

Completamento della Tangenziale di Vicenza
1° Stralcio Completamento

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS DPRL

I PROGETTISTI:

ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n.1063

ing. Angela Maria Carbone
Ordine Ing. di Roma n. 35599

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

IL RESPONSABILE DEL SIA:

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Anna Maria Nosari

PROTOCOLLO

DATA

ASSISTENZA AL GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS



ing. FILIPPO VIARO – Strade e Idraulica
Ordine Ing. di Parma n. 827A

ing. PIER PAOLO CORCHIA – Strutture
Ordine Ing. di Parma n. 751A

arch. SERGIO BECCARELLI – Ambiente
Ordine Arch. di Parma n. 377

GEOTECNICA

Relazione di calcolo opere provvisionali

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		T00EG00GETRE03A		
DPVE08	D	1401		CODICE ELAB.	T00EG00GETRE03	A
C						
B						
A	EMISSIONE		Maggio 2018			
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DOCUMENTAZIONE E NORMATIVE	2
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	2
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO	3
5.1	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	3
6	CRITERI DI VERIFICA	4
6.1	OPERA DI SOSTEGNO – PARATIE	4
7	METODI DI ANALISI	5
7.1	METODO DI CALCOLO	5
7.2	VERIFICHE STRUTTURALI	7
7.2.1	VERIFICHE STRUTTURALI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
7.3	ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DELLA PARATIA : RISULTATI	7
7.3.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO	8
7.3.2	STATO LIMITE PER LE STRUTTURE	8
7.4	VERIFICHE GEOTECNICHE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo “Completamento della Tangenziale di Vicenza – I Stralcio – Completamento”. In particolare nel presente documento si affrontano le problematiche progettuali connesse al dimensionamento ed alla verifica delle opere di sostegno provvisorie, necessarie per far fronte ad eventuali fenomeni di sifonamento e per l’apertura in sicurezza degli scavi relativi all’esecuzione delle strutture di fondazione della spalla SP2 e della pila del Viadotto Bacchiglione.

2 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVE

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le verifiche strutturali vengono svolte facendo riferimento alla normativa vigente, adottando un approccio agli stati limite nel rispetto delle combinazioni di carico previste dalla normativa e scelte per la verifica dell’opera in oggetto.

È previsto l’impiego dei seguenti materiali:

Acciaio da carpenteria per palancole

Profilati in acciaio tipo S 355 H:

tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 510$ MPa

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 355$ MPa

modulo elastico $E = 210000$ MPa

coefficiente di Poisson $\nu = 0,30$

resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$

con:

$\gamma_s = 1,05$ per SLU

Stati limite:

resistenza caratteristica di calcolo SLU:

$f_{yd} = 338,10$ MPa

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per la realizzazione degli scavi delle fondazioni della spalla SP2 e della pila del viadotto in progetto e per fronteggiare eventuali fenomeni di sifonamento, sono necessarie delle opere di presidio. In particolare si prevede la realizzazione di una paratia con disposizione planimetrica ad "L" costituita da palancole in acciaio tipo "Larssen". In particolare la sezione di calcolo delle paratie provvisionali presentano una altezza di scavo di circa 2.70 m e si considera la presenza del sovraccarico da mezzi agente a tergo dell'opera. Si adotta una palancola tipo L605 con profondità di 10 m.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati al presente progetto.

In considerazione del carattere provvisorio dell'opera, non vengono prese in conto condizioni di calcolo sismiche. Il calcolo è stato svolto con l'ausilio del codice di calcolo automatico PARATIE Plus 2018.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO

Per una descrizione dettagliata delle indagini geotecniche eseguite e delle interpretazioni condotte si rimanda alla "Relazione geologica/idrogeologica" ed alla "Relazione geotecnica generale" [T00GE00GETRE01A], nonché al "Profilo geotecnico" T00GE00GETFG01A]. Nel seguito si riporta una breve sintesi dei parametri geotecnici di calcolo.

5.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Di seguito si riportano i parametri fisici e meccanici impiegati nelle analisi per i dimensionamenti e le verifiche delle strutture di sostegno.

Unità geotecnica	c'	φ'	γ	E'
-	[kPA]	[°]	kN/m ³	[MPa]
Ug1	5	28	18	5
Ug2	0	32	19	20
Ug3	0	34	19	25

5.2 STRATIGRAFIE DI RIFERIMENTO

Per le due sezioni analizzate, relative rispettivamente per la spalla SP2 e la pila, si riporta di seguito la stratigrafia di riferimento.

Spalla SP2 e PILA

Unita geotecnica	Quota da p.c.	Quota falda da p.c.	Quota fondo scavo da p.c.
-	[m]	[m]	[m]
Ug1	da 0 a -4.0 m	0.0 m	-2.70
Ug3	da -4.0 a -6.50 m		
Ug1	da -6.50 m		

6 CRITERI DI VERIFICA

Tutte le analisi sono state effettuate con riferimento alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle costruzioni del 20/02/2018 (NTC).

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) consistono, in generale, nel verificare il rispetto della condizione:

$$E_d < R_d$$

dove con E_d si indica il valore di progetto delle azioni, o degli effetti delle azioni, e con R_d il valore di progetto delle resistenze.

La verifica di tale condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali definiti rispettivamente per la azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

6.1 OPERA DI SOSTEGNO – PARATIE

Secondo le norme NTC2018, le opere di sostegno devono essere verificate nei confronti sia dello stato limite ultimo (SLU), sia dello stato limite di esercizio (SLE).

Le verifiche allo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO) delle opere di sostegno si eseguono seguendo il primo approccio previsto dalle NTC 2018, in cui sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti, conducendo separatamente 2 distinte analisi:

STR) A1 + M1 + R1

GEO) A2 + M2 + R1

La verifica della capacità strutturale delle opere è stata condotta considerando le massime sollecitazioni derivanti dalle combinazioni STR e GEO.

Nell'ambito delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE), sono stati valutati i campi di spostamento e deformazione indotti dalla realizzazione delle opere.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno viene effettuata secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1.

7 METODI DI ANALISI

7.1 METODO DI CALCOLO

Il calcolo tenso-deformativo delle paratie viene effettuato tramite modelli che simulano l'interazione tra terreno e struttura di sostegno e sono implementati con il codice di calcolo *Paratie Plus 2018 CeAS*. Il codice di calcolo permette di valutare l'evoluzione tenso-deformativa delle varie fasi di realizzazione dell'opera e che si basa sulle seguenti ipotesi:

- stato di deformazioni piane (paratia di lunghezza infinita);
- terreno modellato come una serie di molle con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico con criterio di rottura Mohr-Coulomb;
- struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici;
- ancoraggi modellati per mezzo di molle di opportuna rigidità;
- eventuali sovraccarichi a monte e a valle della paratia trasformati in spinte sul paramento in accordo a quanto previsto dalla teoria di elasticità.

I coefficienti di spinta attiva e passiva, k_a e k_p rispettivamente, dipendono dall'angolo di resistenza al taglio, dall'angolo di attrito δ fra terreno e struttura nonché dall'inclinazione del terreno a monte. Il programma

impiega le formule di *Coulomb* per il calcolo del k_a e un algoritmo riportato nell' Eurocodice 7 che fornisce valori paragonabili a quelli di *Caquot* e *Kerisel* per il calcolo del k_p .

Nella valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva, l'angolo d'attrito considerato tra paratia e terreno è assunto pari a $\frac{1}{2} \varphi'$.

I parametri di deformabilità del terreno sono assegnati sulla base dei valori di modulo di Young (E) dei vari strati, tenendo conto della diversa rigidità in fase di carico vergine oppure di scarico e ricarico. In particolare il modulo di ricarico è assunto pari a 1,6 volte il modulo vergine.

Nella tabella successiva si riportano le fasi di calcolo schematizzate nelle analisi numeriche, per la sezione di calcolo analizzata.

Spalla SP2 e Pila

<i>Fasi</i>	<i>Descrizione</i>
1	Condizioni litostatiche ante-operam
2	Realizzazione della paratia di palancole
3	Scavo di sbancamento fino alla profondità di -1.0 m
4	Scavo di sbancamento fino alla profondità di -2.00 m
5	Scavo di sbancamento fino fondo scavo -2.70 m

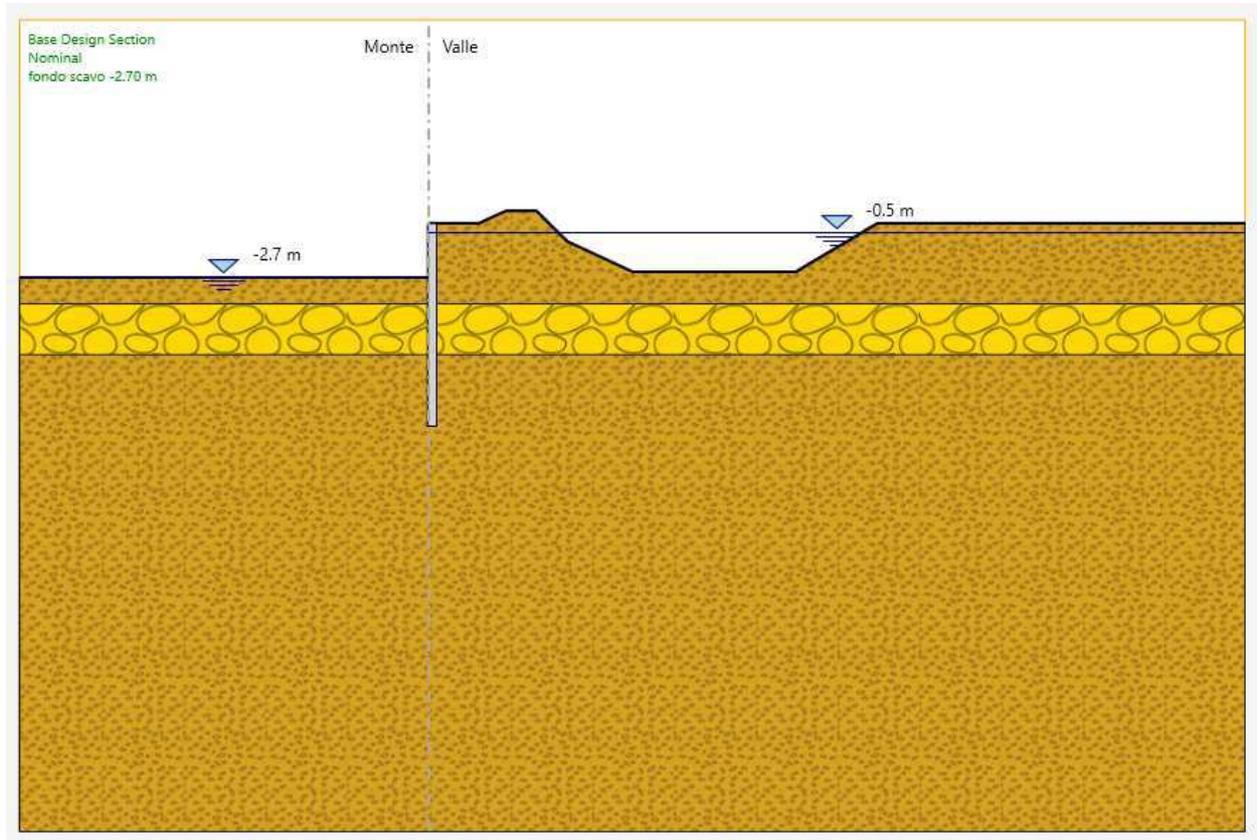


Figura 1 – Modello di calcolo

7.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche sono state condotte, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico dello stato limite ultimo.

7.3 ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DELLA PARATIA : RISULTATI

Nell' allegato A sono riportati i risultati integrali dell'analisi condotte con il programma di calcolo, corredati d'informazioni numeriche e diagrammi. Di seguito sono riportati, per le combinazioni 1 e 2 , le verifiche degli elementi strutturali e le verifiche di esercizio.

7.3.1 STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Nella tabella che segue, con riferimento alle sezioni di calcolo analizzate e alla combinazione SLE (rara), si riportano gli spostamenti massimi della paratia.

Tab. 1 – spostamenti della paratia

Opera	Combinazione	Quota da t.p. [m]	Fase di calcolo n°	Spostamento Max [cm]
SPALLA SP2/PILA	RARA	0.00	5	4.1

7.3.2 STATO LIMITE PER LE STRUTTURE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali della paratia per le combinazioni 1 e 2 dell'approccio 1, relativamente alla spalla SP1 e pila P1

Tab. 2: Valori delle sollecitazioni massime e verifiche strutturali nella struttura della paratia – SPALLA SP1

Comb.	Quota da t.p. [m]	Mmax [kNm/m]	T [kN/m]	Mpancicola [kNm]	Tpancicola [kN]	Sfruttamento momento	Sfruttamento taglio	Verifica
A1+M1+R1	-5.2	173	72	173	72	0.32	0.08	✓
A2+M2+R1	-6.0	195	78	195	78	0.37	0.09	✓

Nelle figure seguenti sono riportati i diagrammi del momento flettente, delle azioni di taglio e degli spostamenti agenti sulla paratia di micropali (le azioni sono espresse per metro lineare).

