	O.Caruso	Maggio 2023	V.Secreti	Maggio 2023	
B	Revisione	C.Cofone	Agosto 2023	O.Caruso	Agosto 2023	V.Secreti	Agosto 2023	



File: LI0B02EZZCLIN0500002B

n. Elab.

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	1

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.1	BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	MATERIALI IMPIEGATI	4
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	5
5	RICHIAMI TEORICI E CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	6
5.1	METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM)	6
5.2	METODO DEI CONCI	6
5.3	METODO DI MORGENSTERN E PRICE (1965)	7
5.4	VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO	9
6	SEZIONE DI SCAVO	11
6.1	GEOMETRIA	11
6.2	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	11
6.3	CARICHI AGENTI.....	11
6.4	ANALISI: INTERVENTO CON GEOBLOCCHI IN CLS.....	12
7	CONCLUSIONI	13
8	ALLEGATI.....	14

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	2

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica contiene la verifica di stabilità dello scavo propedeutico alla realizzazione del canale di bonifica in c.a denominato IN05, previsto nell'ambito dell'appalto relativo ai "Lavori di RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA, rientrante nella categoria di opere d'arte minori.

2.1 Breve Descrizione Dell'opera

L'opera d'arte minore che sarà realizzata è rappresentata dal nuovo canale che attraversa sia la SS16 Adriatica, sia la sede ferroviaria attuale. Il canale presenta una forma rettangolare aperta di dimensioni interne 12.00m x 2.80m, spessore dei setti di 60cm e delle fondazioni pari a 80 cm e dovrà sostituire il canale che allo stato attuale è situato sul lato sinistra della strada in direzione Nord-Est.

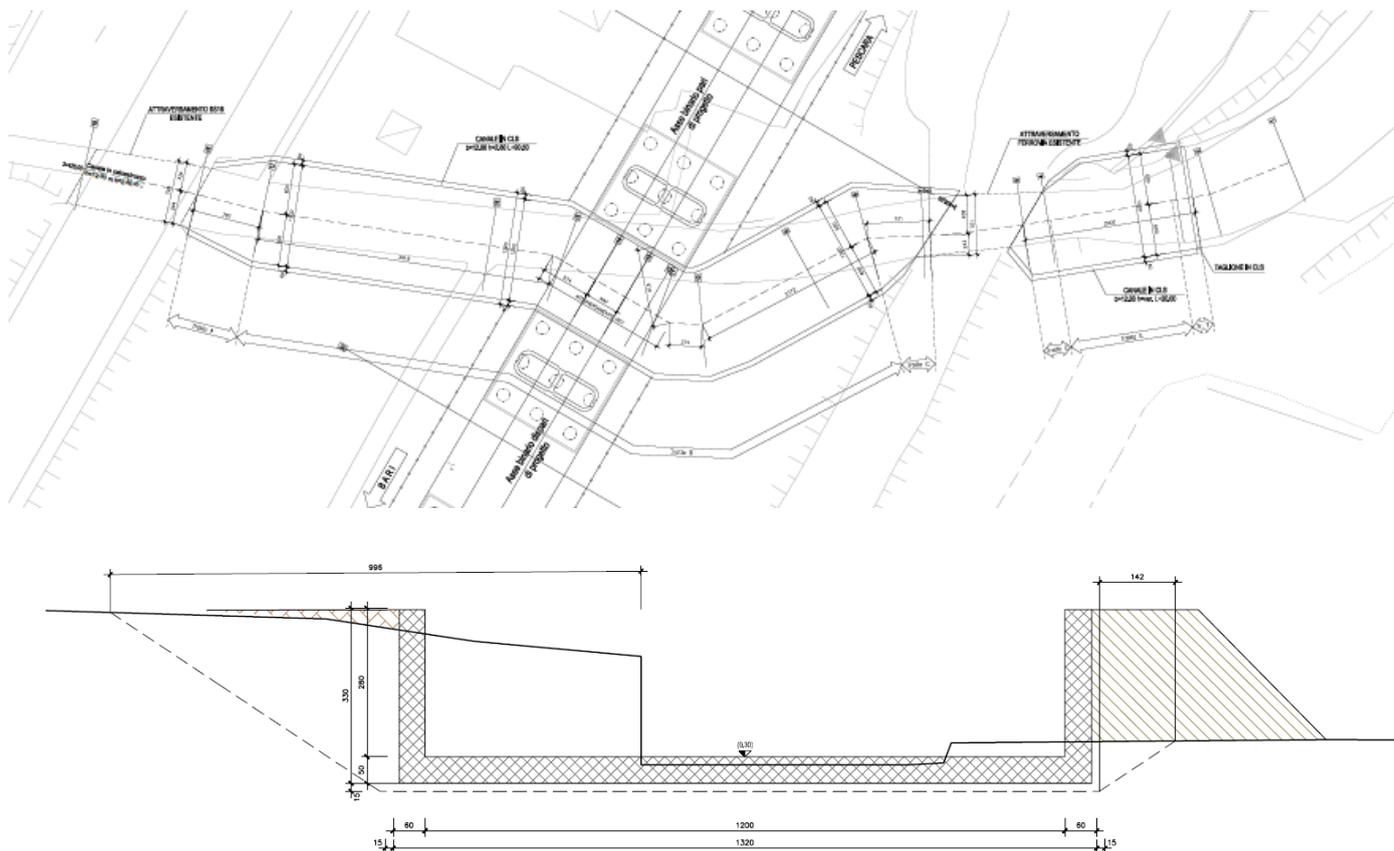


Figura 1-1 Planimetria e sezione tipo del canale

Per la realizzazione del canale di bonifica IN05 è stato predisposto uno scavo in alveo, a valle della strada adiacente, supportato da blocchi in calcestruzzo, anch'essi provvisionali, da rimuovere a fine lavorazioni.

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo opere provvisionali IN05		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	3

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente elaborato si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- 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.
- 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.
- 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.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- 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.
- 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.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- 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.

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	4

3 MATERIALI IMPIEGATI

Per la stabilizzazione dello scavo, si impiegano blocchi prefabbricati in CLS aventi le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico: 23.00 kN/m³;
- Dimensioni singolo elemento: 1,00 x 1,00 x 1,00 m.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo opere provvisionali IN05				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	5

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle indagini di laboratorio, in particolare la SPE01, è stata ricavata la seguente stratigrafia ed i parametri geotecnici:

Unità litotecnica	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Z [m]
C11	19.00	19.00	0	33.70	Da 0.00 a 14.00
C12	19.00	19.00	12.5	26.80	∞

Tabella 1 stratigrafia e caratterizzazione geotecnica

Simbologia adottata:

- γ : peso dell'unità di volume naturale;
- γ_{sat} : peso dell'unità di volume saturo;
- c' : coesione efficace;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio;
- Z: profondità strato.

Dalle misure piezometriche condotte, la falda risulta a circa -2.80 m dal piano campagna.

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	6

5 RICHIAMI TEORICI E CRITERI DI PROGETTAZIONE

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

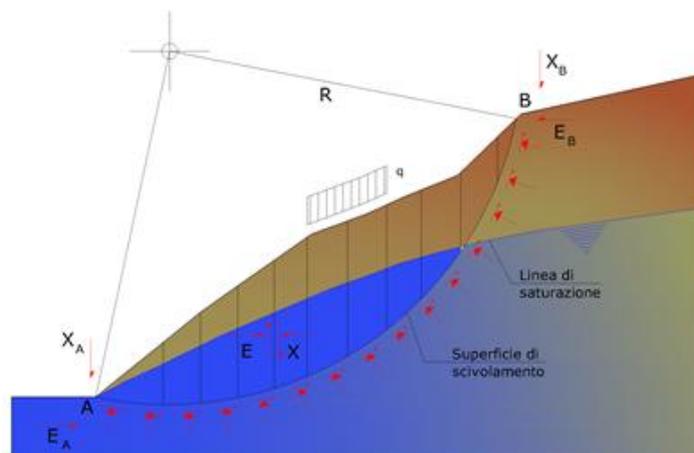
5.1 Metodo Equilibrio Limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la resistenza disponibile (tf), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

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

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



5.2 Metodo Dei Conci

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

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

 		<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
Relazione di calcolo opere provvisionali IN05		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	7

- (n-1) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono (6n-2).

Mentre le equazioni a disposizione sono:

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

Totale numero di equazioni 4n.

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

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

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

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

$$F_{sm} = F_{sf}$$

5.3 Metodo Di Morgenstern E Price (1965)

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

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

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B

Si ottiene la cosiddetta “equazione delle forze”:

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

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

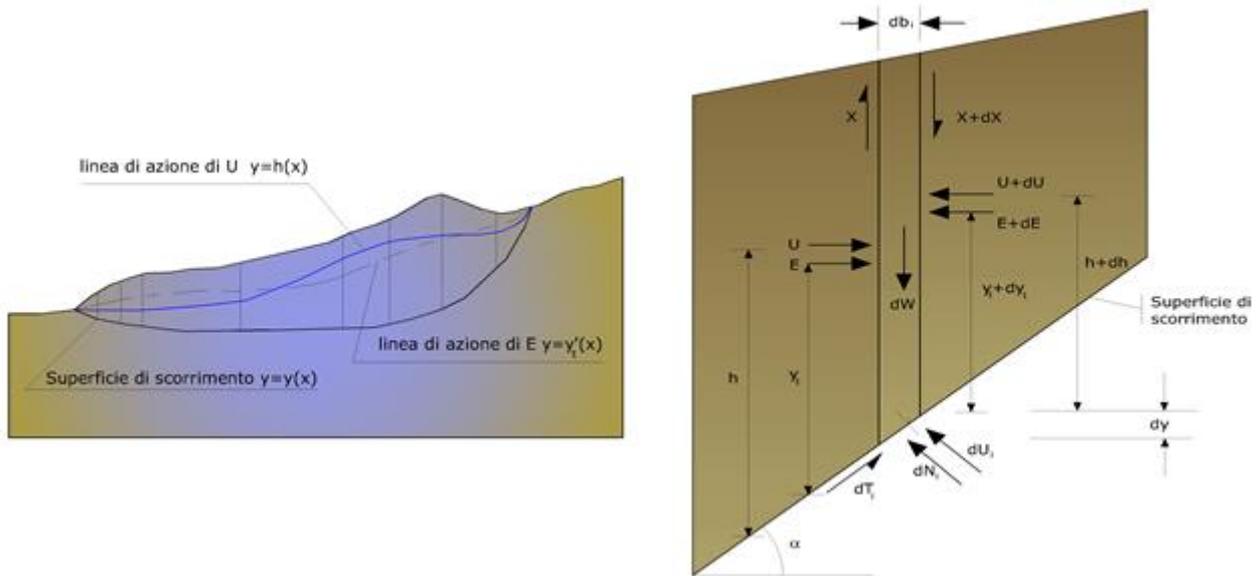


Figura 5-1 Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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

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

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo opere provvisionali IN05				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	9

5.4 Verifica Di Stabilità Del Fronte Di Scavo

Le verifiche di stabilità sono state eseguite mediante il software di calcolo SLOPE, a marchio GEOSTRU, secondo i classici metodi della geotecnica (Equilibrio limite).

5.4.1 Metodologia Di Analisi

In accordo al contesto normativo di riferimento (Par. 6.8 delle NTC'08), la verifica è stata effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2);

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle di seguito illustrate.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Figura 5-2 tabelle Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Pertanto, la verifica risulta soddisfatta se:

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	10

FS \geq 1.375

5.4.2 Azione sismica

Trattandosi di una lavorazione provvisoria, l'analisi è stata condotta esclusivamente in condizioni statiche.

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	11

6 SEZIONE DI SCAVO

6.1 Geometria

La verifica viene condotta in corrispondenza della sezione di scavo che presenta l'altezza e pendenza maggiore, ossia circa 3.60 m.

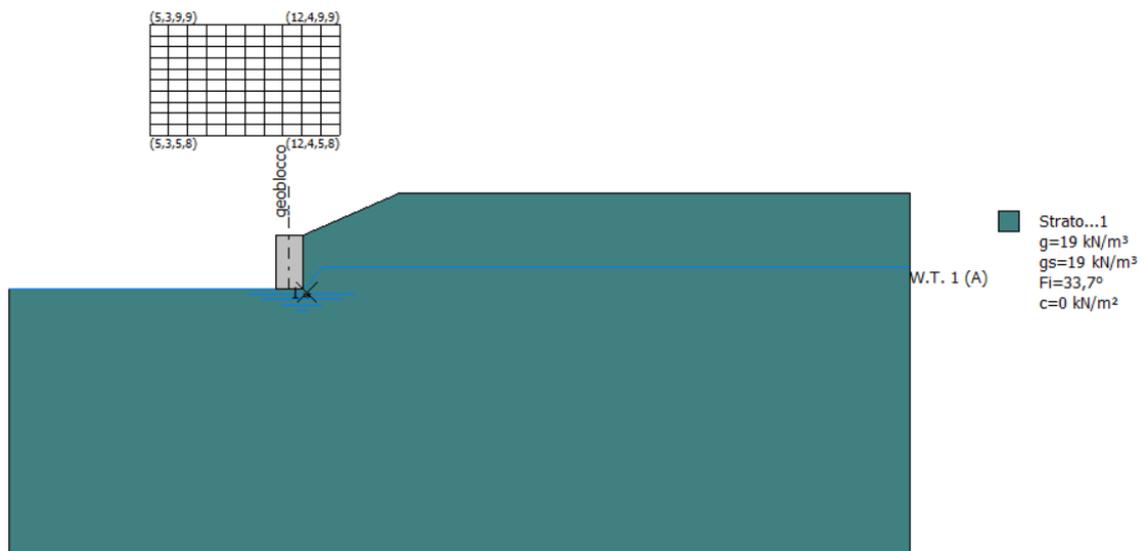


Figura 6-1 Modello di calcolo

6.2 Stratigrafia E Parametri Geotecnici Di Calcolo

In accordo a quanto definito nel relativo paragrafo Cap. 4 della presente relazione, nel modello di calcolo si è fatto ricorso alla seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Coesione (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso u. di v. saturato (kN/m ³)	Colore Strato
C11	∞	0	33,7	19	19	

Tabella 2 stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

La falda è stata posta a -2.80 m dal piano campagna.

6.3 Carichi Agenti

L'opera di sostegno è stata verificata applicando i carichi di seguito elencati.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo opere provvisionali IN05				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	12

Peso Proprio terreno - Permanente

Il peso proprio del terreno viene calcolato automaticamente dal software tenendo conto del rispettivo peso per unità di volume di ciascuna unità.

Spinta delle terre – Permanente

Le spinte attive e passive del terreno vengono calcolate automaticamente dal software.

6.4 Analisi: Intervento con geoblocchi in cls

L’analisi è stata condotta in condizioni statiche, con riferimento a potenziali superfici di scorrimento di forma circolare, secondo il metodo di “Morgenstern & Price”, assumendo un numero di conci pari a 20. Una volta introdotta e posizionata la maglia dei centri, costituita da 10 righe e 10 colonne, il software di calcolo procede con la ricerca della superficie di scorrimento di forma circolare a fattore di sicurezza minimo.

Si valuta il FS per il versante rinforzato a valle con l’ausilio di blocchi in calcestruzzo provvisionali e da rimuovere a fine lavorazioni.

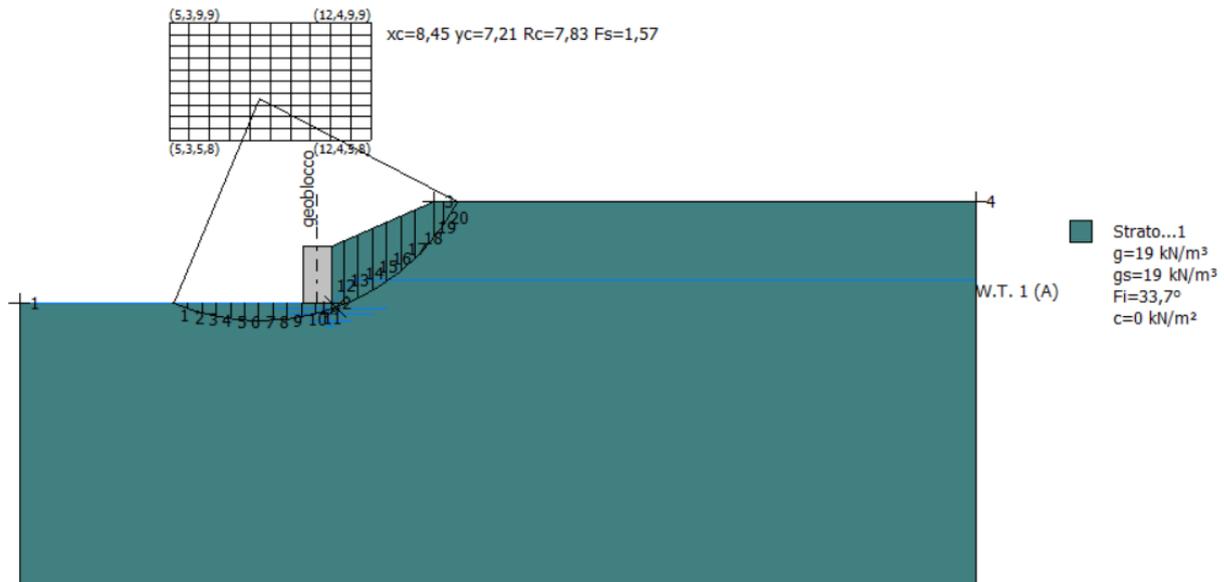


Figura 6-2 Analisi1: FS=1.57

Nella configurazione in esame si è ottenuto un fattore di sicurezza pari a 1.57, maggiore del limite normativo ($1.25 \cdot 1.10 = 1.375$).

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	13

7 CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica contiene la verifica di stabilità dello scavo propedeutico alla realizzazione del canale di bonifica in c.a denominato IN05, previsto nell'ambito dell'appalto relativo ai "Lavori di RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA, rientrante nella categoria di opere d'arte minori.

Si è valutato il FS per il versante rinforzato a valle con l'ausilio di blocchi in calcestruzzo provvisionali e da rimuovere a fine lavorazioni; il fattore di sicurezza per la sezione di calcolo analizzata è pari a:

$$FS = 1.57 > 1.25 \cdot 1.10 = 1.375$$

Pertanto, i requisiti di Normativa risultano soddisfatti.

Relazione di calcolo opere provvisionali IN05	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	05	00	002	B	14

8 ALLEGATI

- Fascicolo di calcolo interventi di stabilizzazione del fronte di scavo.

Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Normativa	[A2+M2+R2]
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5,25 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,35 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,91 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,96	0,0
3	10,96	0,0
4	10,96	2,0
5	14,56	3,6
6	33,63	3,6

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,96	0,0
3	11,76	0,8
4	33,63	0,8

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0		33,7	19	19		

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	10,96	0	0	0	2	1	1	24

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

Fs minimo individuato	1,57
Ascissa centro superficie	8,45 m
Ordinata centro superficie	7,21 m
Raggio superficie	7,83 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

$$x_c = 8,449 \quad y_c = 7,215 \quad R_c = 7,827 \quad F_s = 1,567$$

$$\text{Lambda} = 0,421$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0,5	-20,86	0,53	0,95
2	0,5	-17,0	0,52	2,57
3	0,5	-13,21	0,51	3,84
4	0,5	-9,49	0,51	4,79
5	0,5	-5,8	0,5	5,43
6	0,5	-2,13	0,5	5,75
7	0,5	1,52	0,5	5,78
8	0,5	5,18	0,5	5,5
9	0,5	8,86	0,5	4,92
10	0,5	12,58	0,51	4,03
11	0,56	16,58	0,58	51,04
12	0,44	20,43	0,47	18,58
13	0,5	24,15	0,55	21,18
14	0,5	28,23	0,57	20,96
15	0,5	32,47	0,59	20,3
16	0,5	36,92	0,62	19,13
17	0,5	41,64	0,67	17,37
18	0,66	47,71	0,99	19,17
19	0,33	53,37	0,56	6,71
20	0,5	58,95	0,97	4,2

Sforzi sui concii

Nr.	Xi	Ei	Xi-1	Ei-1	N'i	Ti	Ui
-----	----	----	------	------	-----	----	----

	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	0,34	0,81	0,0	0,0	-0,25	-0,08	0,49
2	1,08	2,56	0,34	0,81	-0,15	-0,05	1,33
3	1,95	4,63	1,08	2,56	0,38	0,12	1,98
4	2,8	6,64	1,95	4,63	1,06	0,33	2,47
5	3,51	8,34	2,8	6,64	1,7	0,53	2,8
6	4,05	9,62	3,51	8,34	2,19	0,68	2,97
7	4,39	10,42	4,05	9,62	2,48	0,77	2,98
8	4,53	10,76	4,39	10,42	2,52	0,78	2,84
9	4,51	10,71	4,53	10,76	2,3	0,71	2,54
10	4,38	10,39	4,51	10,71	1,86	0,58	2,08
11	18,04	42,81	4,38	10,39	52,62	16,29	1,57
12	17,39	41,28	18,04	42,81	15,93	4,93	1,45
13	15,96	37,88	17,39	41,28	15,92	4,93	3,03
14	14,06	33,37	15,96	37,88	15,34	4,75	2,35
15	11,84	28,1	14,06	33,37	15,08	4,67	0,92
16	9,33	22,14	11,84	28,1	13,72	4,25	0,0
17	6,54	15,52	9,33	22,14	10,66	3,3	0,0
18	2,73	6,47	6,54	15,52	8,77	2,71	0,0
19	1,15	2,72	2,73	6,47	1,94	0,6	0,0
20	0,0	-0,01	1,15	2,72	0,42	0,13	0,0